

В. Б. КУЛЬБАЕВА
Х. К. ТАНБАЕВ

ГРАФИКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

УЧЕБНИК

*для учащихся 10 класса
общеобразовательной школы*

В двух частях

ЧАСТЬ 1



**Рекомендовано Министерством образования и науки
Республики Казахстан**



**KELESHEK
2030**

КОКШЕТАУ

УДК 373.167.1

ББК 30.2я72

К90

Кульбаева В. Б., Танбаев Х. К.

К90 **Графика и проектирование.** Учебник для учащихся 10 класса общеобразовательной школы. В двух частях. Ч. 1.+CD / В. Б. Кульбаева, Х. К. Танбаев. – Кокшетау: Келешек-2030 баспасы, 2020. – 128 с.: ил.

ISBN 978-601-317-437-2

ISBN 978-601-317-438-9

Электронная версия учебника: http://keleshek-2030.kz/books/graf_pr1_10ru.php

Учебник предназначен для изучения курса «Графика и проектирование» в 10 классе общеобразовательной школы и призван обеспечить обязательные минимальный и средний уровни изучения предмета. Содержание учебника соответствует стандарту образования РК и программе по предмету.

К учебнику прилагаются CD диск с электронным приложением и методическое руководство для учителя.

УДК 373.167.1

ББК 30.2я72

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



– практическое задание



– графическая работа



– контрольные вопросы



– внимание



– для дополнительного чтения



– электронное приложение

ISBN 978-601-317-438-9

ISBN 978-601-317-437-2

© ИП Келешек-2030 баспасы, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1 ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ	6
Глава 1 Роль изображений в визуализации информации	6
1.1 История возникновения и значение изображений	6
1.2 Методы выполнения графических изображений	8
Глава 2 Средства визуализации информации	11
2.1 Чертежные инструменты и принадлежности	11
2.2 Организация рабочего места и рациональные приемы работы чертежными инструментами	13
Глава 3 Основные правила оформления чертежа	16
3.1 Общие сведения о стандартах ЕСКД	16
3.2 Форматы и основная надпись	17
3.3 Типы линий чертежа	20
3.4 Шрифты чертежные	24
3.5 Основные правила нанесения размеров	29
Глава 4 Геометрические построения на чертежах	36
4.1 Построение параллельных и взаимно перпендикулярных прямых. Деление отрезка и угла на равные части	36
4.2 Деление окружности на равные части	39
4.3 Сопряжения	44
4.4 Коробовые и лекальные кривые линии	51
РАЗДЕЛ 2 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ	55
Глава 5 Методы проецирования	55
5.1 Основные методы проецирования	55
5.2. Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций	60
5.3 Чертежи тел в системе прямоугольных проекций	66
5.4 Правила построения изображений предметов на технических чертежах	75

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 6 Способы построения основных видов графических изображений	81
6.1 Общие сведения об аксонометрических проекциях	81
6.2 Аксонометрические проекции многогранников	84
6.3 Аксонометрические проекции тел вращения	89
6.4 Выбор вида аксонометрической проекции	93
6.5 Технический рисунок	96
6.6 Понятие об эскизах	101
Глава 7 Чтение и выполнение чертежей предметов	105
7.1 Нанесение размеров на чертежах	105
7.2 Условности и упрощения на чертежах	108
7.3 Чтение и выполнение чертежей предметов	114
Глоссарий	119
Приложение 1	122
Приложение 2	123
Приложение 3	124
Приложение 4	126
Список использованной и дополнительной литературы	127

ВВЕДЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача курса «Графика и проектирование» состоит в том, чтобы научиться грамотному использованию различных изображений как средств изложения и понимания информации. Какой бы ни была графическая форма представления информации, она играет важную роль в развитии общества.

Курс «Графика и проектирование» состоит из 6 разделов.

Раздел «Графические способы и средства визуализации информации» объясняет роль изображений в визуализации информации, знакомит с основными чертежными инструментами, способами работы и организации рабочего места, а также основными правилами выполнения чертежа. В данном разделе изучаются способы геометрических построений на чертежах.

Важным является раздел «Основные виды изображений и их построение», где изучаются методы проецирования, виды, сечения и разрезы, аксонометрические проекции, т. е. формируются навыки чтения и выполнения чертежей предметов.

Разделы «Преобразование изображения», «Формообразование и конструирование», «Преобразование формы» помогут вам развивать пространственное восприятие, фантазию и начальный уровень инженерно-конструкторских способностей.

Раздел «Элементы технической, архитектурно-строительной и информационной графики» включает понятия о стандартизации, сборочном чертеже, видах соединений деталей и их изображениях, также элементах архитектурно-строительной графики.

Полученные знания и навыки будут способствовать развитию пространственного мышления, внимания, аккуратности и усидчивости, что необходимо специалистам любых профессий. Курс является базовой основой для выполнения чертежей и проектов с помощью компьютерной графики, которая изучается в 11 классе.

В учебнике, кроме теоретического материала, приведены:

- контрольные вопросы, на которые необходимо подготовить устные ответы;
- практические задания, которые выполняются в рабочей тетради (знаком * отмечены задания повышенной сложности);
- графические работы, выполняемые на чертежной бумаге (задания приведены в разделе «Приложения»);
- дополнительный и справочный материал приведен в электронном приложении.

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

РАЗДЕЛ 1 ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Глава 1 Роль изображений в визуализации информации

Цели обучения: *знать и понимать роль изображений в визуализации и передаче информации в жизни и различных сферах деятельности человека (в науке, технике и искусстве); знать различные методы выполнения графических изображений.*

Ключевые слова: *петроглиф; пиктограмма, иероглиф; графика; инфографика; художественная, техническая, научная, проектная графика.*

1.1 История возникновения и значение изображений

Из истории известно, что задолго до того, как люди создали письменность, они научились рисовать окружающие предметы. Рисунки древних людей были обнаружены во многих местах земного шара. Первобытные художники изображали животных, сцены охоты, сюжеты быта, людей. В 1957 году *петроглифы* (наскальные рисунки) были обнаружены в местности Тамгалы, (Тамбалы) расположенной в 170 км от Алматы. Это изображения колесниц, солнцеголовых божеств, но больше всего изображений животных – козлов, архаров, куланов, быков, лошадей и др. (рисунок 1.1). На более поздних рисунках часто изображены вооруженные воины-всадники, иногда с пиками и знаменами.

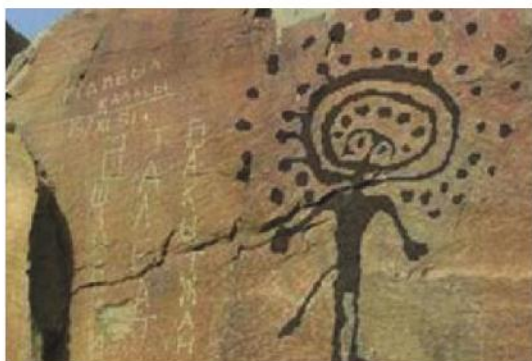


Рисунок 1.1 Петроглифы урочища Тамгалы

Первым исследователем урочища Тамгалы стал казахский ученый Шокан Уалиханов (1835–1865 гг.), сделавший зарисовки надписей и наскальных изображений.

Возможно, люди, создавая эти изображения, надеялись на успех в охоте или старались сообщить соплеменникам о важных событиях. Сегодня мы охарактеризовали бы эти действия как обмен информацией с другими членами общества.

Создав свои первые рисунки, которые фиксировали не только какие-либо события и окружающий мир, но и служили средством общения между людьми

История возникновения и значение изображений

ми, первобытный человек положил начало искусству графики. Так, с помощью изображений, человек в те далекие времена излагал свою мысль. Можно сказать, что рисунок служил средством визуализации и передачи информации.

Умение выполнять несложные рисунки позволило древним людям создать письменность. Первые письменные памятники были картинками – *пиктограммами* и *иероглифами* (рисунок 1.2). Постепенно, по мере развития речи, начертание их менялось, пока полностью не трансформировалось в знакомые нам буквы, ставшие впоследствии основой алфавита.

Если самыми древними материалами, на которых выполнялись рисунки, были стены пещер, скалы, бивни и кости животных, то со временем стали использовать кожу, папирус, пергамент, бумагу и другие материалы.



Рисунок 1.2 Пиктограммы и иероглифы

В Древнем Египте и Вавилоне, в связи со строительством оросительных систем, использовали некоторые землемерные инструменты и такие приспособления, как измерительный шест, отвес. Для строительства крупных объектов, какими являлись пирамиды, храмы, дамбы, каналы, нужны были рабочие чертежи, эскизы.

В античных Греции и Риме графика использовалась при проектировании монументальных сооружений, для иллюстрации математических трудов. Зарождение точных и естественных наук дало большой толчок развитию графики. Дошедшие до нашего времени чертежи чаще всего представляют собой планы. Позже их стали дополнять изображениями сооружения спереди (фасадом).

По мере усложнения создаваемых сооружений, механизмов и машин возникла необходимость разработки таких правил их изображения, которые позволили бы с использованием ограниченного числа средств (точек, линий, цифр, знаков и надписей) передавать достаточно полную информацию в виде, доступном любому специалисту.

Чертежи наряду с рисунками стали применять при строительстве с давних времен. Они были далеки от современных: их в то время обычно выполняли в натуральную величину прямо на земле, на месте будущего сооружения.

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Тогда и появились первые чертежные инструменты: деревянный циркуль-измеритель и веревка с узлами. Циркулем откладывали нужные размеры, используя веревку, можно было построить прямой угол.

В дальнейшем чертежи стали делать на папирусе, пергаменте, позже – на бумаге. Изображения выполнялись от руки, без соблюдения масштаба. На чертежах старались показать как форму, так и размеры предметов.

Первые чертежи, дошедшие до нас, датируются XVII в. По ним можно было определить форму изделия и способ изготовления. С середины XVI и в начале XVII веков на заводах детали изготавливали не по чертежам, а по образцам-моделям. Вскоре им на смену пришли чертежи, которые выполняли без точного соблюдения масштаба, но размеры на них уже проставляли.

Во второй половине XVIII века встречаются чертежи, выполненные в наглядном изображении. В 1799 г. французский ученый Гаспар Монж (1746–1818 гг.) опубликовал свой труд «Начертательная геометрия», в котором обобщил опыт специалистов в изображении пространственных форм на плоскости и показал решение технических задач графическим способом. Так в конце XVIII – начале XIX века появилась и стала развиваться начертательная геометрия.

В XX в. возникают новые виды чертежей – схемы: электрические, гидравлические, пневматические, кинематические.

Дальнейшее совершенствование производства, усложнение форм деталей, потребность в более высокой точности их изготовления приводят к совершенствованию чертежей: в них вносятся необходимые для изготовления детали сведения об отклонениях в размерах, о чистоте обработки поверхностей, термической обработке и др.





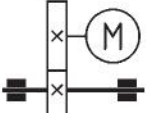
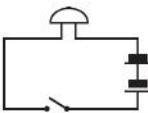
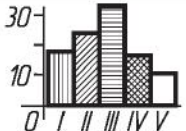
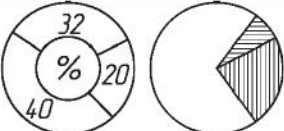
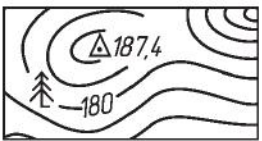
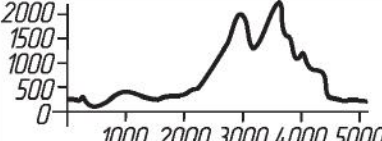
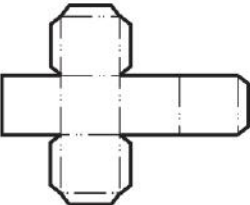
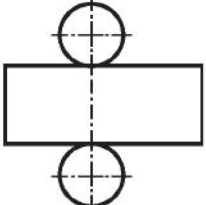
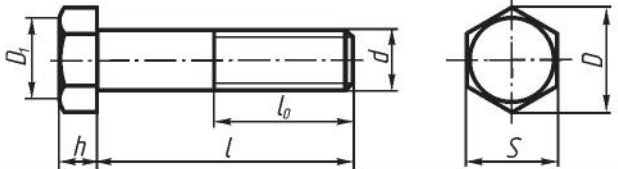

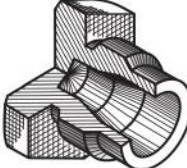
Компьютер с подключением к Интернету, интерактивный проектор или интерактивная доска, принтеры и 3D принтеры, а также программное обеспечение (AutoCAD, SketchUp, SweetHome 3D, КОМПАС-3D LT, КОМПАС-3D, Inscapе, SIMP, Paint NET, Viso и другие) являются современными средствами выполнения эскизов и технических чертежей.

1.2 Методы выполнения графических изображений

Так что же такое графика? *Графика* (от гр. *grapho* – пишу, рисую) – вид образительного творчества, который связан с изображением на плоскости. При этом графические произведения принято разделять на художественные, технические, научные и другие. Каждое из этих направлений имеет свои средства и методы визуализации передаваемой информации (таблица 1).

Таблица 1

Примеры графических изображений

Графики		
Карты		
Схемы		
Диаграммы		
Топографические чертежи		
Развертки		
Чертежи		
Рисунки		

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Результат воспроизведения пространственного объекта с помощью линий на плоскости называется *чертежом*. Техническая дисциплина, разрабатывающая правила передачи информации об окружающих нас предметах (сооружениях, машинах, отдельных деталях и пр.) путем изображения их на плоскости, называется *инженерной графикой*, или *черчением*.

Технический прогресс, т. е. существенный и быстрый рост потребности в чертежах, обусловил совершенствование приемов изображения, а также используемых технологий и оборудования. Например, если в начале XX века для хранения и размножения использовали чертежи, выполненные тушью на тонком батисте, то в середине века стало возможным оперативно изготавливать необходимое число копий с оригинала, вычерченного карандашом на листе бумаги.

Художественная графика объединяет рисунок и различные виды печатной графики.

Рисунок является основой всех видов изобразительного искусства.

Художественно-выразительные достоинства графики заключаются в ее лаконизме, образности, строгом отборе графических средств. Особая ценность графического изображения – эмоциональное влияние на зрителя, рассчитанное на активную работу его воображения. Язык графики и главные его выразительные средства – это линия, штрих, контур, пятно и тон, иногда как дополнение используется цвет.

К *научной графике* можно отнести способы визуализации результатов исследований разнообразных процессов – таблицы, диаграммы, сейсмограммы, кардиограммы, блок-схемы и пр. Эти средства графики сейчас принято называть *инфографикой*.

Зачастую конечными объектами проектной деятельности являются не только изделия, выполненные из металла, пластика или другого материала, но именно графические изделия – логотипы, товарные знаки, символы. Это позволяет выделить графический дизайн как отдельное направление *проектной графики*.

Техническая (инженерная) графика используется на стадии проектирования и изготовления различных изделий любой отрасли промышленности, архитектуры, строительства и других видов производства.

Качественные изменения в способы передачи информации геометрического характера в последние десятилетия внесли компьютеры, оснащенные специальными графическими программами.

В настоящее время *компьютерная графика* стала привычным инструментом труда инженеров, конструкторов, архитекторов, дизайнеров, студентов и школьников.

Контрольные вопросы

1. Какие виды проектной графики вы можете перечислить?
2. Какие средства визуализации информации используются различными видами графики?
3. Что вы знаете об инфографике?

**Практическое задание**

Используя сведения из различных источников, подготовьте слайды или реферат об истории развития письменности (петроглифах, пиктограммах, иероглифах и пр.) и презентуйте их.

**Глава 2 Средства визуализации информации**

Цели обучения: *знать основные чертежные инструменты и приспособления; демонстрировать практические навыки работы с чертежными инструментами и приспособлениями при выполнении графических работ.*

Ключевые слова: *готовальня, циркуль разметочный, циркуль круговой, рейшина, лекало, бумага чертежная, карандаши, ластик, кульман.*

2.1 Чертежные инструменты и принадлежности

Рассмотрим подробнее средства визуализации технической информации. Основой языка чертежа являются точка и линия. Основным материалом графики – бумага. Очень важную роль играют чертежные инструменты и принадлежности.

Для выполнения чертежей необходим следующий минимальный набор чертежных инструментов и материалов: циркуль, линейка, чертежные угольники, чертежная бумага, карандаши и ластик.

От качества чертежных материалов и инструментов во многом зависит качество чертежей.

Готовальня – набор чертежных инструментов, уложенных в футляр. В набор школьной готовальни входят: круговой циркуль для проведения окружностей и дуг, разметочный циркуль, который служит для перенесения и откладывания размеров, пенал для хранения запасных игл и графитовых стержней.

Циркуль разметочный (измеритель) предназначен для откладывания на чертеже размеров и переноса их с одного места на другое (рисунок 1.3 а).

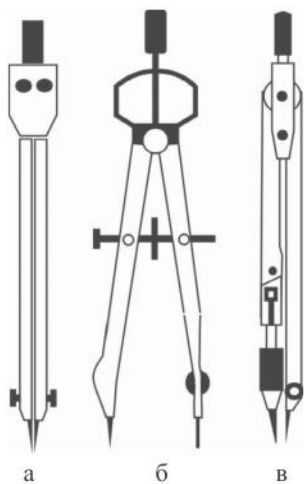
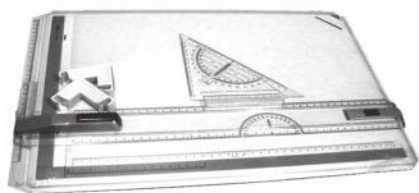
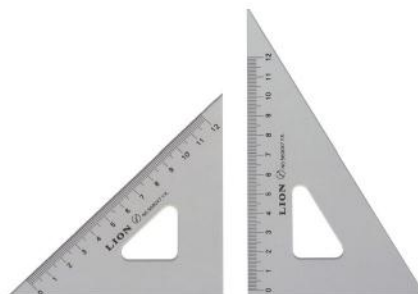
ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Рисунок 1.3 Циркули

Циркуль круговой предназначен для проведения окружностей. Одна из ножек циркуля – шарнирная составная (рисунок 1.3 б, в), в нее вставляется держатель с графитом.

С помощью линейки проводят прямые линии и измеряют расстояния. Иногда в черчении применяют *рейсшину* – линейку, которая соединена с поперечной планкой – головкой (рисунок 1.4). При работе головку рейсшины прижимают рукой к левой кромке чертежной доски и проводят горизонтальные линии.

Чертежные угольники используются с углами 90° , 45° , 45° и 90° , 60° , 30° (рисунок 1.5).

Рисунок 1.4 Чертежная доска,
рейсшина, угольникРисунок 1.5 Треугольники
а – с углами 90° , 45° , 45° ;
б – с углами 90° , 60° , 30°

Бумага чертежная должна быть белой, плотной. Рекомендуется для работ по черчению применять бумагу со слегка шероховатой поверхностью. В некоторых случаях используются калька, миллиметровая и писчая бумага в клетку.

Карандаши чертежные выбирают в зависимости от характера работы и сорта бумаги. Степень твердости или мягкости обозначается буквами и цифрами, которые наносятся на карандаш. Твердые карандаши обозначаются буквой Т (Н), мягкие – М (В), средней твердости – ТМ (НВ) или СТ. Чем больше число, стоящее рядом с буквой, тем тверже или мягче этот карандаш.

Карандаши Т, ТМ применяются для построения, а для обводки и нанесения надписей – М и 2М.

Организация рабочего места и рациональные приемы работы чертежными инструментами

Затачивают карандаши до 25 мм с конца, противоположного тому, на котором расположена надпись. Пишущий стержень должен выступать на длину до 8 мм.

Резинка чертежная (ластик) используется для удаления лишних и ошибочных построений. Чем мягче резинка, тем она лучше.

Лекало – фигурная линейка с криволинейными кромками, служащая для вычерчивания различных кривых линий. Для работы надо иметь несколько лекал различной формы. На рисунке 1.6 представлен набор лекал.



Рисунок 1.6 Лекала

2.2 Организация рабочего места и рациональные приемы работы чертежными инструментами

Оборудование рабочего места. Качество чертежа во многом зависит от подготовки рабочего места. Лучше всего работать на чертежном столе или чертежной доске.

Чертежные столы разнообразны по своей конфигурации (рисунок 1.7 а, б). Одним из распространенных чертежных столов является типовой стол – кульман (рисунок 1.7 в). Такой стол снабжен подвижной доской. Ее можно регулировать по высоте и наклону.

Организовать рабочее место можно и с помощью переносной чертежной доски. Стол должен быть устойчивым, доска – плотно прилегать к нему, желательно устанавливать ее с небольшим наклоном ($\approx 15^\circ \dots 30^\circ$).



Рисунок 1.7 Столы чертежные

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Приемы работы карандашом. Сначала чертеж выполняется тонкими четкими линиями. Получение нужных линий обуславливается правильной заточкой карандаша и подбором грифеля в соответствии с сортом бумаги.

При проведении линии по линейке или угольнику карандаш нужно вести в плоскости, перпендикулярной к плоскости чертежа, или слегка наклонив в сторону движения под углом $70^\circ \dots 75^\circ$. Направление карандаша – слева направо по верхней кромке линейки и снизу вверх по левой. Ни в коем случае нельзя изменять положение карандаша относительно линейки в процессе проведения линии.

Работа циркулем. Грифель карандашной вставки должен быть той же твердости, что и карандаш для построений, его также затачивают на конус длиной 8...10 мм. Регулируют иглу циркуля и грифель так, чтобы они были на одном уровне.

Проводя окружность, циркуль надо держать двумя пальцами за рифленую головку. Игла и грифель циркуля должны быть по возможности перпендикулярны к плоскости чертежа. Поворачивать циркуль следует правой рукой по часовой стрелке, слегка наклоняя в сторону движения.

Грифель в циркуле в процессе работы нужно часто подшлифовывать, не допуская его затупления.

Приступая к работе, следует вымыть руки, протереть чертежные инструменты мягкой резинкой, удалить с угольников, линейки графит карандаша, подготовить циркуль, карандаши. Желательно иметь чистый лист бумаги, чтобы подкладывать под руку. Свет на рабочий стол должен падать слева или спереди, чтобы плоскость чертежа освещалась равномерно и свет не падал в глаза. Сидеть за столом надо ровно, расстояние от глаз до рабочей поверхности должно быть не менее 30 см.



Контрольные вопросы

1. Перечислите минимальный набор чертежных принадлежностей.
2. Какие требования предъявляются к карандашу? Как маркируются карандаши?
3. Как подготовить циркуль к работе?



Практическое задание

1. Используя линейку и треугольник или два треугольника и циркуль, постройте углы 30° , 45° , 60° , 120° , 135° , 150° .
2. Подберите карандаши необходимых марок и заточите их.
3. Подготовьте стержни разной твердости и мягкости для циркуля.

Для дополнительного чтения

Из истории чертежных инструментов



Карандаш. Слово «карандаш» произошло от тюркских слов «кара» – черный и «даш» («таш») – камень. В древности для письма использовали особые палочки из свинца или серебра, оставляющие на бумаге довольно четкие серые штрихи. Одновременно использовали черный сланец. Подсчитано, что карандашом со стержнем длиной 18 см можно провести линию в 55 км или написать 45 000 слов.

Циркуль и линейка представляют собой старейшие чертежные инструменты на земле. Доказательством этого можно считать архитектуру и предметы быта древних Ассирии и Вавилонского царства, существовавших около трех тысяч лет назад. Купола храмов, кубки и чаши, созданные в это время, имели настолько ровные прямые линии и правильно очерченные круги, что без циркуля и линейки их невозможно было бы создать.

Согласно одной из древних легенд, изобретателем циркуля был очень талантливый мальчик по имени Талос, живший в Афинах. Будучи в возрасте 12 лет, он создал гончарный круг, с помощью которого люди стали изготавливать посуду.

Ластик. Жители древней Америки пропитывали соком каучуконосного дерева свои плащи, делая их водонепроницаемыми. Данный способ переняли и европейцы, побывавшие в Америке.

В Европу каучук попал только в 1751 году. Немного застывшего сока привез математик Шарль Ла Кондамин. Но он не мог предположить, какую пользу каучук может принести ему лично и человечеству в целом.

Годами позже, в 1770 году, английский священник и химик Джозеф Пристли случайно обнаружил, что сырой натуральный каучук способен стирать следы графита (карандаша).

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Глава 3 Основные правила оформления чертежа

Цели обучения: *знать и соблюдать правила оформления и выполнения чертежа по стандарту; знать классификацию типов линий и правильно применять их при выполнении графических работ; выполнять графические работы, демонстрируя знания о масштабах, типах линий, чертежных шрифтах, об основной надписи и правилах нанесения размеров*

Ключевые слова: *стандарты ЕСКД; формат; рамка; основная надпись; типы линий; чертежный шрифт; масштаб; правила нанесения размеров.*

3.1 Общие сведения о стандартах ЕСКД

В процессе изготовления сложных изделий современного производства участвуют инженеры, техники и рабочие не одного, а десятков и сотен заводов самых различных отраслей промышленности, нередко удаленных друг от друга на тысячи километров и даже расположенных в разных странах. Разнобой в содержании и оформлении конструкторской документации осложнил бы организацию производства, использование изделий, изготовленных на одном предприятии, в производственном процессе на другом.

Основой производства является проектная деятельность. Конструкторская документация должна быть предельно ясна и не должна допускать различных толкований. Поэтому появилась необходимость установления единых обязательных правил оформления чертежей и схем, которые делали бы их понятными для всех специалистов, участвующих в процессе производства. Такие правила устанавливают государственные стандарты (ГОСТы).

Стандарты содержат показатели, которые дают возможность повысить качество продукции и экономичность ее изготовления. Применение межгосударственных стандартов позволило организовать современные производства в Казахстане – такие как «Тулпар-Тальго» совместно с испанской компанией «Patentes Talgo», вертолетный завод ТОО «Еврокоптер Казахстан инжиниринг» совместно с французской компанией «EUROCOPTER» (рисунок 1.8), АО «КАМАЗ-Инжиниринг» по сборке автомобилей КАМАЗ в городе Кокшетау и другие.

В нашей стране действует Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

Применение стандартов ЕСКД позволяет реализовывать единую межгосударственную систему графических изображений, соответствует требованиям современного производства и обеспечивает на высоком уровне разработку технических документов.

Форматы и основная надпись



Рисунок 1.8 Примеры совместных предприятий в Казахстане

Характерным для этой системы является то, что она охватывает все элементы, связанные с использованием технической документации; стандарты ЕСКД имеют силу закона. Применение их обязательно на всех предприятиях, стройках, в проектных организациях и учебных заведениях. В последнем случае допускаются некоторые отступления от стандартов.

Каждому стандарту ЕСКД присваивается свой номер, например, в обозначении ГОСТ 2.304-84 цифра 2 – общая нумерация для всех стандартов ЕСКД, 304 – номер конкретного стандарта, 84 – год его регистрации. Для ГОСТов, принятых после 2000 года, год регистрации указывается четырехзначной цифрой.

С совершенствованием инженерной графики и модернизацией производства стандарты изменяются либо заменяются новыми.

3.2 Форматы и основная надпись

Чертежи выполняются на листах бумаги определенного размера (форматах), что создает максимальное удобство при хранении и брошюровке чертежных документов. Стандартом установлены строго определенные размеры сторон форматов, которые обводят сплошной тонкой линией.

Обозначения и размеры основных *форматов* приведены в таблице 2.

Таблица 2

Размеры сторон основных чертежных форматов

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

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Площадь формата А0 со сторонами 1189×841 мм равна приблизительно 1 м². Остальные форматы получаются путем деления предыдущего формата на две равные части параллельно его меньшей стороне.

Все форматы, кроме А4, при работе могут располагаться как горизонтально, так и вертикально. Формат А4 располагается только вертикально.

На рисунке 1.9 а показано расположение формата А4, на рисунке 1.9 б – горизонтальное расположение формата А3.

Каждый чертеж оформляют *рамкой*, которая ограничивает поле чертежа. Линии рамки проводят сплошной основной линией справа, сверху и снизу на расстоянии 5 мм, а с левой стороны – на расстоянии 20 мм от кромки листа бумаги. Эту полоску оставляют для брошюровки (подшивки) чертежей в виде книги или альбома. На рисунке 1.9 цифрами показано: 1 – поле для брошюровки, 2 – рамка чертежа, 3 – место для основной надписи.

В правом нижнем углу чертежа размещают *основную надпись*. На формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны, на остальных – как вдоль длинной, так и вдоль короткой сторон. Форму, размеры и содержание основной надписи устанавливает ГОСТ 2.301-68. Основная надпись имеет размеры 185×55 мм.

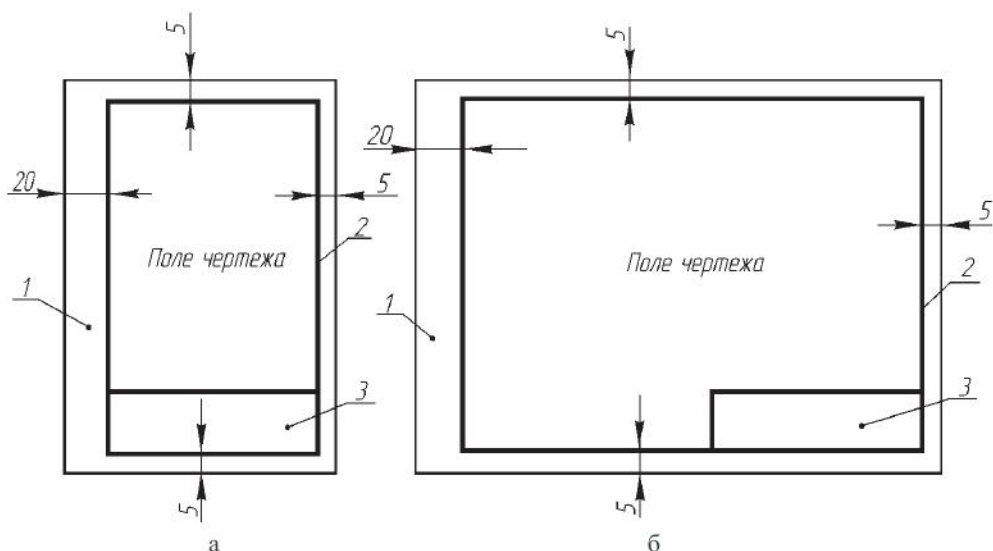


Рисунок 1.9 Расположение форматов: а – вертикальное; б – горизонтальное

Основная надпись раскрывает сведения о чертеже: наименование изделия, название организации, где выполнен чертеж, Ф.И.О. разработчика и другие сведения (рисунок 1.10).

Форматы и основная надпись

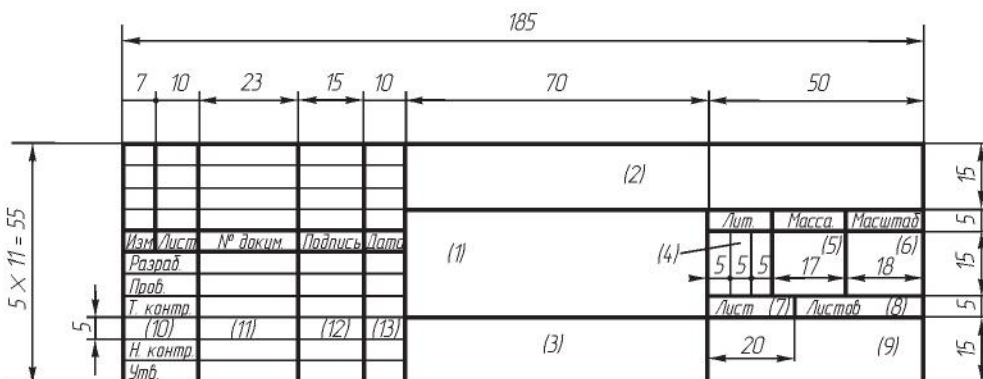


Рисунок 1.10 Образец основной надписи чертежа

Цифрами обозначены номера граф:

- 1 – наименование изделия или чертежа;
 - 2 – обозначение чертежа, которое устанавливает само предприятие или учебное заведение;
 - 3 – сведения о материале, из которого изготовлена деталь (заполняется только на рабочих чертежах деталей);
 - 4 – литера чертежа (можно поставить У, что означает, что чертеж учебный);
 - 6 – масштаб изображения (по типу 1 : 1 или, например, 2 : 1);
 - 9 – название учебного заведения и шифр учебной группы (например, *СШ № 3 кл. 10 А*);
 - 10 – характер работы, выполненной тем, кто чертеж подписал (на работах по курсу графики и проектирования – только *Чертил* и *Проверил*);
 - 11 – фамилия лица, подписавшего документ;
 - 12 – подпись лица, фамилия которого указана в графе 11;
 - 13 – дата подписания документа.
- Остальные графы основной надписи на учебных чертежах не заполняются.

Контрольные вопросы

1. Что называется форматом чертежа? Какие форматы вы знаете?
2. Как располагают формат А4? Как располагают остальные форматы?
3. Укажите размеры основной надписи и ее расположение.
4. Какую информацию несет основная надпись чертежа?
5. Что входит в обозначение стандарта ЕСКД?

Практическое задание

В тетради расчертите графы основной надписи. Надпись не заполняйте.



ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

3.3 Типы линий чертежа

Вся графическая информация передается с помощью точек, линий, условных знаков, цифр, букв, текстов.

Обратимся к чертежу детали, изображенной на рисунке 1.11.

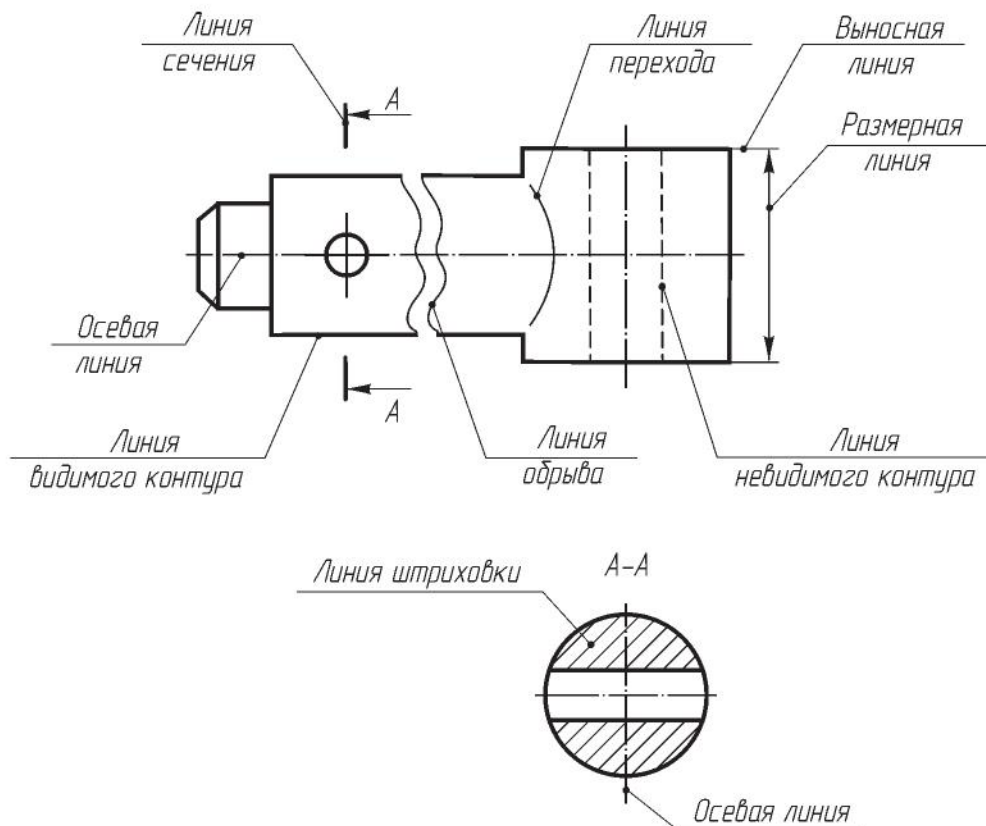


Рисунок 1.11 Пример использования линий различного назначения

Как видите, чертеж содержит разные линии. Для того чтобы изображение было всем понятно, стандарт устанавливает типы линий для всех чертежей промышленности и строительства. При этом применяются следующие виды линий: сплошные, штриховые, штрихпунктирные и разомкнутые. Каждая линия имеет свое наименование, назначение и начертание. В таблице 3 приведено начертание и толщина всех линий чертежа.

Основное назначение линий:

Сплошная основная (толстая) линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура разреза и вынесенного сечения.

Линии чертежа

№	Наименование	Начертание	Толщина линий
1.	Сплошная основная толстая		$s = 0.5 \dots 1,4 \text{ мм}$
2.	Штриховая		от $s/2$ до $s/3$
3.	Сплошная тонкая		от $s/2$ до $s/3$
4.	Штрихпунктирная тонкая		от $s/2$ до $s/3$
5.	Сплошная волнистая		от $s/2$ до $s/3$
6.	Разомкнутая		от s до $1,5s$
7.	Штрихпунктирная с двумя точками		от $s/2$ до $s/3$
8.	Штрихпунктирная утолщенная линия		от $s/2$ до $2s/3$
9.	Сплошная тонкая с изломами линия		от $s/2$ до $s/3$

Штриховая линия – для изображения линий невидимого контура.

Сплошная тонкая линия используется для изображения выносных и размерных линий, штриховки сечений и разрезов, линий-выносок и их полок и в других случаях.

Штрихпунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий.

Сплошная волнистая линия используется для изображения линий обрыва, линий разграничения вида и разреза.

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Разомкнутая линия – для обозначения положения секущей плоскости в сечениях и разрезах.

Штрихпунктирная тонкая с двумя точками линия используется для обозначения линий сгиба на развертках и в некоторых других случаях.

Штрихпунктирная утолщенная линия применяется для обозначения поверхностей, подлежащих термообработке или покрытию, а также для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»).

Сплошная тонкая с изломами линия применяется при длинных линиях обрыва.

Применяя разные линии при выполнении чертежей, следует иметь в виду некоторые особенности их начертания.

Толщина линий одного и того же типа, длина штрихов и промежутки между ними должны быть одинаковы в пределах одного чертежа. Штрихпунктирные и штриховые линии должны начинаться и заканчиваться штрихами, осевые и центровые – пересекаться штрихами. Если диаметр окружности менее 12 мм, то осевая линия изображается штрихами.

С помощью линий осуществляется обмен информацией не только в технике, но и в других сферах деятельности человека. Например, в картографии или топографии линии также несут большую смысловую нагрузку, условно обозначая параллели и меридианы, границы материков, государств, слоев атмосферных масс и т. д.



От правильного применения линий по назначению, верного выбора толщины линий, аккуратного их выполнения во многом зависят качество и удобство чтения чертежа.



Контрольные вопросы

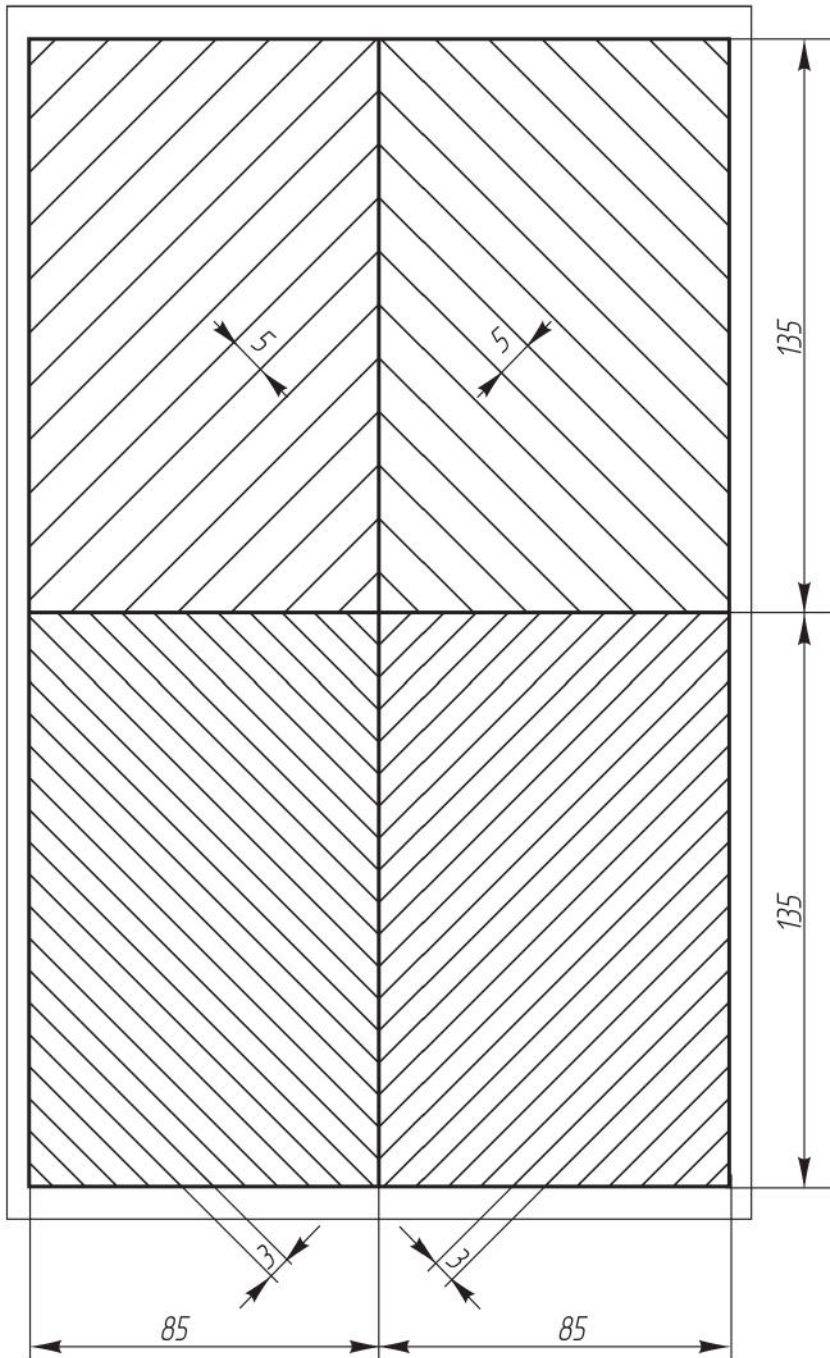
1. В каких пределах можно выбирать толщину сплошной основной линии на чертеже?
2. Как оформляют место пересечения центровых линий?
3. Для чего используется штриховая линия?
4. Для чего используется тонкая линия?
5. Какой линией выполняют штриховку?



Практическое задание

1. На листе формата А4 потренируйтесь в проведении линий. Работу выполняйте с помощью чертежных инструментов по размерам, указанным на рисунке. Размеры при этом не наносите. При выполнении работы следите за правильностью выбора толщины и четкостью начертания линий на всем их протяжении

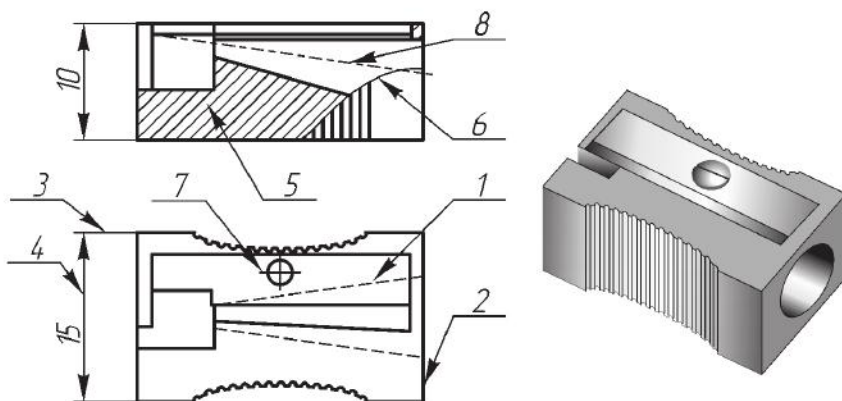
Типы линий чертежа



Чертеж к заданию 1

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

2. Не перечерчивая изображение, запишите в рабочей тетради назначение каждой из обозначенных линий, ее наименование и толщину.



Чертеж к заданию 2

Форма записи

№ линии	Назначение линии	Название, толщина линии
1		
2		
3		
4 и т. д		

Графическая работа № 1

1. На чертежном формате А4 выполните узор с использованием линий чертежа. Выберите вариант по указанию учителя (см. Приложение 1) или придумайте узор самостоятельно.
2. Начертите рамку и графы основной надписи.

3.4 Шрифты чертежные

Чертежи, схемы и другие конструкторские документы всех отраслей промышленности и строительства содержат необходимые надписи: наименование изделия, размеры, данные о материале, различные технические сведения и т. д. Основные требования к надписям на чертежах:

- четкость, исключающая возможность ошибок при чтении;
- простота и быстрота их выполнения.

Все надписи на чертежах выполняют чертежным шрифтом. Стандарт содержит типы и размеры шрифта для русского, латинского и греческого алфа-

Шрифты чертежные

витов, арабские и римские цифры, а также правила написания дробей, показателей степени, индексов, некоторых математических и технических знаков.

Стандарт определяет высоту и ширину букв и цифр, толщину линии обводки, расстояние между буквами, словами и строчками. Им установлены следующие размеры шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Размеры шрифтов определяются высотой h прописных букв в миллиметрах (рисунок 1.12). Высота прописных букв h измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв c соответствует высоте следующего меньшего размера шрифта. Так, высота строчных букв размера 10 равна 7 мм, размера 7 равна 5 мм и т. д.

На чертежах применяются следующие типы шрифта:

- тип А (узкий) с наклоном около 75° ; тип А без наклона;
- тип Б (широкий) с наклоном около 75° ; тип Б без наклона.

Для изучения конструкции букв и цифр и приобретения навыков их написания следует пользоваться вспомогательной сеткой (рисунок 1.13 а). Сетку выполняют остро заточенным карандашом 2Т.

Овладев навыками написания шрифта, можно применять упрощенную сетку (рисунок 1.13 б).

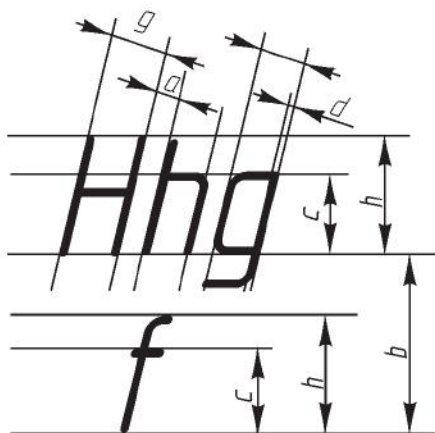


Рисунок 1.12 Основные параметры чертежного шрифта

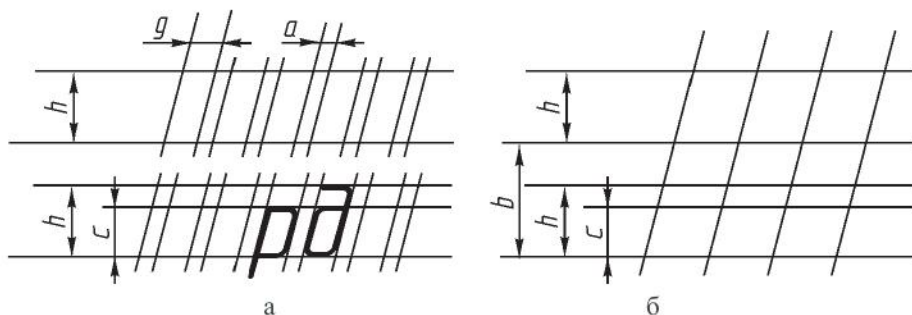


Рисунок 1.13 Конструкции упрощенных вспомогательных сеток

Размеры параметров наиболее часто применяемых шрифтов следует брать из таблицы 4.

Таблица 4

Размеры параметров некоторых шрифтов
русского и казахского алфавитов

Параметры шрифта		Обозначение	Размеры, мм				
Прописные буквы и цифры	Высота	h	3,5	5,0	7,0	10,0	
	Ширина букв и цифр	А, Э, Д, М, Х, Ю	g	2,4	3,5	4,9	7,0
		Б, В, И, Й, К, Қ, Л, Н, Ц, О, Ө, П, Р, Т, У, Ұ, Ү, Щ, Ч, Ъ, Ы, Э, Я, 4		2,1	3,0	4,2	6,0
		Г, Ғ, Е, З, С, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0		1,7	2,5	3,5	5,0
		Ж, Ф, Ш, Щ, Ы		2,8	4,0	5,6	8,0
		1		1,0	1,5	2,1	3,0
Строчные буквы	Высота	c	а, э, г, е, ж, з, и, к, қ, л, м, н, ң, о, ө, п, с, т, х, ц, ч, ш, щ, ы, і, ь, ъ, ю, я	2,5	3,5	5,0	7,0
			б, в, д, р, у, ұ, ү, ф, һ	3,5	5,0	7,0	10,0
	Ширина	g	а, э, б, в, г, д, е, и, к, қ, л, н, ң, о, ө, п, р, у, ұ, ү, х, һ, ц, ч, ь, ъ, я	1,7	2,5	3,5	5,0
			з, с	1,4	2,0	2,8	4,0
			м, ы, ю	2,1	3,0	4,2	6,0
			т, ж, ф, ш, щ	2,4	3,5	4,9	7,0
	Расстояние между буквами и цифрами		a	0,7	1,0	1,4	2,0
Расстояние между основаниями строк		b	6,0	8,5	12,0	17,0	
Наименьшее расстояние между словами		e	2,1	3,0	4,2	6,0	
Толщина линий шрифта		d	0,35	0,5	0,7	1,0	

Примечание. Ширина букв «ц», «к», «ң», «ъ» и «щ» в таблице дана без «хвостиков». Ширина шрифтов «l» и «i» равна ширине линии шрифта.

Конструкции букв и цифр приведены на рисунке 1.14 (а...д).



А Ә Б В Г Г Д Е Е Ж

З И Й К Қ Л М Н Ñ О В

П Р Т С Ч У У Ү Ф Х Һ

Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а

а ә б в г г д е е ж

з и й к қ л м н ñ о в

п р т с ч у у ү ф х һ

ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

б

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

I II III IV V VI VII VIII IX X

в

A B C D E F G H I J K L M

N O P Q R S T U V W X Y Z

г

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

д

Рисунок 1.14 Конструкции букв и цифр: а – прописные буквы русского и казахского алфавитов; б – строчные буквы русского и казахского алфавитов; в – арабские и римские цифры; г – прописные буквы латинского алфавита; д – строчные буквы латинского алфавита

Все надписи на чертеже выполняются от руки. Контуры букв намечают тонкими линиями. Убедившись, что буквы написаны правильно, обводят их мягким карандашом. Толщина и яркость обводки прописных и строчных букв в одном слове должны быть одинаковыми.

Наиболее часто применяемые математические и графические знаки приведены на рисунке 1.15.

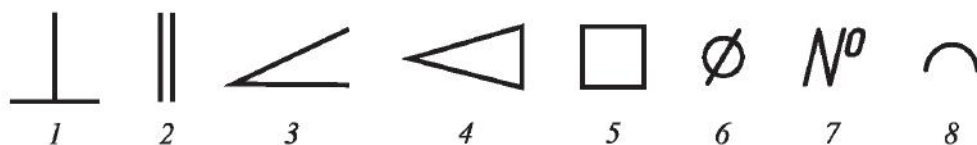


Рисунок 1.15 Математические и графические знаки:
1 – перпендикулярность; 2 – параллельность; 3 – уклон;
4 – конусность; 5 – квадрат; 6 – диаметр; 7 – номер; 8 – дуга

Контрольные вопросы

1. Чем определяется размер чертежного шрифта?
2. Чему равен наклон букв и цифр к основанию строки?
3. Каковы относительные высота и ширина большинства строчных букв шрифта?
4. Чему равно расстояние между словами, например, для шрифта 5?
5. Каким шрифтом заполняется основная надпись?

Практическое задание

1. Воспользовавшись материалом электронного приложения, нанесите вспомогательную сетку и выполните все буквы алфавита и цифры шрифтом 10.
2. Заполните основную надпись графической работы № 1 следующим текстом: *чертил* (фамилия ученика), *проверил* (фамилия учителя) (шрифт 3,5),

Основные правила нанесения размеров

школа, класс (шрифт 5 или 7), название работы «Линии чертежа» (шрифт 7 или 10), цифровое обозначение чертежа – шрифтом 10.

3*. Изучите написание букв латинского алфавита, а также римских цифр и специальных знаков.

Графическая работа № 2



На формате А4 выполните:

1) шрифтом 10 свою фамилию, имя и отчество;

2) шрифтом 7 дату своего рождения (по типу 03.12.2003 г.);

* Можете изменить содержание надписей по своему усмотрению, например, указать свой адрес, написать пословицу, афоризм или какой-нибудь слоган (наряду с кириллицей можно применить латиницу).

3) заполните основную надпись.

3.5 Основные правила нанесения размеров

Основанием для суждения о величине изображенного предмета и его отдельных частей служат только размеры, проставленные на чертеже.

Размеры бывают *линейные* и *угловые*. Линейные размеры характеризуют длину, ширину, толщину, высоту, а также диаметр или радиус измеряемой части изделия. Угловой размер – величину угла. Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения. Если линейные размеры на чертеже даны не в миллиметрах, а в других единицах измерения, то это указывается.

Число размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления изделия. Каждый размер указывается только один раз и на том элементе изделия, где он показан наиболее ясно.

Размеры на чертежах нужно указывать размерными числами и размерными линиями, заканчивающимися стрелками.

Размеры предпочтительно проставлять вне контура изображения. При этом выносные и размерные линии должны быть перпендикулярны друг другу и выносная линия должна выходить за концы стрелок на 1...2 мм. Рекомендуемые форма стрелки и ее размеры показаны на рисунке 1.16. На учебных чертежах длина стрелки должна быть не менее 6 мм, при этом все стрелки следует выполнять одинаковыми.

Расстояние от первой размерной линии до линии контура должно быть не менее

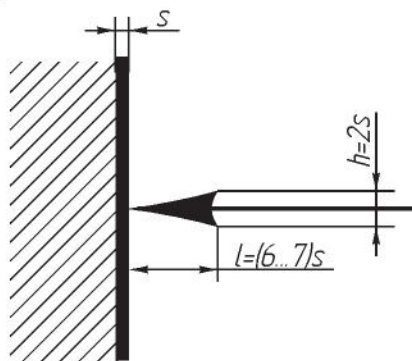


Рисунок 1.16 Форма стрелки и ее размеры

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

10 мм, а между параллельными линиями – не менее 7 мм. На рисунке 1.17 показано нанесение нескольких параллельных размеров. Подумайте, как можно сформулировать правила их нанесения. При затруднении обратитесь к стандарту.

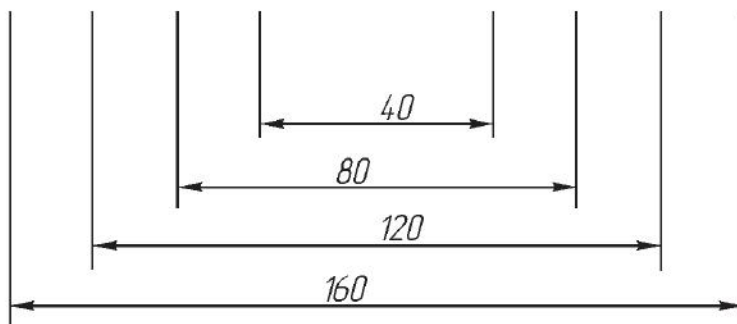


Рисунок 1.17 Нанесение параллельных размерных линий

Если длина размерной линии не позволяет разместить на ней стрелки, то их наносят снаружи этих линий (рисунок 1.18). При недостатке места стрелки можно заменить засечками, расположенными под углом 45° к размерной линии, длиной 3 мм или точками.

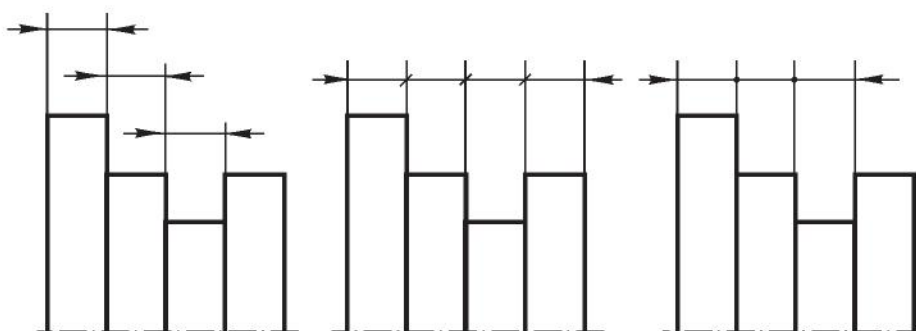


Рисунок 1.18 Примеры нанесения размерных линий при недостатке места

Размерное число наносят над размерной линией на расстоянии 1...1,5 мм параллельно ей и как можно ближе к середине.

Рекомендуется принимать высоту размерных чисел 3,5 или 5 мм.

Если размерная линия вертикальная, то размерное число пишется слева от нее снизу вверх (рисунок 1.19 а). Размерные числа наклонных размеров располагают так, как показано на рисунке 1.19 б.

Основные правила нанесения размеров

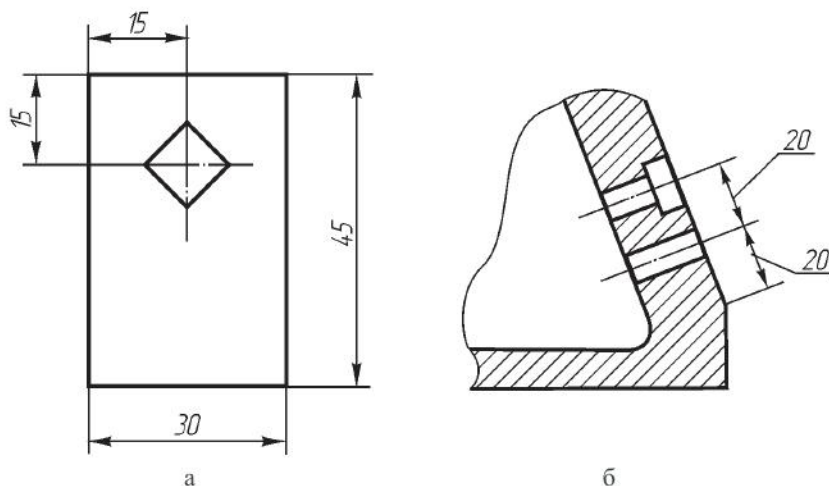


Рисунок 1.19 Примеры нанесения линейных размеров

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например, 65° ; $80^\circ 25' 30''$ (рисунок 1.20 а). Если необходимо показать длину дуги, то ее наносят так, как показано на рисунке 1.20 б.

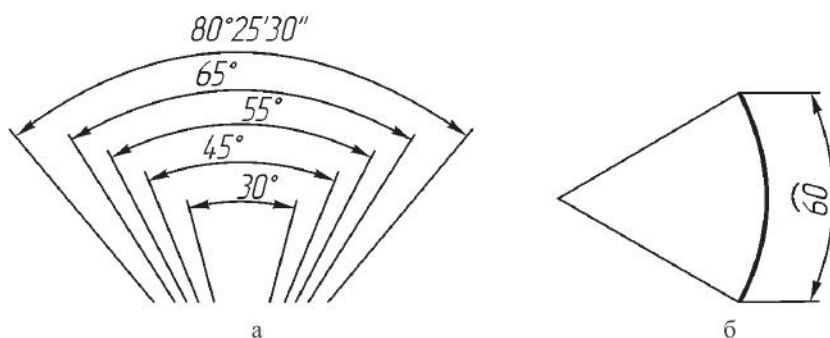


Рисунок 1.20 Нанесение размеров: а – углов; б – дуги

Нанесение *размеров радиусов* показано на рисунке 1.21. Перед размерным числом ставится прописная буква *R*. Знак радиуса и размерное число выполняются одним шрифтом. Размерная линия должна проводиться через центр дуги или в направлении центра. Стрелка ставится только на том конце, который упирается в дугу.

Если из одного центра проводится несколько радиусов, нужно следить за тем, чтобы две размерные линии не оказались на одной прямой.

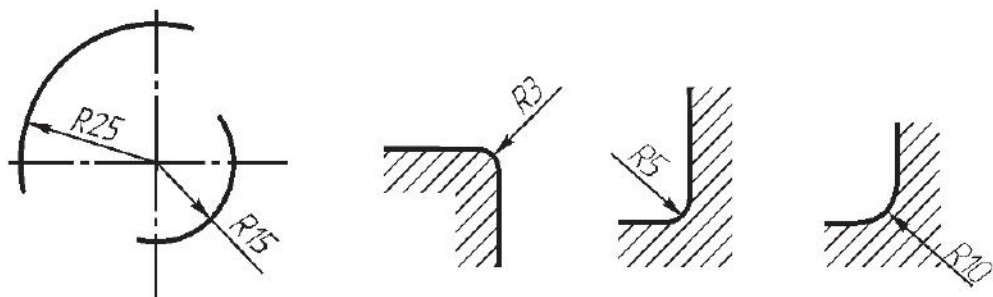
ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Рисунок 1.21 Примеры нанесения размеров радиусов скруглений

При нанесении *размеров диаметров* (рисунок 1.22) перед размерным числом ставится знак \varnothing . Высота знака равна высоте шрифта размерного числа, угол наклона штриха – около 75° . Нельзя делать пропуск между знаком и числом.

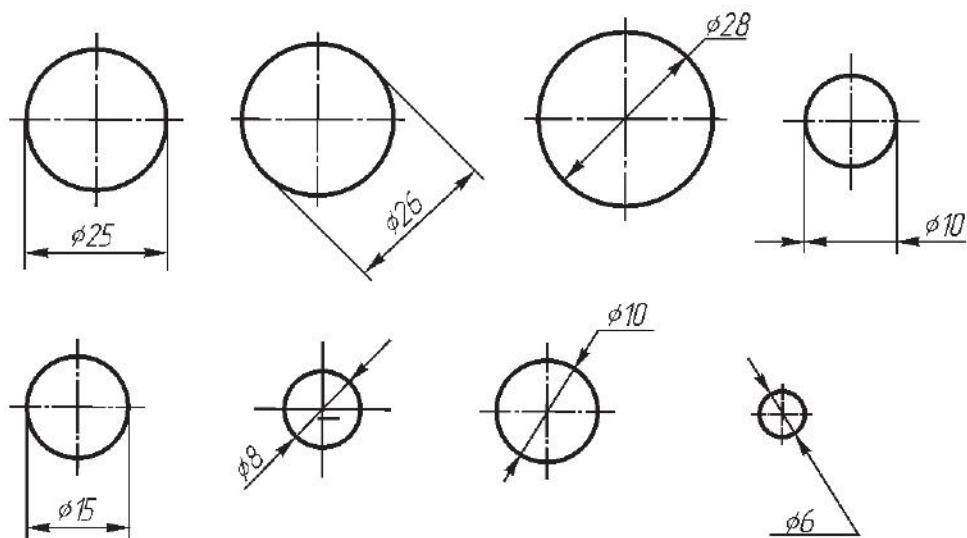


Рисунок 1.22 Примеры нанесения размеров диаметров окружностей

Перед размерным числом, определяющим сторону квадрата, обязательно ставят знак \square . Этот знак наносят на том месте изображения, где квадрат проецируется в линию (рисунок 1.23 а). Можно размеры сторон квадрата наносить, как показано на рисунке 1.23 б. Тонкие линии, проведенные по диагоналям, обозначают плоскую поверхность.

Основные правила нанесения размеров

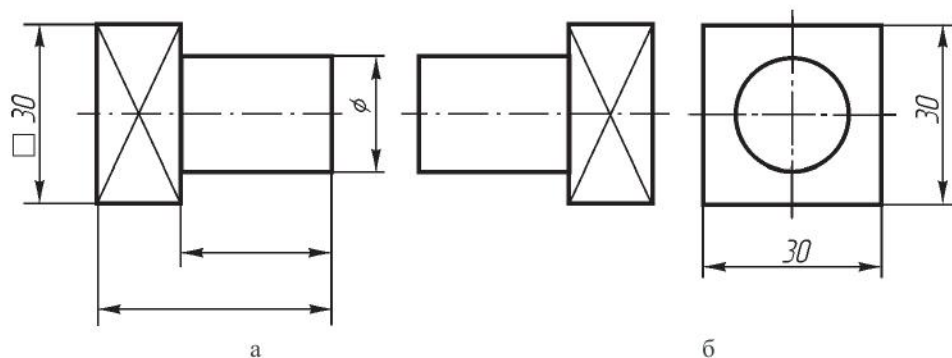


Рисунок 1.23 Нанесение размеров квадрата

Размеры фаски – скошенной кромки стержня, отверстия или бруска, выполненной под углом в 45° , наносят, как на рисунке 1.24 а, где первое число указывает высоту фаски, а второе – угол наклона образующих. Размеры фасок, выполненных под другим углом, указывают линейным и угловым размерами или двумя линейными (рисунок 1.24 б, в).

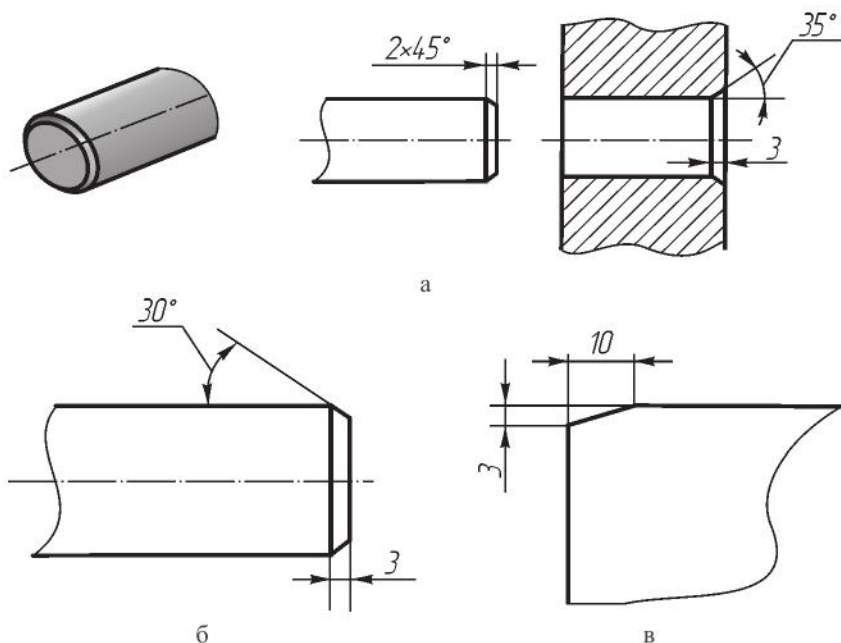


Рисунок 1.24 Примеры нанесения размеров фасок

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Толщина детали может быть показана при помощи линий-выносок, например s_{10} , s_{12} (рисунок 1.25).

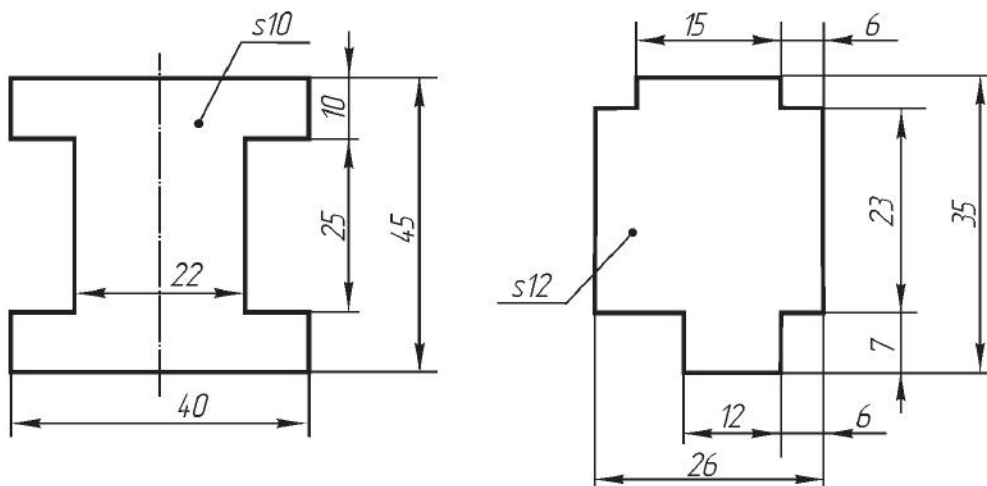


Рисунок 1.25 Образцы нанесения размеров плоских фигур

Перечисленные требования преследуют одну общую цель – сделать чертеж понятным для чтения.

Чтобы облегчить чтение чертежа, следует избегать взаимного пересечения размерных и выносных линий; размеры внутренних и наружных элементов предмета принято располагать по разным сторонам изображения.



Применение условных знаков позволяет уменьшить количество изображений при вычерчивании предметов.

В простейших случаях для обеспечения ясного представления о предмете достаточно одного изображения и соответствующего условного знака.

Чертежи рекомендуется выполнять в натуральную величину, так как это позволяет судить не только о форме предмета, но и о его действительной величине.

Однако не все предметы можно изобразить на чертеже в натуральную величину. Изображения одних предметов на чертежах приходится уменьшать, других – увеличивать. Все эти изменения производят в соответствии с рекомендуемыми масштабами.

Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к его размерам в действительности.

Основные правила нанесения размеров

Стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах. Масштабы изображений должны выбираться из следующих рядов:

- масштабы уменьшения – 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100 и др.;
- масштабы увеличения – 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1 и т. д.

Масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи по типу 1 : 1; 1 : 2; 4 : 1 и т. п.

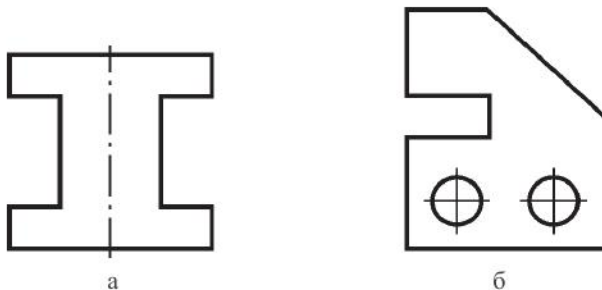
В каком бы масштабе ни выполнялось изображение, размеры на чертеже наносят действительные, т. е. те, которые должна иметь деталь после изготовления.

Контрольные вопросы

1. В каких единицах указывают размеры на чертежах?
2. На каком расстоянии от линий контура проводят размерные линии?
3. В каких случаях стрелки размерных линий заменяют точками или штрихами?
4. Что обозначает знак R? Что означает запись: «2,5×45°»?
5. На чертеже проставлен размер $\square 45$. Что он показывает?
6. Что называется масштабом и как он обозначается на чертежах?
7. Можно ли выполнить чертеж в масштабе 1:2, 3:1, 5:1, 1:2,5, 1:24?
8. Линейный размер на чертеже масштаба изображения 1:5 равен 24 мм. Каков его истинный размер?

Практическое задание

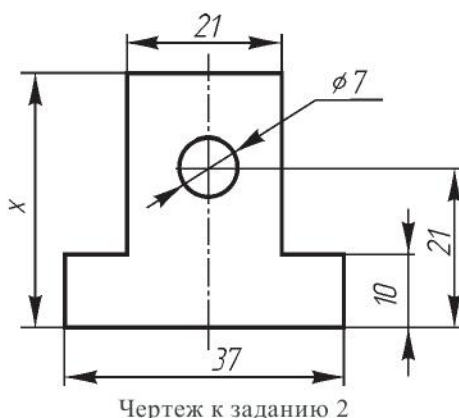
1. Вычертите:
 - а) шаблон, измерив размеры по чертежу. Известно, что масштаб изображения 1:4;
 - б) пластину, измерив размеры по чертежу. Известно, что масштаб изображения 2:1.



Чертежи к заданию 1: а – шаблон; б – пластина

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

2. Определите, в каком масштабе выполнен чертеж детали и какое числовое значение размера X.



3*. Постройте изображения деталей (рисунок 1.25) в масштабе 2:1, нанесите размеры.

Глава 4 Геометрические построения на чертежах

Цели обучения: выполнять геометрические построения на чертежах различными чертежными инструментами; демонстрировать способы вычерчивания различных видов сопряжений, овалов и кривых линий.

Ключевые слова: сопряжения; виды сопряжений; точка сопряжения или касания; коробовые кривые (овал, овоид, завиток); лекальные кривые (эллипс).

4.1 Построение параллельных и взаимно перпендикулярных прямых. Деление отрезка и угла на равные части

При выполнении чертежей приходится встречаться с целым рядом построений, поэтому важно знать графические приемы решения наиболее часто встречающихся задач: построение перпендикулярных и параллельных линий, деление углов и окружностей на равные части и пр.

Чтобы тратить меньше времени на проведение параллельных и перпендикулярных линий, пользуются линейкой и угольником (рисунок 1.26), можно вместо линейки использовать рейсшину или второй угольник.

Перпендикулярность линий определяется наличием прямого угла между ними. Поэтому проще всего выполнить построение двух взаимно перпендикулярных отрезков с помощью треугольника и линейки.

Построение параллельных и взаимно перпендикулярных прямых.
Деление отрезка и угла на равные части

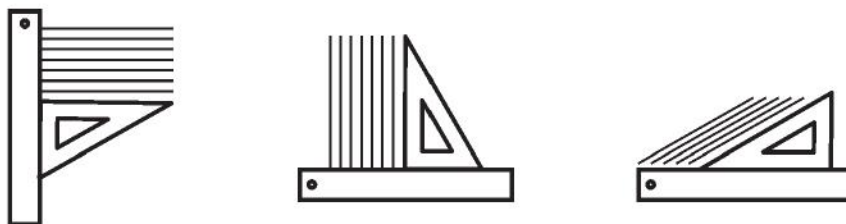


Рисунок 1.26 Построение параллельных линий

Построение углов. Как построить заданный угол с помощью транспортира, вам известно из уроков математики. Располагая двумя угольниками, можно без транспортира строить углы в 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 105° , 120° , 135° , 150° (рисунок 1.27).

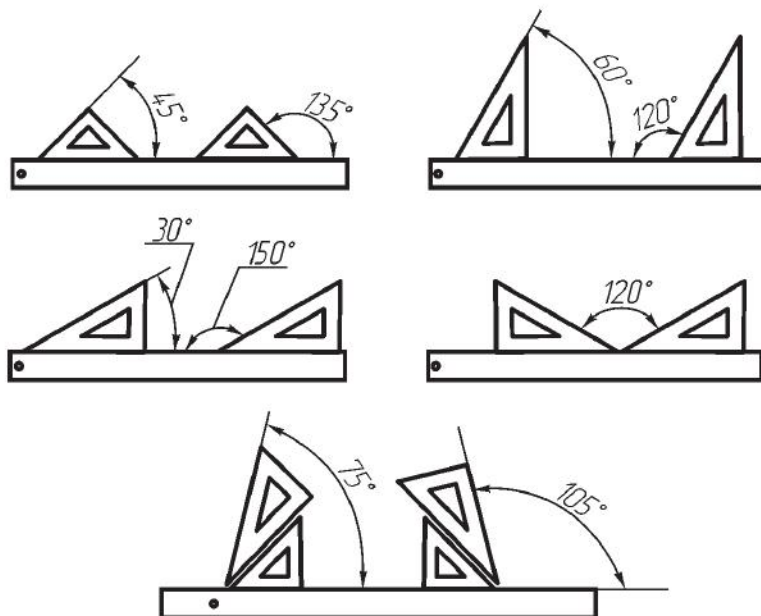


Рисунок 1.27 Примеры построения различных углов с помощью треугольников

Чтобы *разделить отрезок* на две равные части, нужно из концов отрезка A и B раствором циркуля чуть больше половины отрезка провести две дуги до взаимного пересечения в точках M и N . Полученные точки следует соединить прямой линией. Пересечение прямой AB с MN даст точку F , которая делит прямую пополам (рисунок 1.28). Одновременно отрезок MN является перпендикуляром к прямой AB .

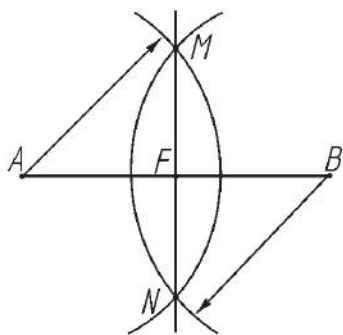
ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Рисунок 1.28 Деление отрезка прямой на две равные части с помощью циркуля

соединяют с вершиной угла A и тем самым делят угол на две равные части (рисунок 1.30).

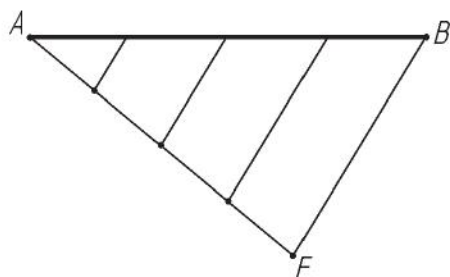


Рисунок 1.29 Деление отрезка на n равных частей

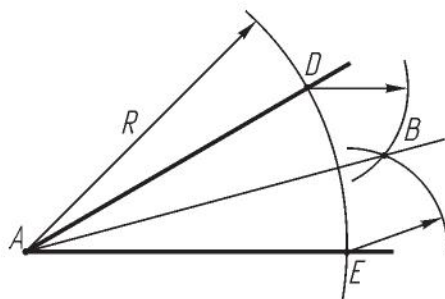


Рисунок 1.30 Деление угла пополам

Практическое задание

1. Выполните в тетради при помощи двух треугольников построения различных углов, показанных на рисунке 1.27.
2. При помощи треугольника и линейки или двух треугольников постройте линии различного направления: горизонтальные, вертикальные, наклонные.
3. Разделите отрезок произвольной длины в соотношении 3:2.
- 4*. Без помощи транспортира постройте угол в 15° .
- 5*. Используя возможности Интернета и другие источники информации, изучите способы деления угла на три равные части.

Деление окружности на равные части

4.2 Деление окружности на равные части

На рисунке 1.31 изображены предметы, в контурах которых использовано деление окружности на равные части: эмблема автофирмы, автомобильный диск, элемент узора, плашка (инструмент для нарезания резьбы).

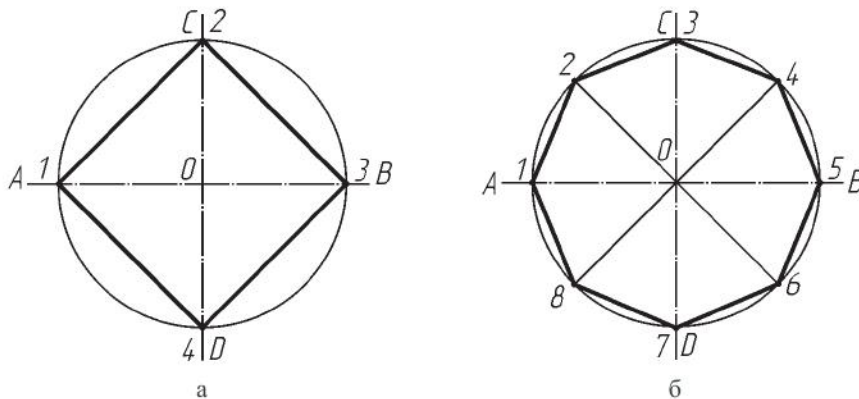
Приемы деления окружности на равные части человек использовал с незапамятных времен. Например, превращение колеса из сплошного диска в обод со спицами поставило человека перед необходимостью распределить спицы в колесе равномерно. Выполняя изображение, люди искали точные способы построения такого колеса с помощью чертежных инструментов. Ознакомимся с ними.



Рисунок 1.31 Примеры предметов с делением окружности

Деление окружности на четыре и восемь равных частей. Окружность разделится на четыре равные части двумя взаимно перпендикулярными диаметрами. Соединив четыре точки по замкнутому контуру прямыми линиями, получают вписанный в окружность квадрат (рисунок 1.32 а).

Если два смежных угла разделить пополам, то окружность разделится на 8 частей (рисунок 1.32 б).

Рисунок 1.32 Построение вписанных в окружность фигур:
а – квадрата; б – восьмиугольника

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей. Чтобы разделить окружность на три равные части, нужно из конца одного диаметра провести дугу радиусом R , равным радиусу заданной окружности. Эта дуга пересекает данную окружность в точках 1, 2. Соединив полученные точки с противоположным концом диаметра 3, получают вписанный в окружность правильный треугольник (рисунок 1.33 а).

Если эти же действия выполнить из двух концов одного диаметра, окружность разделится на 6 частей (рисунок 1.33 б), а если эти построения сделать из концов двух взаимопересекающихся осей AB и CD , окружность разделится на 12 равных частей (рисунок 1.33 в).

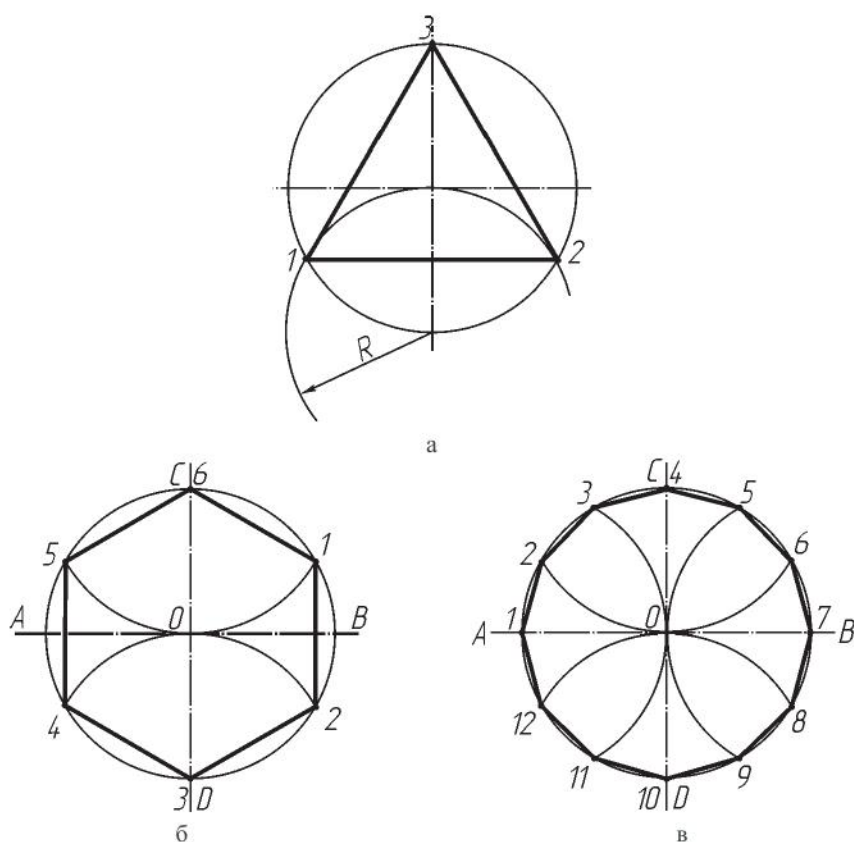


Рисунок 1.33 Деление окружности на равные части:
а – три; б – шесть; в – двенадцать

Деление окружности на пять равных частей (рисунок 1.34). Радиус делят пополам в точке C (рисунок 1.34 а). Из точки C как из центра проводят дугу радиусом, равным расстоянию CA , до пересечения со второй половиной это-

Деление окружности на равные части

го диаметра в точке B (рисунок 1.34 б). Отрезок AB – хорда, стягивающая дугу, длина которой равна $1/5$ длины окружности. Делая засечки на окружности радиусом R_1 , равным отрезку AB , делят окружность на пять равных частей. Начальную точку выбирают в зависимости от расположения пятиугольника (рисунок 1.34 в). Нельзя выполнять засечки последовательно в одну сторону, так как происходит накопление ошибки, и последняя сторона пятиугольника получается перекошенной. Выполнив деление и соединив найденные точки, получают правильный пятиугольник (рисунок 1.34 г).

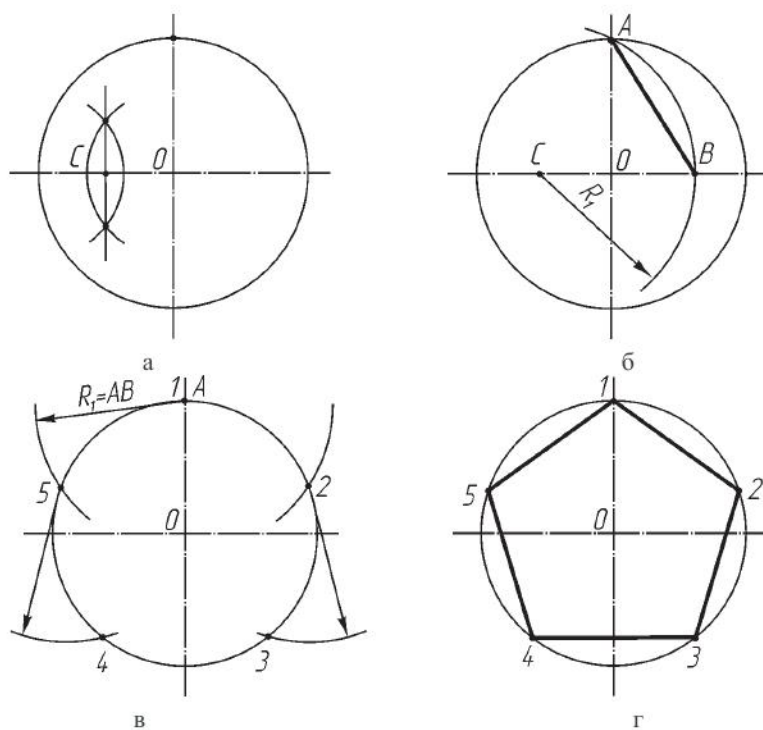


Рисунок 1.34 Последовательность деления окружности на пять равных частей

Деление окружности на семь равных частей (рисунок 1.35). Из любой точки окружности, например, точки A , радиусом заданной окружности проводят дугу до пересечения с окружностью в точках B и D (рисунок 1.35 а). Соединяют точки B и D прямой. Половина полученного отрезка (в данном случае отрезок BC) будет равна хорде, которая стягивает дугу, составляющую $1/7$ длины окружности. Радиусом, равным отрезку BC , делают засечки на окружности в последовательности, показанной на рисунке 1.35 б. Соединив последовательно все точки, получают правильный семиугольник (рисунок 1.35 в).

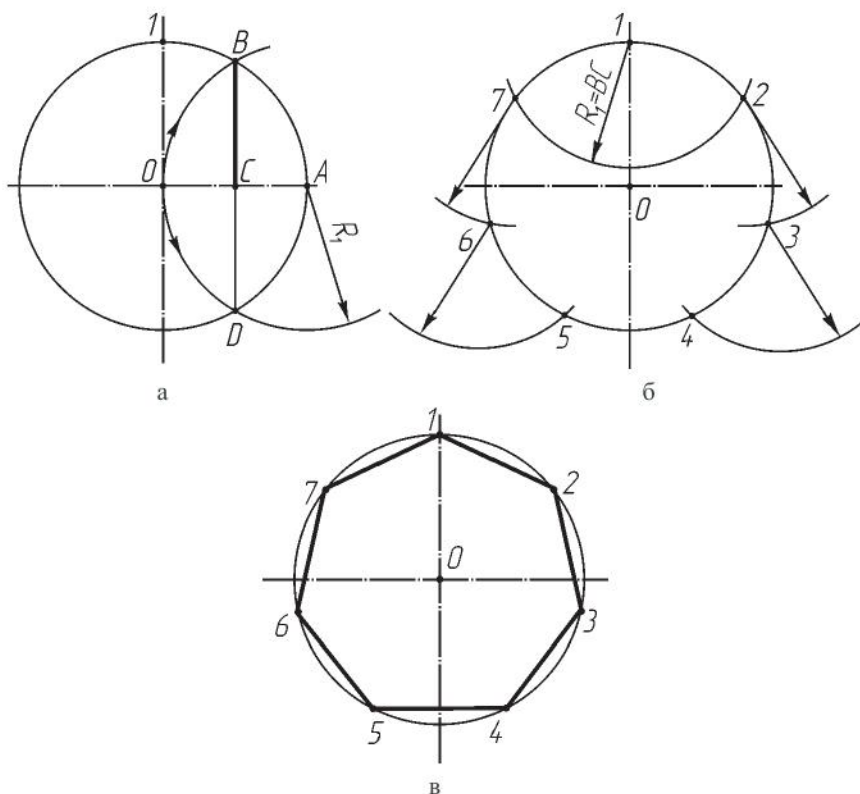
ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Рисунок 1.35 Последовательность деления окружности на семь равных частей

Деление окружности на произвольное число равных частей с достаточной точностью можно провести, пользуясь таблицей коэффициентов для подсчета длины хорды или стороны вписанного многоугольника (таблица 5).

Зная, на какое число (n) следует разделить окружность, находят по таблице 5 коэффициент k . При умножении коэффициента k на диаметр окружности получают длину хорды l , которую циркулем откладывают на окружности n раз.

Например, чтобы разделить окружность диаметром 120 мм на 15 частей, находят по таблице коэффициент $k = 0,208$. Длина хорды (сторона пятнадцатиугольника, вписанного в окружность) будет равна $120 \times 0,208 = 24,96$ мм. Вычислив длину хорды (≈ 25 мм), откладывают ее циркулем на окружности 15 раз.

Существует другой способ деления окружности на произвольное число равных частей (см. ЭП).



Таблица 5

Таблица коэффициентов хорд*

Число делений окружности n	Коэффициент k	Число делений окружности n	Коэффициент k
3	0,866	11	0,282
4	0,707	12	0,259
5	0,587	13	0,239
6	0,5	14	0,223
7	0,434	15	0,208
8	0,383	16	0,195
9	0,342	17	0,184
10	0,309	18	0,174

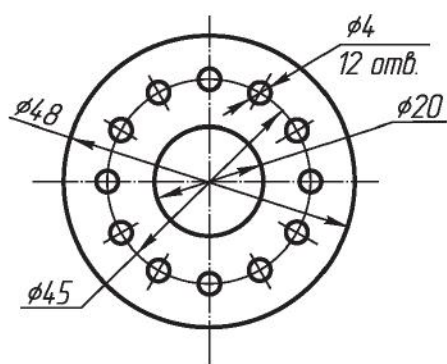
*Примечание: приведена выдержка из таблицы коэффициентов.

Контрольные вопросы

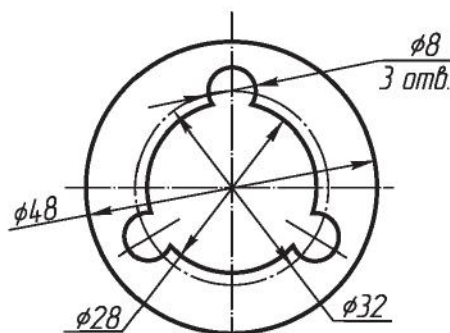
1. Как в окружность вписать правильный шестиугольник, десятиугольник?
2. Как разделить окружность на 14 дуг?
3. Как воспользоваться таблицей коэффициентов хорд?

Практическое задание

1. Окружность диаметром 80 мм разделите на 13 равных дуг. Построение выполните в тетради.
2. Как разделить прямой угол на три равных угла?
- 3*. Вычертите детали, изображенные на рисунках, и проставьте размеры.



а



б

Чертежи к заданию 3: а – прокладка; б – шайба



ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

4.* Изобразите существующие или придуманные: орнамент, эмблему, логотип или украшение (брошь, заклепку) с использованием деления окружности.



Графическая работа № 3

На формате А4 по указанию учителя выполните контур детали и нанесите размеры (см. Приложение 2).

4.3 Сопряжения

Что объединяет эти предметы (рисунок 1.36)? Внимательно рассмотрев их, можно заметить, что все они содержат скругления – плавный переход от одной линии к другой. Такой плавный переход одной линии в другую называется *сопряжением*.

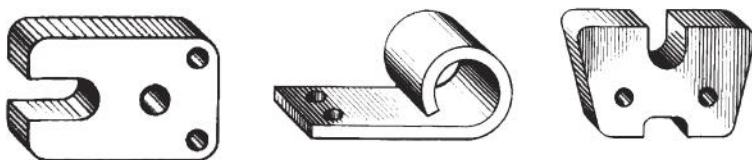


Рисунок 1.36 Примеры изделий, содержащих в своей форме элементы сопряжения

Изделия более сложной конфигурации, содержащие в своей форме криволинейные очертания – циркульные и лекальные кривые, представлены на рисунке 1.37.

При построении сопряжения необходимо определить границу, где кончается одна линия и начинается другая, т. е. найти на чертеже точку перехода, которая называется *точкой сопряжения (касания)*.



Рисунок 1.37 Примеры изделий сложной конфигурации

Сопряжения

На рисунке 1.38 приведено сопряжение двух параллельных прямых. Для решения этой задачи необходимо провести дугу окружности, касательной к этим прямым. Радиус этой окружности будет равен половине расстояния между заданными прямыми. Точки касания K и K_1 лежат на перпендикуляре, опущенном из центра O .

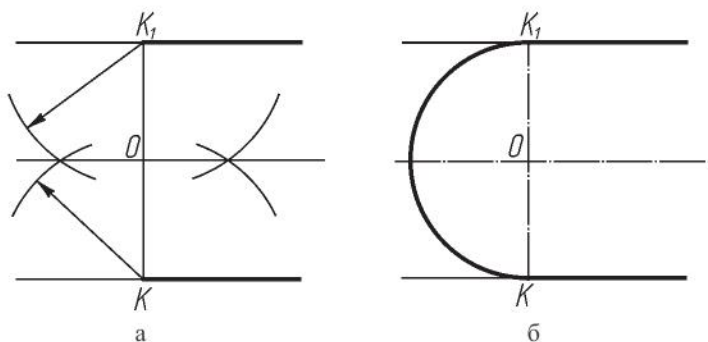


Рисунок 1.38 Сопряжение двух параллельных прямых

Сопряжение двух непараллельных прямых. Две непараллельные прямые могут располагаться друг к другу под углом. При выполнении чертежей деталей такие углы необходимо скруглить дугой заданного радиуса (рисунок 1.39).

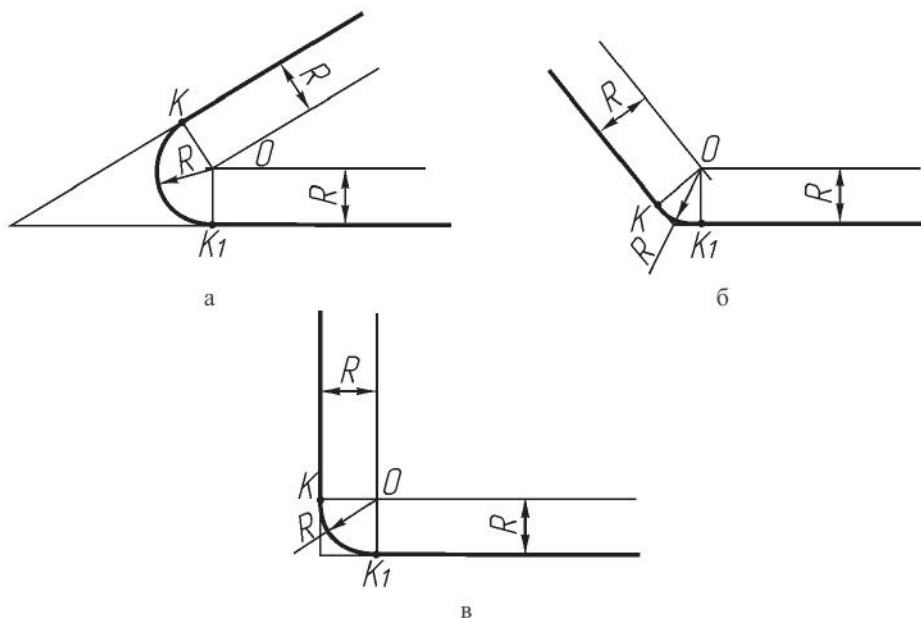


Рисунок 1.39 Сопряжения углов: а – острого; б – тупого; в – прямого

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Для выполнения сопряжения необходимо найти центр дуги сопряжения – O и точки сопряжения K и K_1 .

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

Внешнее сопряжение двух заданных окружностей дугой заданного радиуса получается в том случае, если обе сопрягаемые окружности располагаются снаружи сопрягающей дуги (рисунок 1.40 а).

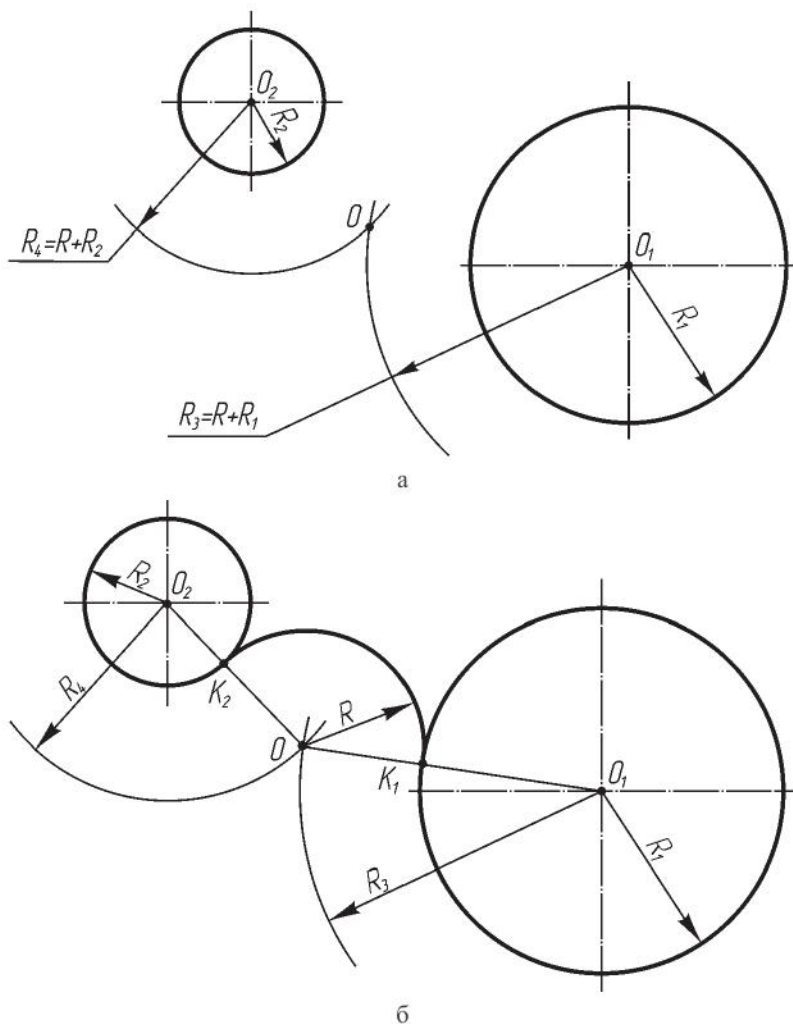


Рисунок 1.40 Внешнее сопряжение

Сопряжения

Даны две окружности радиусов R_1 и R_2 . Требуется построить внешнее сопряжение дугой радиуса R . Для окружности радиуса R_1 центр дуги сопряжения находится на линии, проведенной радиусом $R_3 = R + R_1$ из центра O_1 . Для окружности радиуса R_2 центр дуги сопряжения лежит на линии, проведенной радиусом $R_4 = R + R_2$ из центра O_2 . Эти дуги проводят до взаимного пересечения в точке O . Соединяя точку O с центрами O_1 и O_2 , в пересечении с заданными окружностями получают точки сопряжения K_1 и K_2 . Из точки O радиусом R от точки K_1 до точки K_2 проводится дуга сопряжения (рисунок 1.40 б).

Внутреннее сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса получается тогда, когда сопрягаемые окружности располагаются внутри сопрягающей дуги (рисунок 1.41).

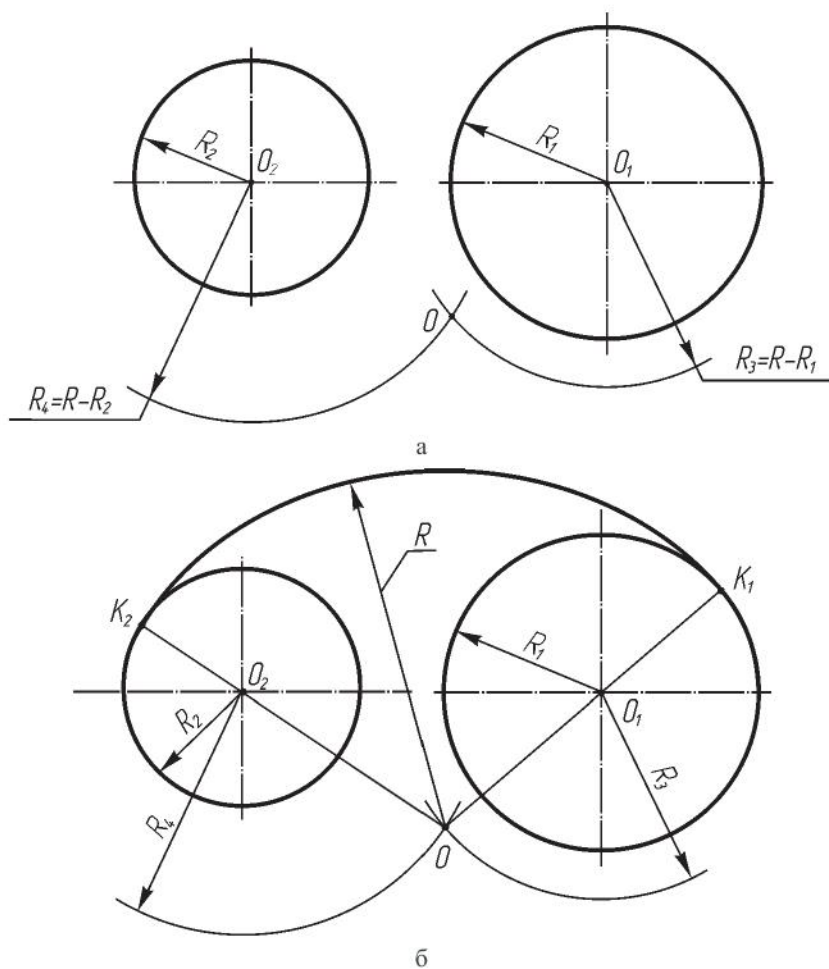


Рисунок 1.41 Внутреннее сопряжение

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Центр сопряжения будет находиться от центров заданных окружностей на расстоянии, равном разности радиусов.

Даны две окружности с радиусами R_1 и R_2 . Требуется построить внутреннее сопряжение дугой радиуса R . Для окружности радиуса R_1 центр дуги сопряжения находится на линии, проведенной радиусом $R_3 = R - R_1$. Для окружности радиуса R_2 центр дуги сопряжения находится на линии, проведенной радиусом $R_4 = R - R_2$ (рисунок 1.41 а).

Из центров O_1 и O_2 радиусами R_3 и R_4 проводят дуги до взаимного пересечения в точке O , которая будет центром дуги сопряжения, а точки сопряжения находят, соединяя O с O_1 и O_2 прямыми линиями, которые продлевают до пересечения с заданными окружностями в точках K_1 и K_2 (рисунок 1.41 б).

Смешанное сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса происходит в том случае, если дуга сопряжения с одной окружностью имеет внешнее касание, а с другой – внутреннее. Порядок выполнения этого построения хорошо виден на рисунке 1.42.

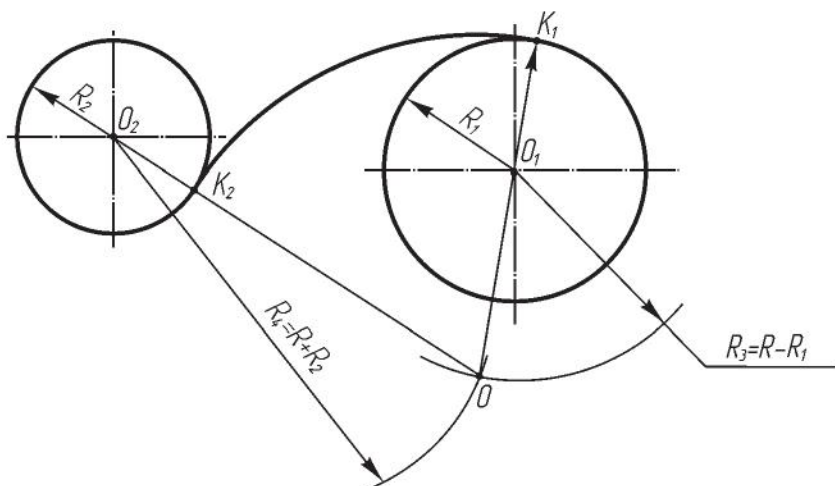


Рисунок 1.42 Смешанное сопряжение

Сопряжение прямой и дуги окружности дугой заданного радиуса. Рассмотрим внешнее касание (рисунок 1.43).

Чтобы построить сопряжение дугой радиуса R , необходимо найти центр дуги сопряжения. Для этого проводится линия на расстоянии R , параллельная заданной прямой, и дуга из центра O , радиус которой $R + R_1$. В пересечении прямой и дуги получают точку O_1 , которая является центром дуги сопряжения. Затем находят точки сопряжения K и K_1 .

Сопряжения

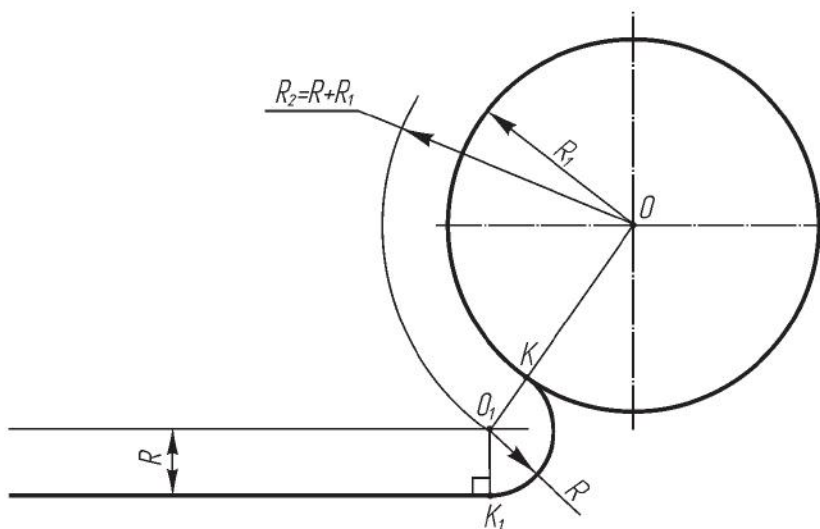


Рисунок 1.43 Внешнее касание

Внутреннее касание строится аналогично внешнему, только радиус R_2 равен разности $R - R_1$ (рисунок 1.44).

Самостоятельно составьте алгоритм построения и выполните сопряжение.

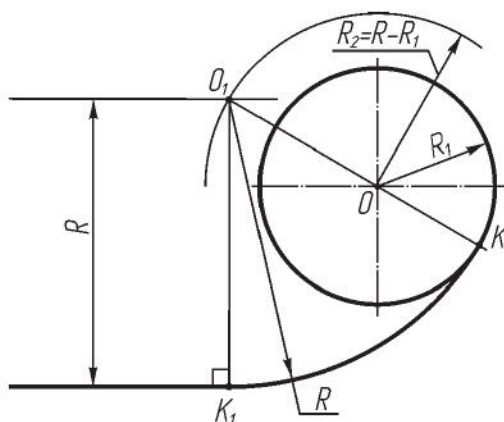


Рисунок 1.44 Внутреннее касание

Контрольные вопросы

1. Что называется сопряжением?
2. Как определяют точки касания при сопряжении двух окружностей с помощью дуги окружности?
3. В чем заключается сущность сопряжения прямой и дуги?

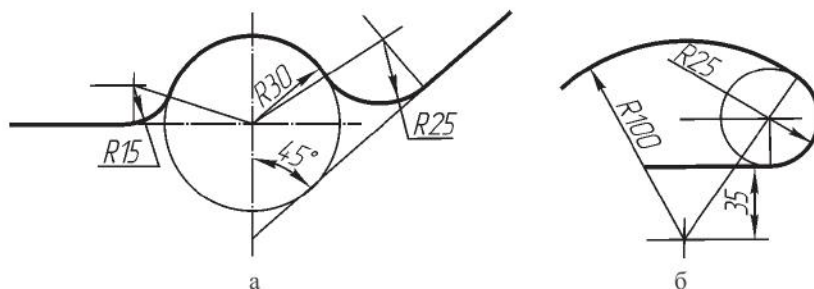


ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ



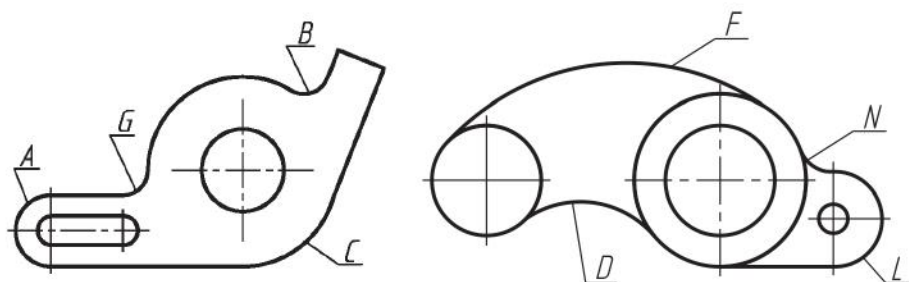
Практическое задание

1. В рабочей тетради выполните сопряжения.



Чертежи к заданию 1

2. Проанализируйте изображения, определите типы сопряжений, обозначенных буквами А, В, С и т. д., заполните таблицу:



Чертежи к заданию 2

Форма записи

Тип сопряжения	Обозначение на чертеже
окружности и прямой дугой заданного радиуса	
двух окружностей заданного радиуса (внешнего)	
двух окружностей заданного радиуса (внутреннего)	
двух параллельных прямых дугой заданного радиуса	
углов	
двух окружностей заданного радиуса (смешанного)	

Коровые и лекальные кривые линии

4.4* Коровые и лекальные кривые линии

В очертаниях отдельных элементов деталей машин и механизмов, изделиях прикладного искусства, строительных конструкциях встречаются плоские кривые линии.

Их делят на две группы в зависимости от способов выполнения: коровые (циркульные) кривые, состоящие из дуг окружностей, и лекальные кривые, которые строят по точкам.

Лекальные кривые называются так потому, что при их построении используются лекала. Принадлежащие им точки не лежат на окружностях или дугах, их строят по определенным законам, соединяют плавной линией от руки и обводят по лекалу (парабола, гипербола, синусоида и пр.).

Эллипс. Заданы оси эллипса AB (большая) и CD (малая). Требуется построить эллипс. Поэтапное построение показано на рисунке 1.45 а, б, в.

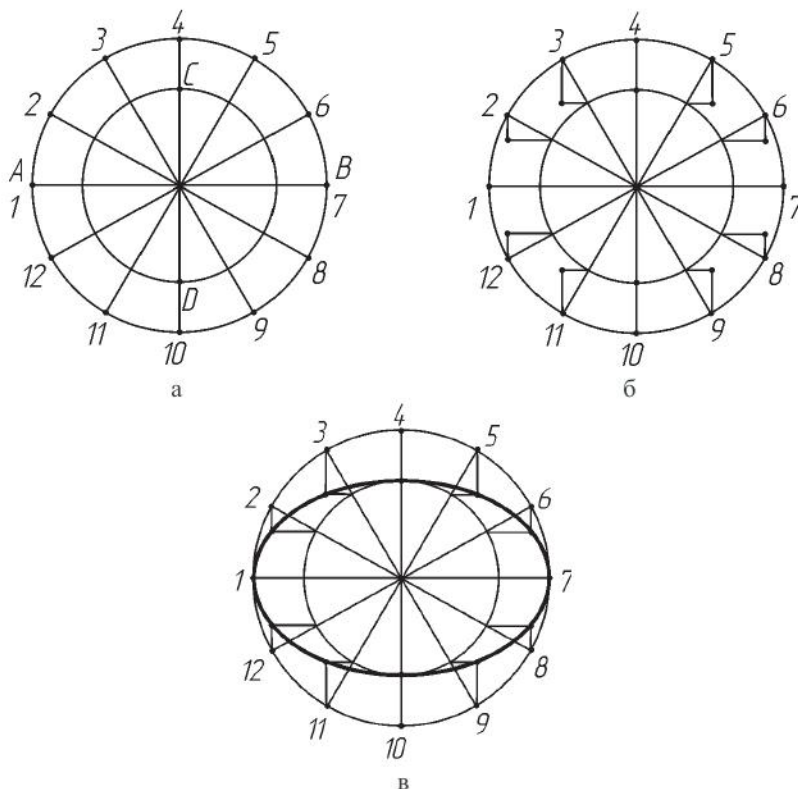


Рисунок 1.45 Построение эллипса

Коровыми называются кривые, образованные сопряжением дуг окружностей разных радиусов.

ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

К коробовым кривым относятся овалы, овоиды, завитки и т. п.

Овал – замкнутая коробовая кривая, имеющая две оси симметрии. Для его построения нужно найти четыре центра дуг и четыре точки сопряжения. Существуют несколько способов построения овала: по двум заданным осям – большой и малой либо по одной большой оси.

Известно, что на наглядных изображениях окружность изображается в виде эллипса, большая ось которого $1,22d$, а малая – $0,7d$ (d – диаметр окружности). Поэтапное построение овала, которым принято заменять эллипс, показано на рисунке 1.46.

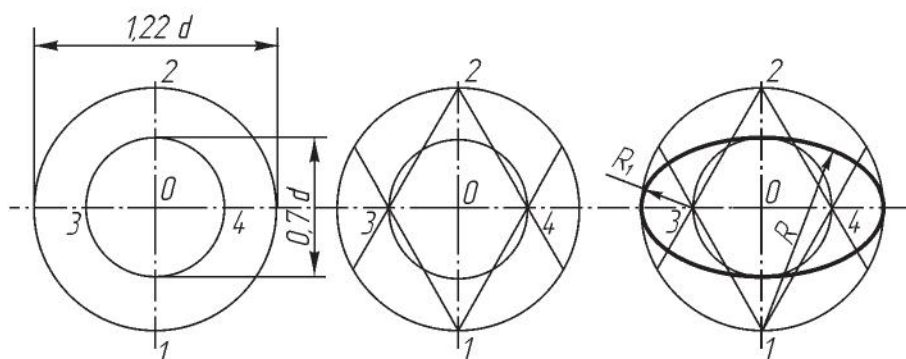


Рисунок 1.46 Построение овала

Овоид представляет собой овал, имеющий одну ось симметрии. Овоид задают диаметром или радиусом основной окружности. На рисунке 1.47 а хорошо видно построение овоида.

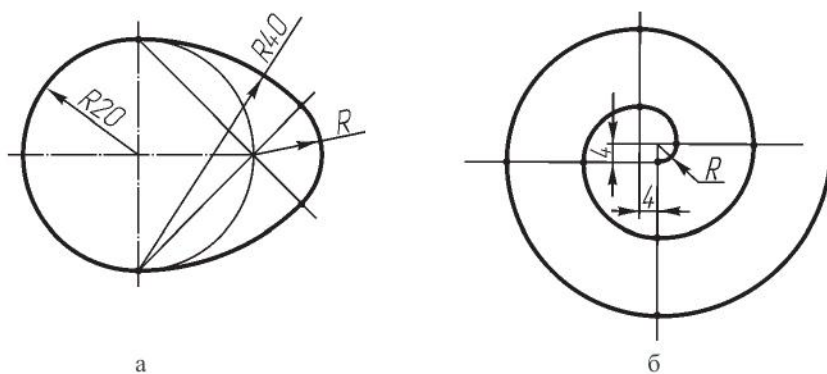


Рисунок 1.47 Примеры коробовых кривых: а – овоид, б – завиток

Завиток представляет собой плоскую кривую линию, по форме похожую на спираль и состоящую из нескольких дуг различных радиусов, проведен-

Коровые и лекальные кривые линии

ных последовательно из нескольких центров (рисунок 1.47 б). В данном случае показан завиток, в центре которого квадрат. Существуют и другие завитки: с центром – «глазком» в виде треугольника, окружности. Попробуйте построить их.

Описанные в данной главе геометрические построения широко применяются при выполнении не только чертежей технических деталей, но и при изготовлении изделий декоративно-прикладного искусства с узорами, кружевами, резьбой по дереву или металлу, в архитектуре, дизайне и др.

Практическое задание

1. Опираясь на рисунок 1.47, постройте овоид, диаметр основной окружности которого равен 84 мм.

2*. Составьте алгоритмы построения эллипса и овала. Постройте овал и эллипс, большие оси которых равны 90 мм, а малые – 65 мм.

*Графическая работа № 4*

На формате А4 (по указанию учителя) выполните контур одной из деталей. Нанесите размеры (см. Приложение 3).

*Для дополнительного чтения*

Применение геометрических построений в технике,
архитектуре и искусстве



Деление окружности на равные части применяется в строительстве, архитектуре, декоративно-прикладном искусстве и в технике. Элементы деления окружности использовали для наиболее точного изготовления архитектурных украшений фасадов и куполов древних соборов, храмов и мечетей. Создание шанырака – навершия казахской юрты – тоже начиналось делением окружности: на 4 равные части – для поперечников и до 107 – в зависимости от количества уюков.



ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Элементы с делением окружности на равные части и плавными переходами используются в орнаментах и узорах декоративно-прикладного творчества многих народов мира, в том числе в казахском национальном орнаменте.



Сопряжения очень часто можно встретить в повседневной жизни. Поверхности самолетов, автомобилей, скоростных поездов всегда имеют обтекаемую форму, что позволяет им развивать большую скорость по законам аэродинамики.

Форма поворота на скоростной трассе – дуга. Радиус кривизны дороги рассчитан на определенную скорость движения транспортных средств.

Обратите внимание на плавные контуры офисных кресел, компьютерных столов и другой мебели. Рукоятки инструментов, рычаги приборов, дверные ручки и многие другие предметы повседневного пользования также имеют округлую форму. Во многих случаях отсутствие острых углов обусловлено требованиями техники безопасности, технологией изготовления, расчетами на прочность, эргономикой (удобством пользования).



РАЗДЕЛ 2 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Глава 5 Методы проецирования

Цели обучения: *знать и понимать методы и способы проецирования.*

Ключевые слова: *начертательная геометрия; чертеж; метод проецирования; виды проецирования; проецирующие лучи; центр проецирования; проекция; плоскости проекций; оси проекций; линия связи; постоянная линия чертежа, виды.*

В основе теории и практики графических изображений лежит наука – *начертательная геометрия*. Она является разделом геометрии, в котором пространственные формы изучаются при помощи их изображений на плоскости. Такие изображения, выполненные по определенным правилам и с помощью чертежных инструментов, называются *чертежами*.

Конструкторы, дизайнеры, строители и механики должны свободно владеть умением читать и строить чертежи.

Требованиям наглядности и измеримости удовлетворяют чертежи, построенные при помощи *метода проецирования*. Он состоит в том, что через точки, данные в пространстве, проводят прямые (*проецирующие линии* или *лучи*) и находят точки пересечения этих прямых с заданной поверхностью. Полученные точки называют *проекциями* точек на заданной поверхности.

При проецировании находящиеся в пространстве точки принято обозначать прописными буквами латинского алфавита *A, B, C...* или цифрами *1, 2, 3...*, а прямые – двумя буквами *AB, CD...*, цифрами *12, 34...* или строчными буквами *a, b, c...* Плоскости и поверхности обозначаются прописными буквами греческого алфавита: Γ (гамма), Θ (тэта), K (каппа), П (пи), Ψ (пси), Ω (омега) и другими или несколькими буквами латинского алфавита, например, *ABC, KLMN* и др. Плоскости, на которых строят изображения, называют плоскостями проекций и обычно обозначают заглавной буквой *П* (пи) греческого алфавита с индексами (*П₁, П₂...*).

5.1 Основные методы проецирования

Существуют два основных вида проецирования: *центральное* и *параллельное*.

Возьмем в пространстве произвольную точку *C* и какую-нибудь плоскость *П*. Через точку *C* проводят прямую так, чтобы она пересекла плоскость *П* в некоторой точке *C_П*.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Плоскость, на которой получается проекция – это *плоскость проекций*. Луч SC называется *проецирующим лучом*. Точка, из которой исходят лучи, называется *центром проецирования*. В данном случае – это точка S . Если проецирующие лучи исходят из одной точки, проецирование является *центральной* (рисунок 2.1), а ее результат – точка C_{Π} – будет центральной проекцией точки C .

На рисунке 2.1 а показаны примеры выполнения центрального проецирования точек C, D , отрезков AB и m на плоскость Π . Если прямая m проходит через точку S , то она проецируется в точку m_{Π} . Если точка D принадлежит плоскости Π , то ее проекция D_{Π} совпадает с самой плоскостью. На изображениях проекции совпадающих точек обозначают знаком $=$, например: $D = D_{\Pi}$, как на рисунке 2.1 б.

Проекцией кривой ABC будет совокупность проекций всех ее точек (рисунок 2.1 б).

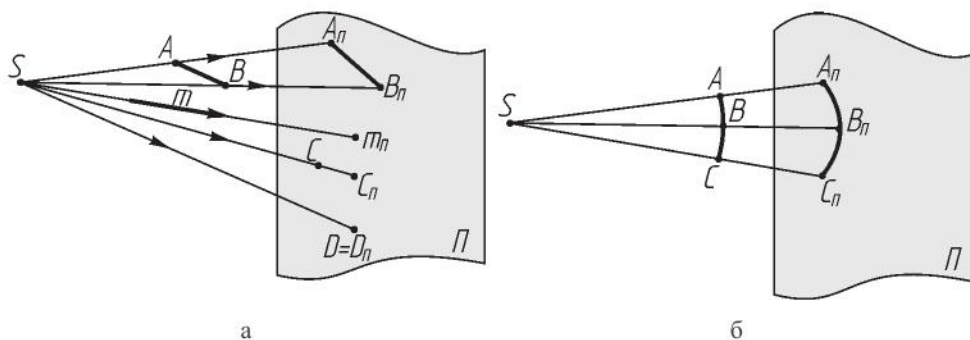


Рисунок 2.1 Центральное проецирование

Центральную проекцию часто называют *перспективной*. По принципу центрального проецирования получаются тени, отброшенные от свечи, фонарика или лампочки, работают фото- и кинокамеры. Упрощенная схема работы человеческого глаза близка к этому виду проецирования. Поэтому изображения, построенные по принципу центрального проецирования, наиболее наглядны, их широко используют художники, архитекторы, дизайнеры и многие другие специалисты.

Если проецирующие лучи параллельны друг другу (рисунок 2.2 а), то проецирование называется *параллельным*, а полученная проекция – параллельной. Параллельной проекцией можно условно считать солнечные тени предметов.

При параллельном проецировании все лучи падают на плоскость проекций под одинаковым углом. Если это любой угол, отличный от 90° , как на рисунке 2.2 а, то проецирование называется *косоугольным*.

Основные методы проецирования

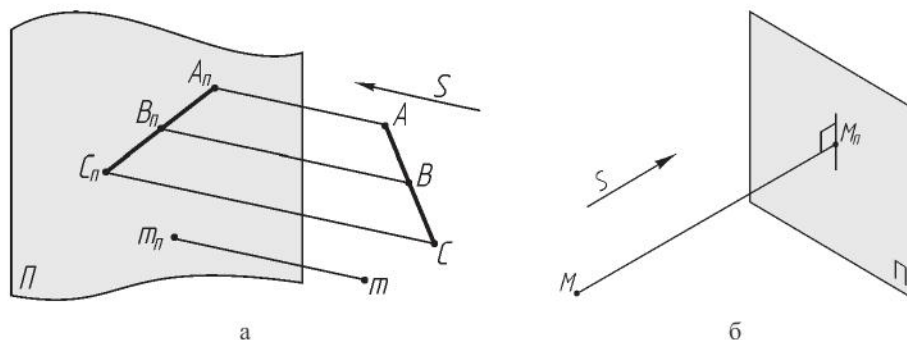


Рисунок 2.2 Косоугольное и прямоугольное проецирование

В том случае, когда проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проецирования (рисунок 2.2 б), т. е. составляют с ней угол 90° , проецирование называется *прямоугольным*. Полученная при этом проекция называется *прямоугольной* или *ортогональной*.

Большинство технических чертежей строится методом прямоугольного проецирования.

Для параллельного проецирования характерны следующие свойства:

- проекция точки всегда точка, проекция прямой – прямая;
- если точка принадлежит прямой, то проекция точки лежит на проекции прямой;
- если заданные прямые пересекаются, их проекции тоже пересекаются. Точка пересечения проекций есть проекция точки пересечения данных прямых (рисунок 2.3 а);
- если прямые параллельны друг другу в пространстве, их соответствующие проекции также параллельны (рисунок 2.3 б).

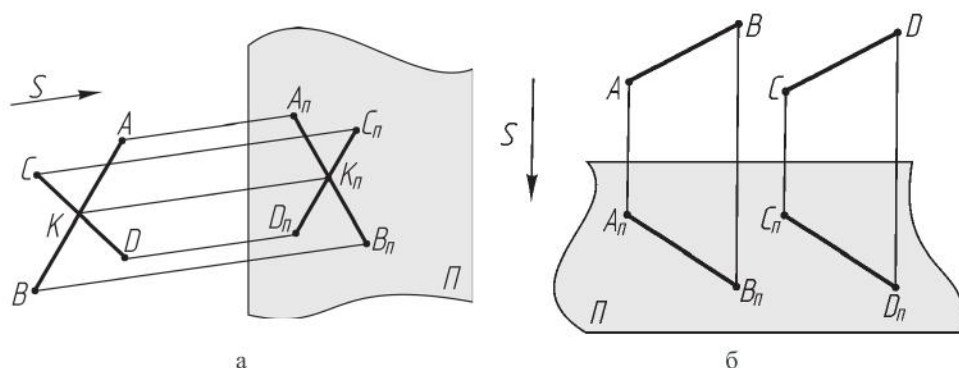


Рисунок 2.3 Свойства проецирования отрезков прямых линий

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Всякий предмет, имеющий плоские поверхности, ограничивается вершинами, ребрами, гранями (рисунок 2.4). Следовательно, чтобы научиться изображать на чертежах разнообразные предметы, нужно знать, как в прямоугольных проекциях изображаются вершины (точки), ребра (отрезки прямых), грани предметов (части плоскости).

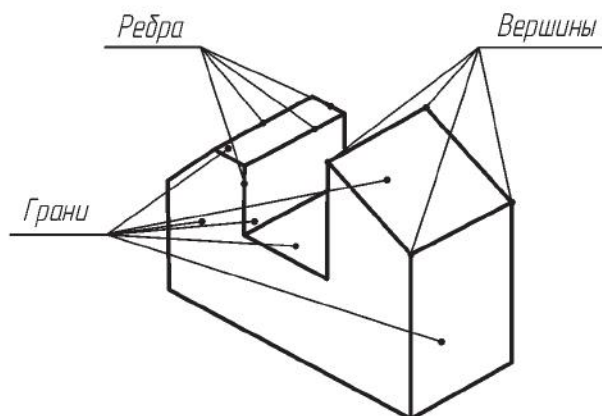


Рисунок 2.4 Предмет как совокупность геометрических элементов

Представим, что из окна перпендикулярно стене падают лучи света – проецирующие лучи. Перед стеной (параллельно ей) расположен лист плотной бумаги. На стене образуется тень, равнозначная проекции предмета (рисунок 2.5 а). Каковы ее размеры? В данном случае проекция $A_1B_1C_1D_1$ по форме и размерам соответствует объекту проецирования – прямоугольнику $ABCD$.

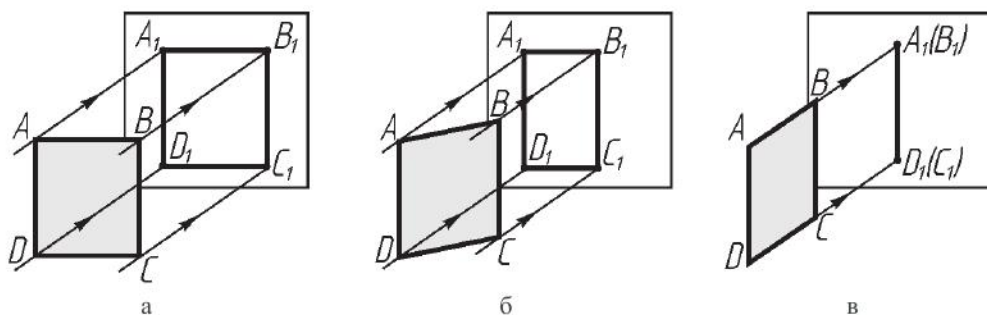


Рисунок 2.5 Проецирование плоской фигуры

Как будет изменяться проекция, если изображаемый предмет поворачивать, например, вокруг ребра AD ?

При повороте тень будет сокращаться по ширине (линии A_1B_1 и C_1D_1 на рисунке 2.5 б становятся короче).

Основные методы проецирования

Продолжая поворачивать лист бумаги, можно заметить, что в положении, перпендикулярном стене, изображение листа превратилось в линию (рисунок 2.5 в), но высота предмета осталась неизменной, т. е. линии A_1D_1 и B_1C_1 по длине не исказились.

Изучив рисунок 2.5, сформулируйте выводы о том, как проецируются грани и ребра предмета, расположенные параллельно, перпендикулярно или наклонно к плоскостям проекций.

Для успешного изучения основ технической графики необходимо усвоить следующее:

1. Отрезок прямой линии или плоская фигура, расположенные параллельно какой-либо плоскости проекций, проецируются на эту плоскость без искажения.

2. Если отрезок прямой или плоская фигура перпендикулярны к какой-либо плоскости проекций, то отрезок прямой проецируется на плоскость проекций в точку, а плоская фигура – в виде отрезка прямой линии.

3. Отрезки прямых линий и плоские фигуры, расположенные наклонно относительно плоскости проекций проецируются на нее искаженно.

4. Если какая-либо точка принадлежит плоской фигуре, то ее проекция соответственно принадлежит проекции плоской фигуры.

Контрольные вопросы

1. Что изучает начертательная геометрия?
2. Какие изображения называют рисунками, какие – чертежами?
3. Какие вам известны основные методы проецирования геометрических форм на плоскости?
4. Сформулируйте основные свойства параллельного проецирования.
5. Почему строить изображение в параллельной проекции проще, чем в центральной?
6. При прямоугольном проецировании проекция отрезка прямой не может быть длиннее самого отрезка. Почему?

Практическое задание

1. Вспомните все то, что вы узнали о перспективе из курса «Художественный труд». Подготовьте рефераты о методах построения перспектив.
- 2*. Используя Интернет, найдите изображения теней фигур животных, воспроизведенных с помощью рук. Изучите связь таких изображений с проецированием.



ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

5.2 Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций

Выполняя проекцию предмета, изображенного на рисунке 2.4, вы наверняка поняли, что одна проекция не дает полного представления о размерах предмета.

По полученной проекции мы сможем судить лишь о двух измерениях предмета – высоте и ширине, размере выемки, других элементах. А какова толщина предмета? Пользуясь полученной проекцией, мы этого сказать не можем. Значит, одна проекция не выявляет третьего измерения предмета. Чтобы по такому изображению можно было полностью судить о величине детали, его дополняют указанием толщины (s) детали (рисунок 2.6). Так можно поступить только в том случае, если предмет имеет плоскую форму, т. е. не содержит выступов, впадин и пр.

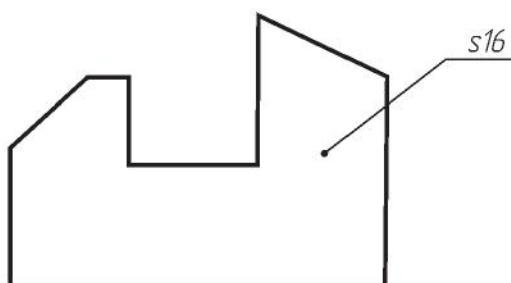


Рисунок 2.6 Упрощенное изображение модели, изображенной на рисунке 2.4

Предметы, объемная форма которых показана на рисунке 2.7 (тонкая прямоугольная пластина, треугольная призма, параллелепипед и часть цилиндра), могут иметь одинаковые проекции в виде прямоугольника. Форма этих предметов одной проекцией не выявляется.

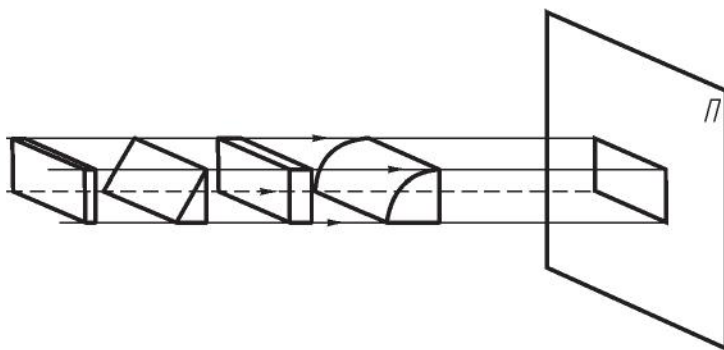


Рисунок 2.7 Проецирование на одну плоскость

Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций

Чтобы получить полное представление о форме и размерах предмета, его нужно спроецировать на две, три или более плоскости. Для того чтобы упростить процесс проецирования, плоскости проекций располагают взаимно перпендикулярно. Три плоскости проекций образуют трехгранный угол (рисунок 2.8 а).

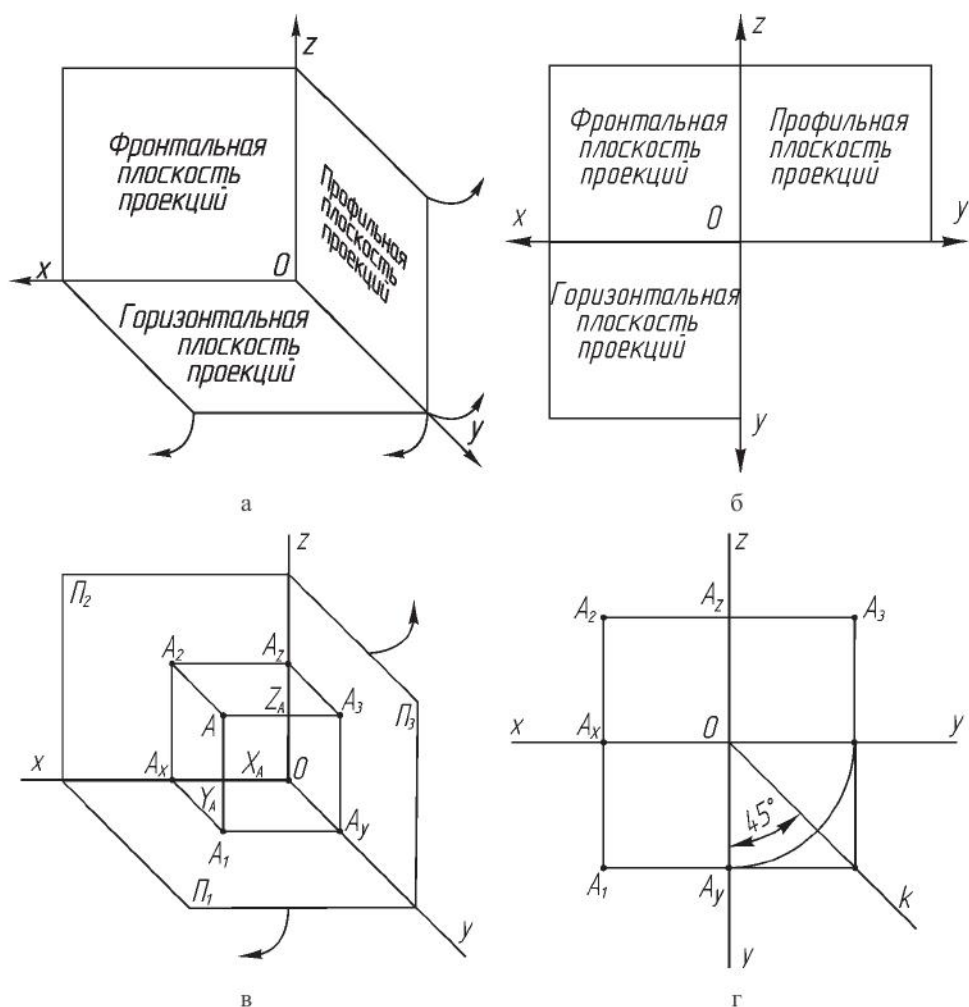


Рисунок 2.8. Плоскости проекций: а, б – положения плоскостей; в, г – проецирование точки на три плоскости проекций

Каждой плоскости проекций дано название и обозначение. Вертикальная плоскость проекций, расположенная перед нами, называется *фронтальной плоскостью проекций* (от фр. *frontal* – передний, лобовой). Под прямым углом

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

к ней располагается *горизонтальная плоскость проекций*. Перпендикулярно к этим плоскостям располагается еще одна вертикальная плоскость, которая называется *профильной плоскостью проекций* (от фр. *profil*, что означает «вид сбоку»). Эти плоскости обозначают буквами Π_1 , Π_2 и Π_3 или H , V , W .

Пересекающиеся плоскости проекций образуют прямые линии – оси проекций – x , y , z , исходящие из точки O .

Трехгранный угол разворачивают в одну плоскость. Π_2 остается неподвижной, Π_1 опускается вниз вокруг оси x , а Π_3 поворачивается вправо вокруг оси z (рисунок 2.8 б). Линии, ограничивающие плоскости проекций, можно не проводить.

Фронтальная, горизонтальная и профильная проекции точки располагаются в проекционной связи, т. е. горизонтальная проекция будет находиться точно под фронтальной (рисунок 2.8 в, г). Прямая, которая соединяет (т. е. связывает) на чертеже две проекции одной и той же точки, называется *линией связи*: (A_1A_2) , (A_2A_3) , (A_1A_3) . Профильную проекцию точки находят при помощи линий связи и линии k – *постоянной чертежа*.

Считают, что направление взгляда наблюдателя совпадает с направлением проецирующей прямой. При проецировании на плоскость проекций Π_1 взгляд на предмет направлен сверху, при проецировании на плоскость проекций Π_2 – спереди, а при проецировании на плоскость Π_3 – слева.

На рисунке 2.9 приведен чертеж модели, изображенной на трех плоскостях проекций.

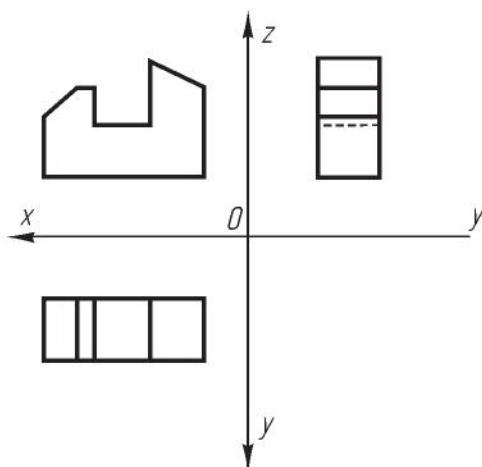


Рисунок 2.9 Три проекции модели

Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций

Способ прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости был разработан французским ученым-геометром Гаспаром Монжем в конце XVIII в. Поэтому такой способ часто называют *методом Монжа*.

Прямоугольные проекции недостаточно наглядны, но отличаются следующими положительными свойствами:

- 1) дают исчерпывающие сведения о предмете благодаря применению нескольких проекций;
- 2) отличаются простотой, так как каждая проекция представляет собой изображение объекта с одной стороны;
- 3) отличаются точностью и удобством измерения.

Прямоугольное проецирование является основным для изображения предметов во всех отраслях техники и строительства.



Далее будут рассмотрены чертежи, полученные прямоугольным проецированием на две или более взаимно перпендикулярные плоскости проекций и путем построения аксонометрических проекций. Для обозначения прямоугольных проекций будет применяться термин *комплексный чертеж*, или *чертеж*.

Для дополнительного чтения

Краткая история начертательной геометрии



Первые попытки построения проекционных изображений были сделаны в глубокой древности. Еще в Древнем Египте при строительстве сооружений применялись планы и фасады. Позже широко использовались горизонтальные и фронтальные проекции предметов, но без проекционной связи между ними.

Накопленные знания по теории и практике изображений пространственных форм на плоскости систематизировал и обобщил французский геометр и инженер Гаспар Монж (1746–1818 гг.), который свел решение разнообразных практических вопросов к рассмотрению небольшого числа основных, чисто геометрических задач. Монж является родоначальником начертательной геометрии в ее современном понимании. После опубликования его работ начертательная геометрия прочно укрепилась в высшей технической и художественной школах как основная учебная дисциплина, без которой было невозможно образование инженера, архитектора, художника.

В России курс начертательной геометрии впервые стал читаться в 1810 году в Петербургском институте корпуса инженеров путей сообщения французским инженером К. Потье, учеником Монжа. Свой вклад в развитие

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

внесли многие российские ученые-педагоги – Я. Севостьянов, Н. Макаров, В. Курдюмов и другие.

На протяжении многих лет во главе советской геометрической школы стоял известный ученый и педагог, профессор Н. Четверухин. Много работал над методикой преподавания графических дисциплин профессор В. Гордон, по учебнику которого обучались тысячи студентов технических вузов. До последнего времени пользуются учебниками, написанными учеными-педагогами: И. Вышнепольским, С. Боголюбовым, С. Розовым, А. Ботвинниковым и другими.

В настоящее время казахстанские ученые (Ы. Нәби, Ж. Есмұхан, К. Қонақбаев и др.) успешно совершенствуют начертательную геометрию, углубляя ее теоретические основы и расширяя сферы практического приложения.



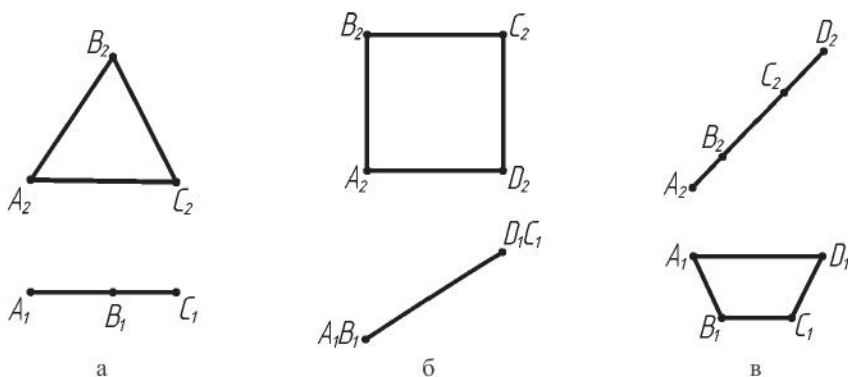
Контрольные вопросы

1. Каковы преимущества прямоугольного проецирования?
2. Подумайте, при каком условии ребро предмета проецируется в точку, при каком – в натуральную величину?
3. При каком условии ребро или грань предмета проецируются в линию, при каком – в натуральную величину?
4. Как называются и как располагаются плоскости проекций?
5. Какой элемент чертежа называют постоянной чертежа?
6. Как называется изображение, состоящее из прямоугольных проекций?



Практическое задание

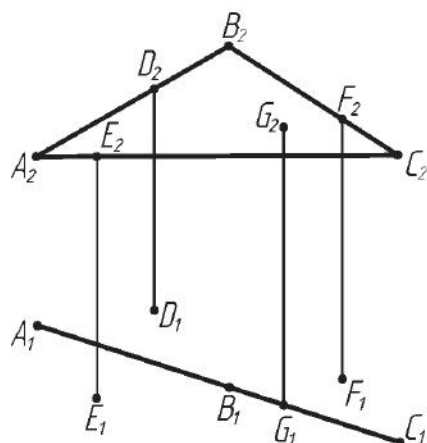
1. Какая из геометрических фигур перпендикулярна или параллельна какой-либо плоскости проекции?



Чертежи к заданию 1

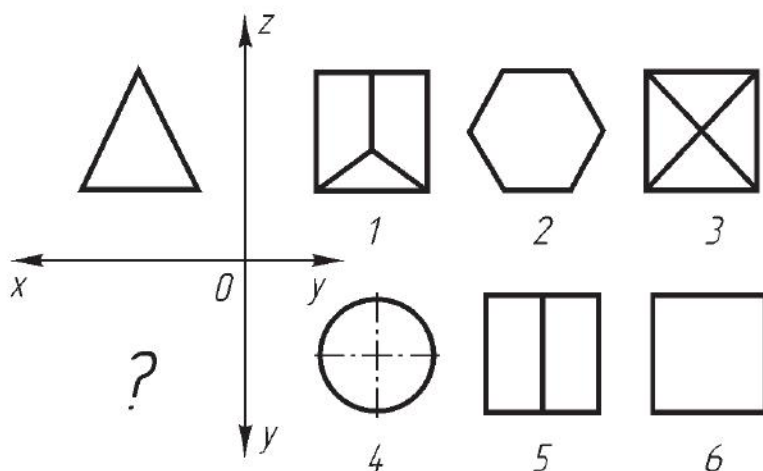
Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций

2*. Какая из точек D, E, F или G принадлежит плоскости треугольника ABC?



Чертеж к заданию 2

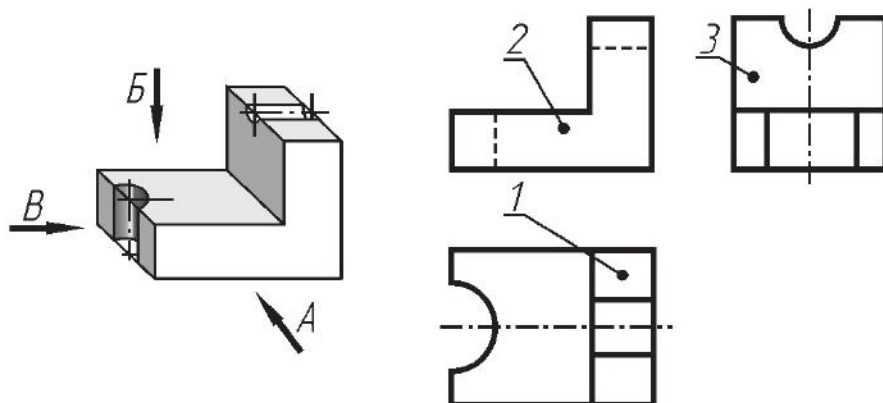
3*. Определите номера горизонтальных проекций предмета (1...6), которые соответствуют данной фронтальной проекции.



Чертеж к заданию 3

4*. На рисунке дано наглядное изображение и комплексный чертеж детали. На наглядном изображении стрелками и буквенными обозначениями показаны направления проецирования. Проекция детали обозначены цифрами: 1, 2, 3. Вам надо, не перечерчивая чертеж, заполнить в рабочей тетради таблицу.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



Чертеж к заданию 4

Форма записи

Направление проецирования	Номер изображения на рисунке	Наименование проекции

5.3 Чертежи тел в системе прямоугольных проекций

Цели обучения: знать и определять необходимое количество видов на чертеже и их расположение на двух и трех плоскостях проекций.

Ключевые слова: геометрические тела – призма, пирамида, цилиндр, конус, шар.

Предметы, которые нас окружают, как и детали машин, имеют, как правило, сложную реальную геометрическую форму. Однако, присмотревшись к ним внимательно, можно заметить, что некоторые из них состоят из одного или нескольких простых геометрических тел или их видоизмененных частей. Такими геометрическими телами, образующими форму предметов, являются призмы (рисунок 2.10 а), пирамиды (рисунок 2.10 б), цилиндры (рисунок 2.10 в), конусы (рисунок 2.10 г), шары и др.

Форма каждого геометрического тела имеет свои характерные признаки. По ним мы отличаем призму от цилиндра, пирамиду от конуса и т. п. Эти признаки используются при построении чертежей геометрических тел или состоящих из них предметов и деталей.

Чертежи тел в системе прямоугольных проекций

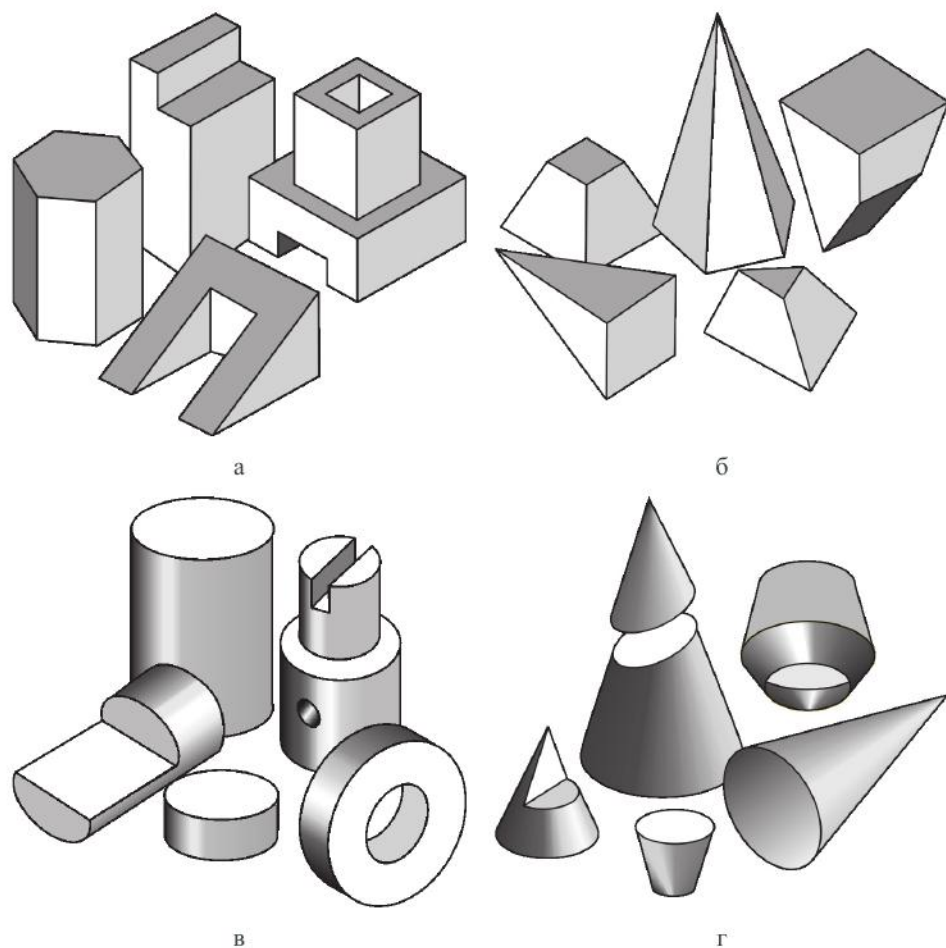


Рисунок 2.10 Геометрические тела

Чтобы облегчить чтение и выполнение чертежей, деталь мысленно расчленяют на составляющие ее части, имеющие изображения, характерные для известных нам геометрических тел.

Например, ось (рисунок 2.11 а) образована в результате присоединения к одному цилиндру другого, меньшего размера. Втулка (рисунок 2.11 б) получилась после того, как из цилиндра удалили другой цилиндр, меньшего диаметра.

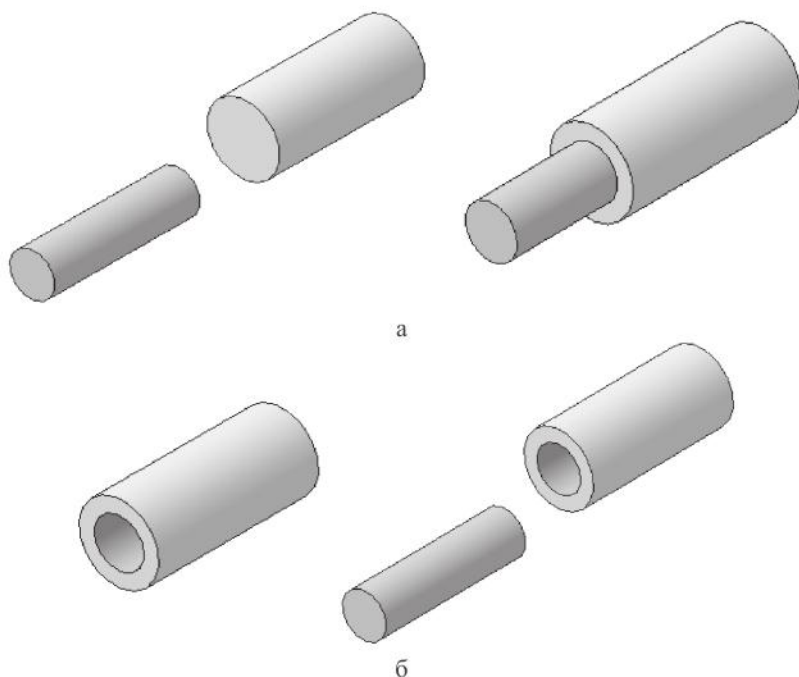
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

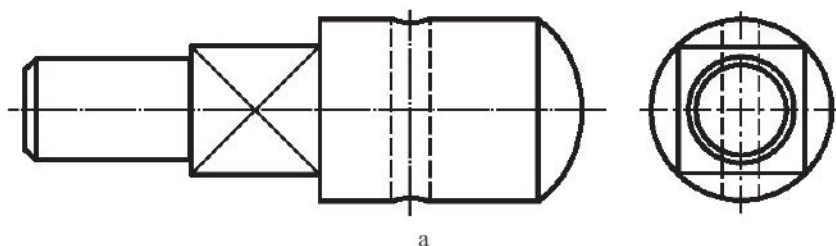
Рисунок 2.11 Деталь как сумма или разность геометрических тел

Мысленное расчленение предмета на составляющие его геометрические тела называется *анализом геометрической формы*.

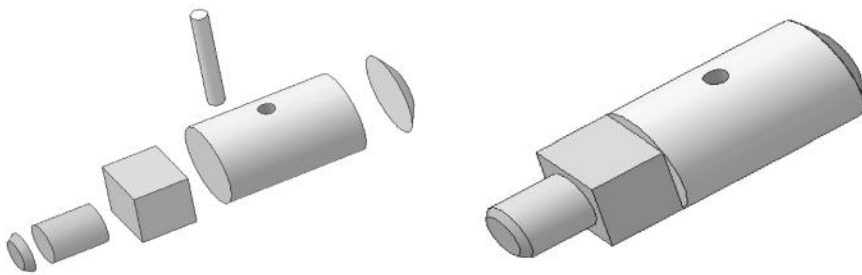
Из каких геометрических тел состоит деталь на рисунке 2.12?

Внимательно рассмотрев рисунок, можно заметить, что деталь состоит из усеченного конуса, цилиндра, куба, второго цилиндра, части шара. Из большего цилиндра удален элемент цилиндрической формы. Это хорошо видно на рисунке 2.12 б, где показан общий вид детали и ее элементы.

После такого анализа форму детали представить легче. Поэтому необходимо знать характерные особенности проекций геометрических тел. Все геометрические тела делятся на *многогранники* и *тела вращения*.



Чертежи тел в системе прямоугольных проекций



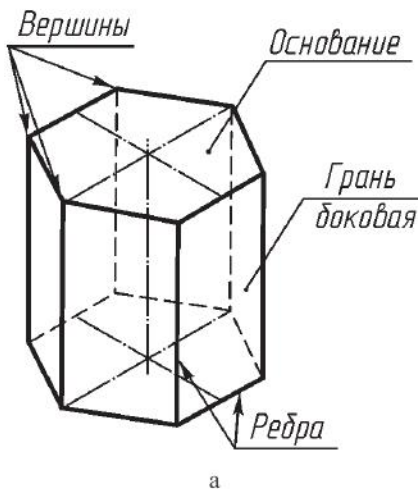
б

Рисунок 2.12 Анализ геометрической формы модели:
а – чертеж модели; б – составные части модели и ее наглядное изображение

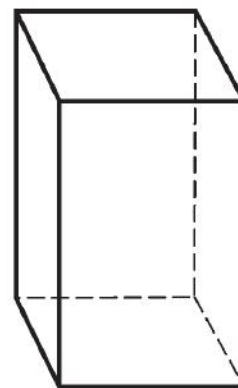
Рассмотрим подробнее, как на комплексном чертеже выглядят изображения простейших геометрических тел.

Многогранники – это геометрические тела, ограниченные плоскими многоугольниками.

Призма – многогранник, основаниями которого являются многоугольники, а боковыми гранями – четырехугольники (прямоугольники или параллелограммы). Элементы призмы показаны на рисунке 2.13 а, а на рисунке 2.13 б, в, г – различные виды призм. Определите, на каких рисунках изображены правильная, неправильная и наклонная призмы.



а



б

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

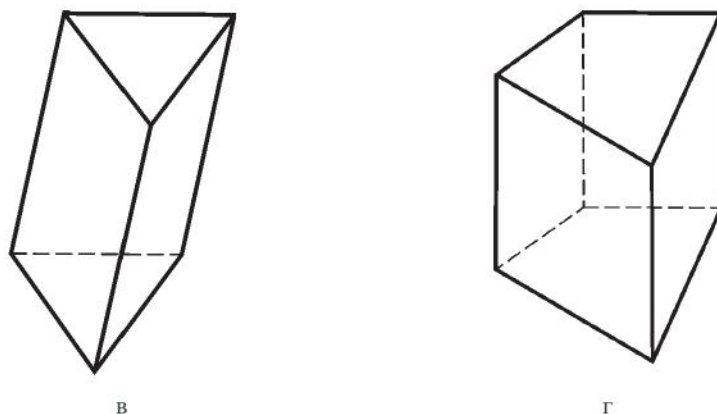


Рисунок 2.13 Призмы

Основания призм, параллельные горизонтальной плоскости проекций, изображаются на ней в натуральную величину, а на фронтальной и профильной плоскостях – в виде прямых линий. Боковые грани изображаются в натуральную величину на плоскостях проекций, которым они параллельны, и в виде линий на тех плоскостях, которым они перпендикулярны. Грани, наклоненные к плоскостям проекций, изображаются на них с искажениями.

Размеры призм определяются высотой и размерами фигуры основания. Штрихпунктирными линиями на чертежах проводятся оси симметрии, а невидимые линии – штриховыми.

На рисунке 2.14 приведены комплексные чертежи призм.

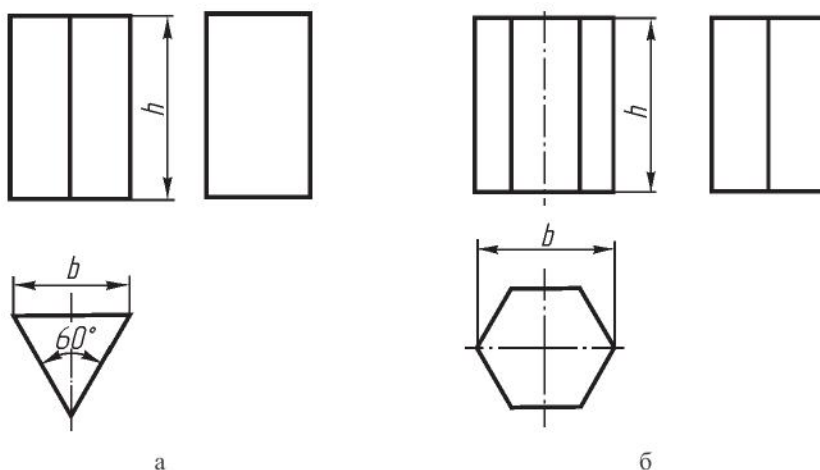


Рисунок 2.14 Чертежи треугольной и шестиугольной призм

Чертежи тел в системе прямоугольных проекций

Пирамида – многогранник, в основании которого лежит многоугольник, боковые грани являются треугольниками, имеющими общую вершину.

Элементы пирамиды показаны на рисунке 2.15 а.

Если все боковые грани имеют форму треугольников с одной общей вершиной, то такая пирамида называется *полной*.

Если в основании пирамиды лежит *правильный* многоугольник и ее высота проходит через центр основания, то такая пирамида называется *правильной* (рисунок 2.15 а). Во всех остальных случаях пирамида называется *неправильной* (рисунок 2.15 б, в).

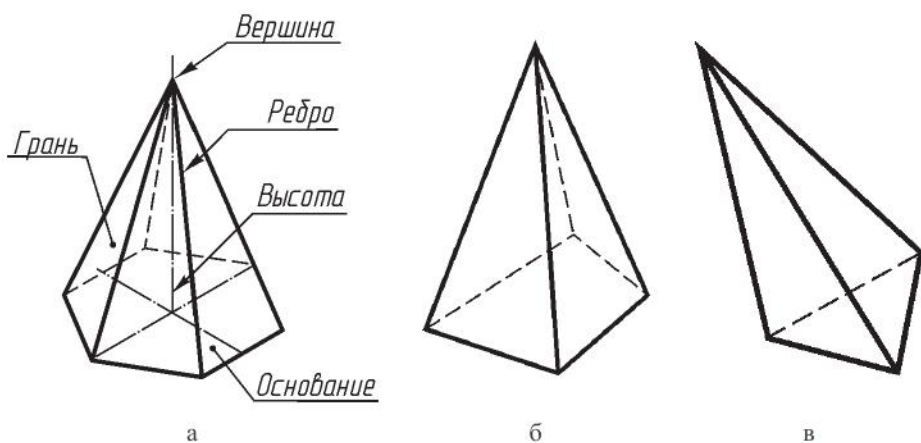


Рисунок 2.15 Пирамиды

В *правильной* четырехугольной пирамиде (рисунок 2.16) квадратное основание проецируется на горизонтальную плоскость в натуральную величину. На проекции основания пирамиды диагоналями изображаются боковые ребра, идущие от вершин основания к вершине пирамиды. Фронтальная и профильная проекции пирамиды – равнобедренные треугольники.

Размеры пирамиды определяются размерами фигуры основания и высотой h .

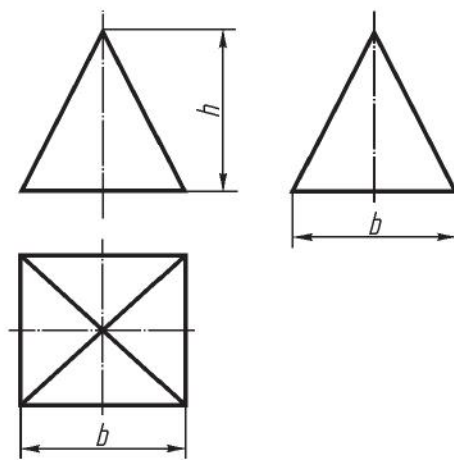


Рисунок 2.16 Комплексный чертеж четырехугольной правильной пирамиды

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Цилиндр – геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя плоскостями оснований (рисунок 2.17).

Конус – геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью и плоскостью основания (рисунок 2.18).

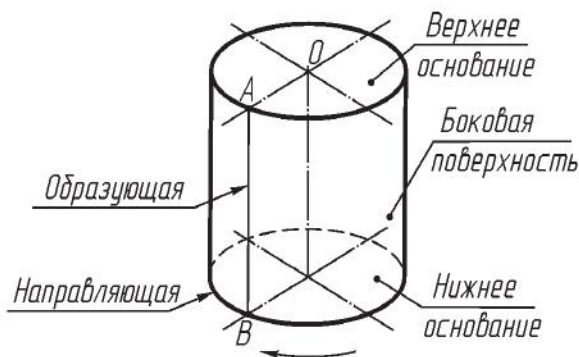


Рисунок 2.17 Элементы цилиндра



Рисунок 2.18 Конус

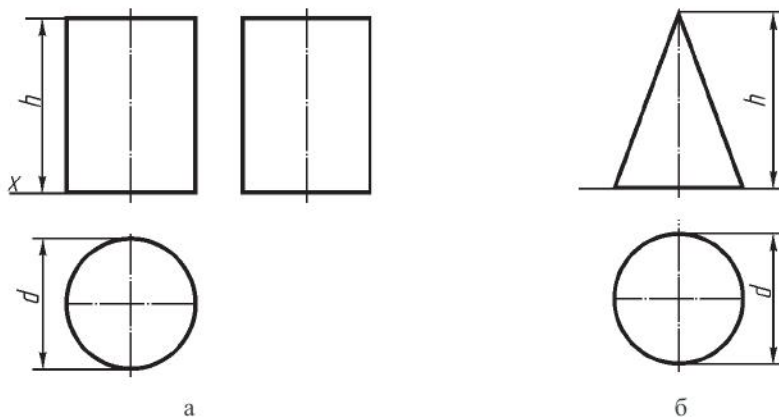


Рисунок 2.19 Чертежи: а – цилиндра; б – конуса

Размеры цилиндра и конуса определяют диаметр основания d и высота h (рисунок 2.19).

На рисунке 2.20 дан чертеж усеченного конуса, профильная проекция которого представляет собой две окружности, а фронтальная и горизонтальная проекции – равнобокие трапеции. Для усеченного конуса указывают высоту h и диаметры обоих оснований D и d .

Знак диаметра \varnothing позволяет определять форму предмета по одной проекции (рисунок 2.21).

Чертежи тел в системе прямоугольных проекций

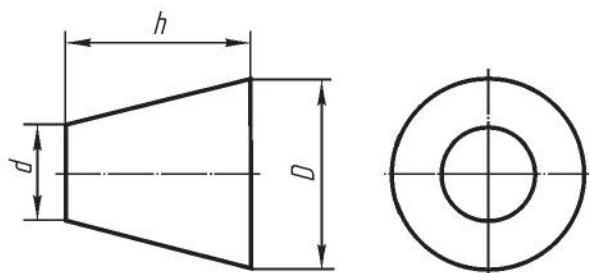


Рисунок 2.20 Чертеж усеченного конуса

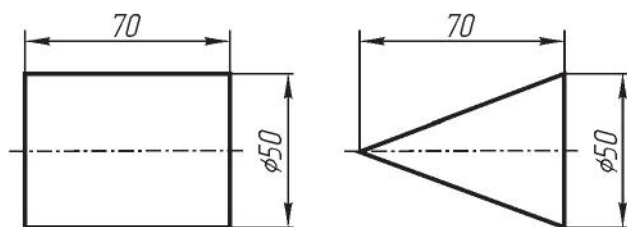


Рисунок 2.21 Рациональное выполнение изображений цилиндра и конуса

Шар (сфера) – геометрическое тело, полученное вращением полукруга вокруг диаметра, который является осью вращения. На рисунке 2.22 а показаны элементы этой поверхности, а на рисунке 2.22 б – чертеж шара.

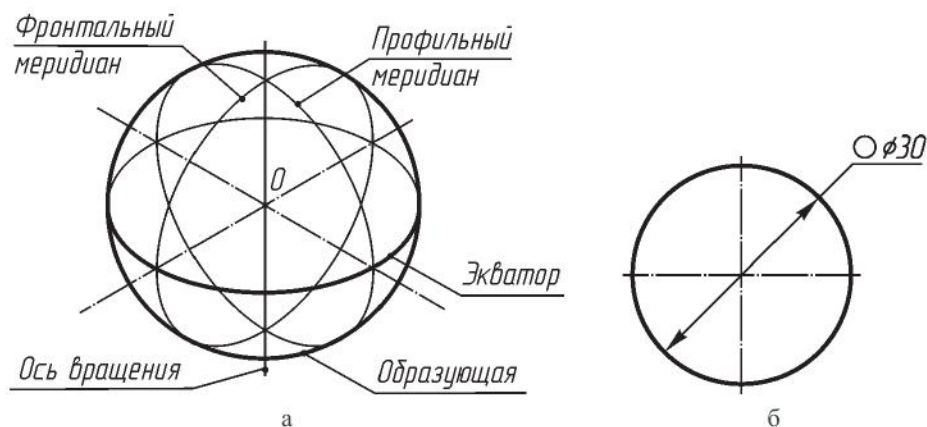


Рисунок 2.22 Элементы сферической поверхности и чертеж шара

Все три проекции шара представляют собой равные окружности. Размер тела определяется диаметром сферы.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



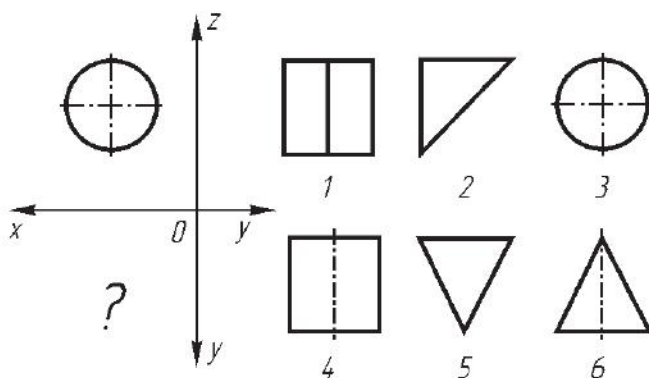
Контрольные вопросы

1. В чем заключается анализ геометрической формы предметов?
2. Что называется многогранником? Какие многогранники вы знаете?
3. Какие тела называются телами вращения?
4. Какими размерами определяется величина цилиндра, конуса, шара?
5. Посмотрите вокруг себя и найдите в форме окружающих предметов простые геометрические тела.



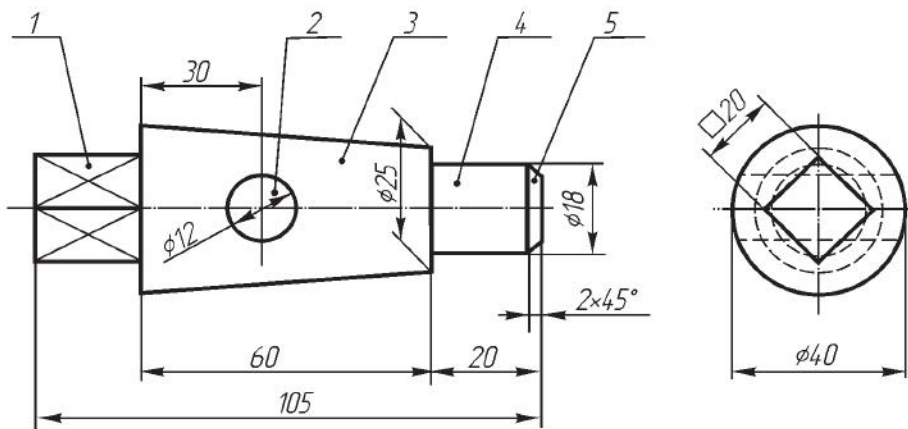
Практическое задание

1. Назовите горизонтальные проекции, которые соответствуют указанной фронтальной проекции.



Чертеж к заданию 1

2. Запишите в рабочей тетради наименования геометрических тел, на которые можно расчлнить форму детали.



Чертеж к заданию 2

Форма записи

№ элемента детали	Наименование геометрического тела
1	
2	
3	
4	
5	

3*. Начертите деталь по описанию, приведенному ниже, и нанесите на чертеж размеры.

Деталь имеет с одной стороны форму цилиндра диаметром 35 мм. В центре основания цилиндра вдоль оси просверлено несквозное отверстие диаметром 20 и длиной 30 мм. Другой конец детали имеет форму квадратной призмы. Размеры основания призмы 24×24 мм, высота ее 30 мм. Общая длина детали 90 мм.

5.4 Правила построения изображений предметов на технических чертежах

Мы уже познакомились с построением горизонтальной, фронтальной и профильной проекций предмета, однако для изображения сложных предметов иногда трех проекций бывает недостаточно. В этом случае для точного показа формы предмета строят более трех изображений, выбирая за плоскости проекций шесть граней куба. Предмет располагают внутри куба и проецируют на его внутренние грани, которые условно совмещаются с одной плоскостью (рисунки 2.23, 2.24). При этом его помещают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Это изображение принимается в качестве главного. Проекции в техническом черчении называются видами.

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Все виды располагают в проекционной связи, как показано на рисунке 2.24.

Согласно стандарту ЕСКД изображения на технических чертежах, полученные по методу прямоугольного проецирования, в зависимости от содержания разделяются на виды, разрезы и сечения.

Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

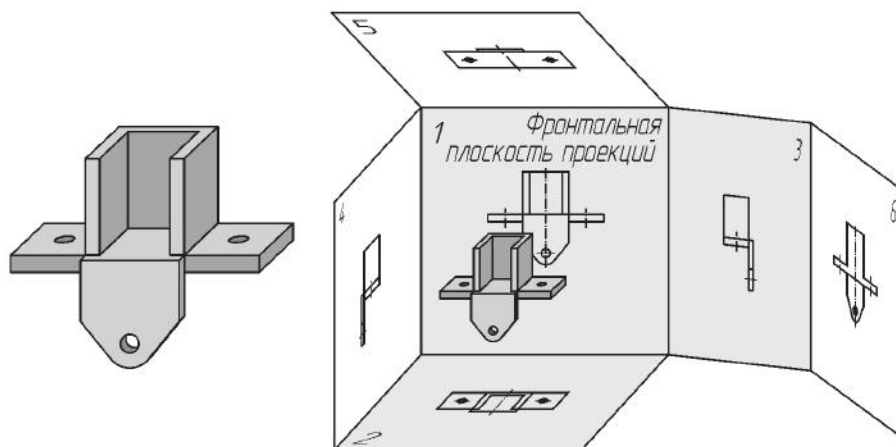


Рисунок 2.23 Наглядное изображение модели и получение видов

Установлены следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций:

1 – спереди (главный вид); 2 – сверху; 3 – слева; 4 – справа; 5 – снизу; 6 – сзади.

Обычно на учебных чертежах достаточно выполнить три основных вида.

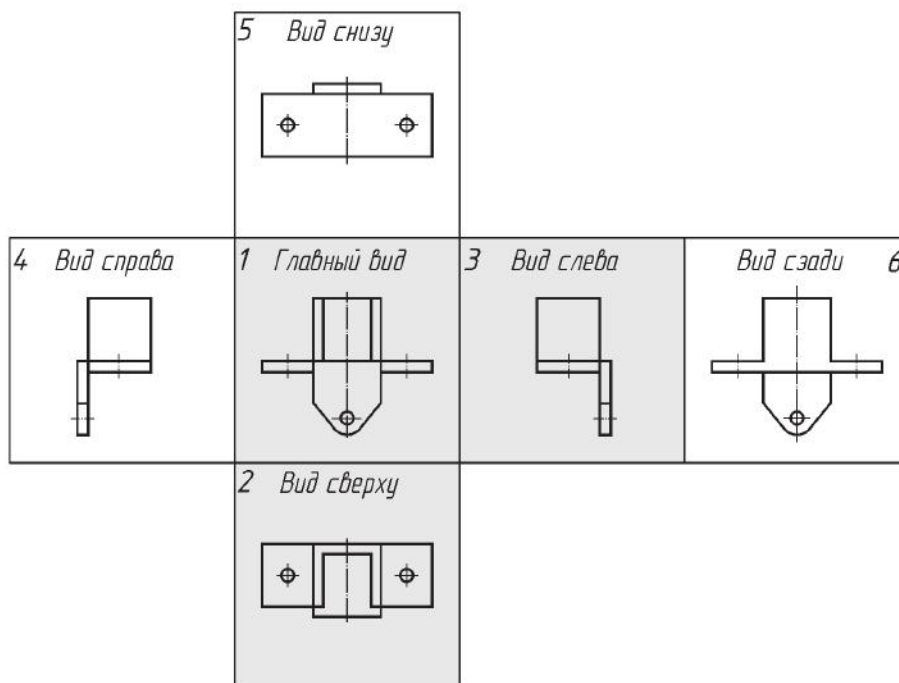


Рисунок 2.24 Расположение основных видов на плоскости чертежа

Правила построения изображений предметов на технических чертежах

Все виды на чертеже предпочтительно располагать в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. В этом случае на чертеж не наносятся какие-либо надписи, разъясняющие наименование видов (рисунок 2.25).

Виды должны быть рационально расположены на поле чертежа с учетом нанесения размеров и размещения текстовых надписей.

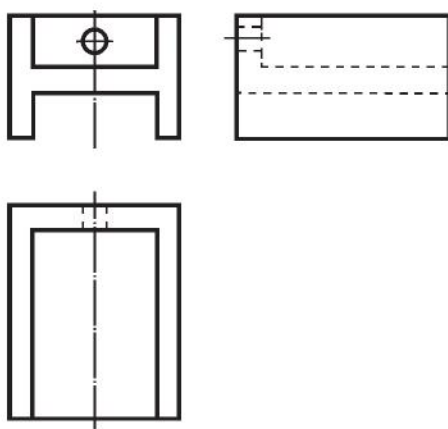


Рисунок 2.25 Построение видов в проекционной связи

Если виды не находятся в непосредственной проекционной связи с главным видом, то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и полученным видом следует нанести одну и ту же прописную букву (рисунок 2.26).

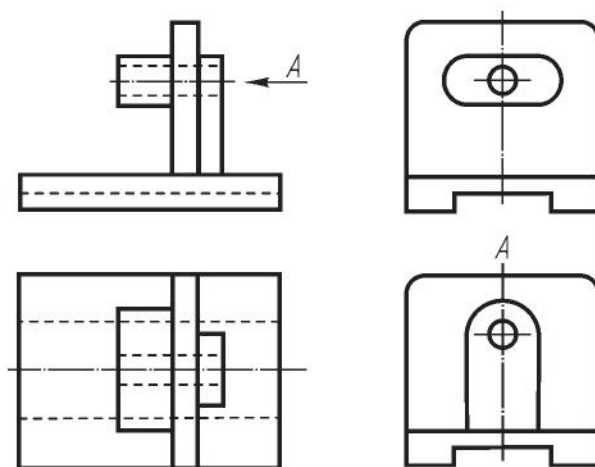


Рисунок 2.26 Построение видов вне проекционной связи

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Без достаточных оснований располагать виды вне проекционной связи не следует, так как это затрудняет чтение чертежа.

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на рисунке 2.27. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть на 1...2 номера больше размера шрифта цифр размерных чисел.

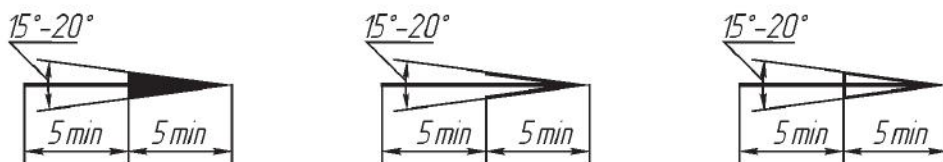


Рисунок 2.27 Форма и размеры стрелок, указывающих направление взгляда

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют *дополнительные виды*, получаемые проецированием на плоскости, не параллельные основным плоскостям проекций (рисунок 2.28).

Дополнительный вид допускается поворачивать. При этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим знаком \odot – «повернуто». Иногда указывается угол поворота (рисунок 2.28 в).

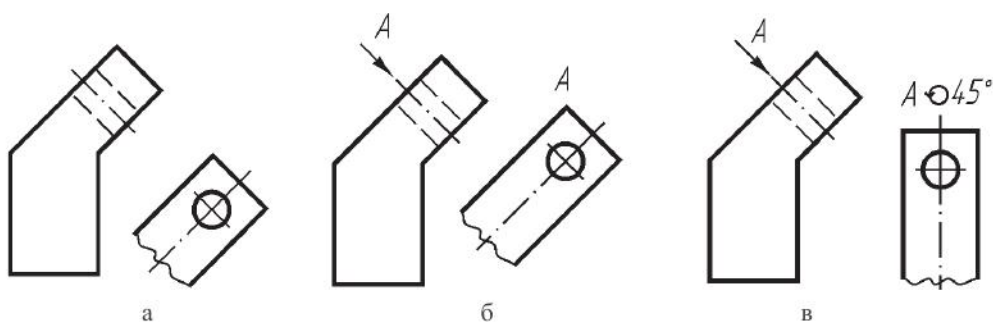


Рисунок 2.28 Примеры выполнения дополнительного вида

Если при выполнении чертежа требуется выяснить форму или устройство поверхности предмета в отдельном, ограниченном месте, тогда выполняют изображение только этого ограниченного места.

Это изображение называется *местным видом*. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности, в наименьшем размере (рисунок 2.29 а) или не ограничен (рисунок 2.29 б). Местный вид должен быть обозначен на чертеже, подобно дополнительному виду.

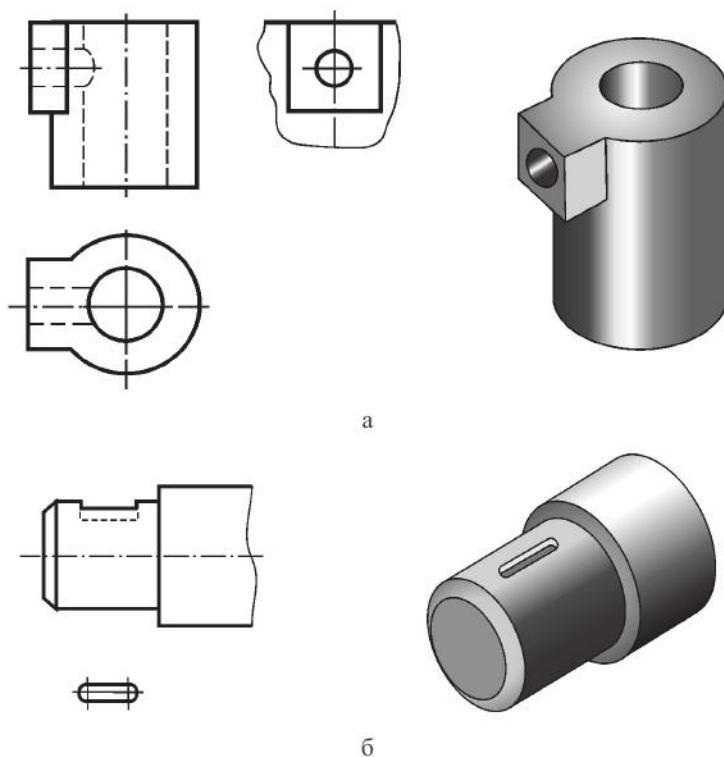


Рисунок 2.29 Местные виды

Применение дополнительных и местных видов позволяет уменьшить объем графической работы и сэкономить место на поле чертежа.

Контрольные вопросы

1. Что называется видом?
2. Назовите основные виды. Как они располагаются на чертеже?
3. Какое изображение на чертеже принимается в качестве главного?
4. Какие виды называют дополнительными?
5. В чем отличие между дополнительным и основным видами?
6. Какие виды называют местными?

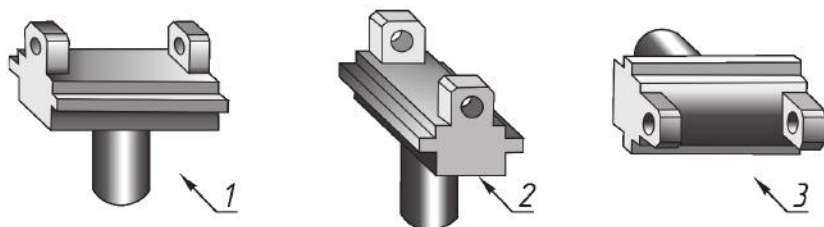


Практическое задание

1. Рассмотрите рисунок и определите, в каком положении на главном виде лучше изобразить деталь.

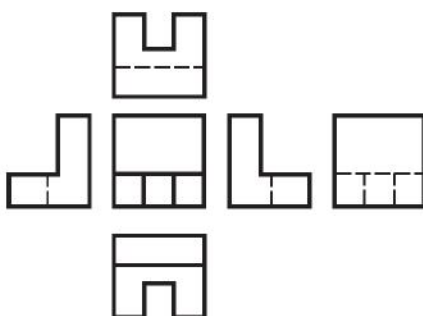


ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



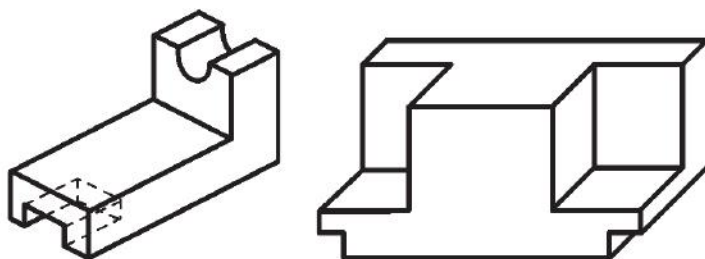
Чертежи к заданию 1

2*. Поворачивая изображение предмета на виде сверху на 90 градусов вправо или влево, преобразуйте и вычертите остальные виды.



Чертеж к заданию 2

3. По наглядным изображениям начертите шесть видов, выделив утолщенными линиями наименьшее их количество.



Чертежи к заданию 3

4*. Воспользовавшись дополнительной литературой или возможностями Интернета, напишите реферат на тему «Американская и европейская системы проецирования».

Графическая работа №5



На формате А4 выполните чертеж модели по наглядному изображению. Нанесите размеры (см. Приложение 4).

Глава 6 Способы построения основных видов графических изображений

Цели обучения: знать и понимать способы построения плоских геометрических фигур и объемных предметов (аксонометрия); выполнять аксонометрические проекции по заданным видам предмета, демонстрируя знания правил построения; знать и определять особенности технического рисунка и эскиза; решать графические задачи, предлагая рациональные способы выполнения.

Ключевые слова: аксонометрия; изометрия; диметрия; коэффициенты искажения; аксонометрические оси и плоскости; технический рисунок; эскиз.

6.1 Общие сведения об аксонометрических проекциях

Основным недостатком комплексного чертежа является его низкая наглядность. Поэтому при необходимости используют изображения, обеспечивающие наглядность чертежа.

В проектировании применяют различные способы наглядных изображений: центральные, или перспективные проекции, аксонометрические проекции – косоугольные и прямоугольные.

Центральные (перспектива) проекции наглядны (рисунок 2.30 а), но имеют большой недостаток, который заключается в том, что по изображению трудно судить о действительных размерах той или иной части предмета. Другой недостаток – сложность построений.

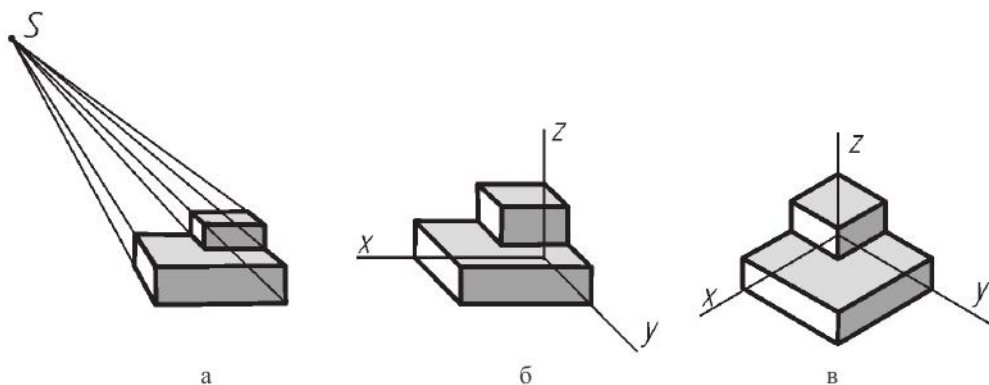


Рисунок 2.30 Наглядные изображения: а – в перспективе; б – в диметрии; в – в изометрии

Аксонометрические проекции достаточно наглядны и просты в построении. На рисунке 2.30 б показано построение «кабинетной» диметрии (фрон-

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

тальной диметрической проекции). При этом способе передние грани предмета не изменяют своей формы, а верхние и боковые грани проецируются в виде параллелограммов с углами наклона 45° к линии горизонта. Иначе этот вид аксонометрии называется косоугольным. Аксонометрические проекции могут быть и прямоугольными (рисунок 2.30 в).

Аксонометрический чертёж можно получить следующим образом: предмет располагают так, чтобы три основных направления его измерений (высота, ширина, длина) совпадали с осями координат и вместе с ними проецировались на плоскость (рисунок 2.31).

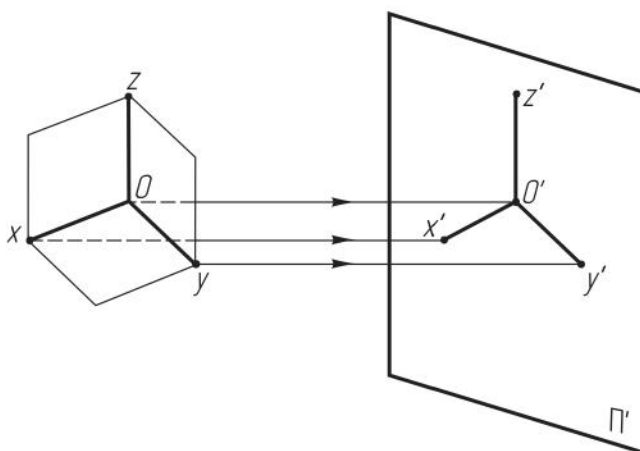


Рисунок 2.31 Изображение аксонометрических осей

Аксонометрия (от греч. «*αξον*» – ось и «*metreo*» – измеряю) означает измерение по осям. Плоскость, на которую проецируется предмет, называют плоскостью аксонометрических проекций, а проекции координатных осей – аксонометрическими осями. Их обычно обозначают как x' , y' , z' .

Отрезки, отложенные на осях координат или параллельно им, проецируются на аксонометрические плоскости с искажением, причем эти искажения могут быть различными. Отношение длин аксонометрических проекций таких отрезков к их собственной длине называют коэффициентом искажения по соответствующей оси. Таким образом, коэффициенты искажения равны: $K_x = X'/X$, $K_y = Y'/Y$, $K_z = Z'/Z$.

В зависимости от направления проецирующих лучей аксонометрические проекции разделяют на прямоугольные, если проецирующие лучи перпендикулярны к аксонометрической плоскости, и косоугольные – если проецирующие лучи наклонены к ней.

Общие сведения об аксонометрических проекциях

Стандарт предусматривает применение на технических чертежах различных видов аксонометрических проекций. Рассмотрим некоторые из них.

Прямоугольная изометрическая проекция отличается большой наглядностью и широко применяется на практике. Координатные оси при получении изометрической проекции наклоняют относительно аксонометрической под углом 120° (рисунок 2.32). В этом случае они проецируются с одинаковым коэффициентом искажения ($K_x = K_y = K_z = 0,82$).

Чтобы не заниматься вычислениями, коэффициент искажения по всем осям обычно принимают равным единице, т. е. откладывают действительную величину размера. Изображение получается несколько увеличенным, но это не приводит к искажениям формы и не сказывается на наглядности.

Изометрические оси строят различными способами: делением окружности на три равные части (рисунок 2.32 а), при помощи прямоугольного треугольника с углами 60° и 30° (рисунок 2.32 б), существует способ построения по клеткам.

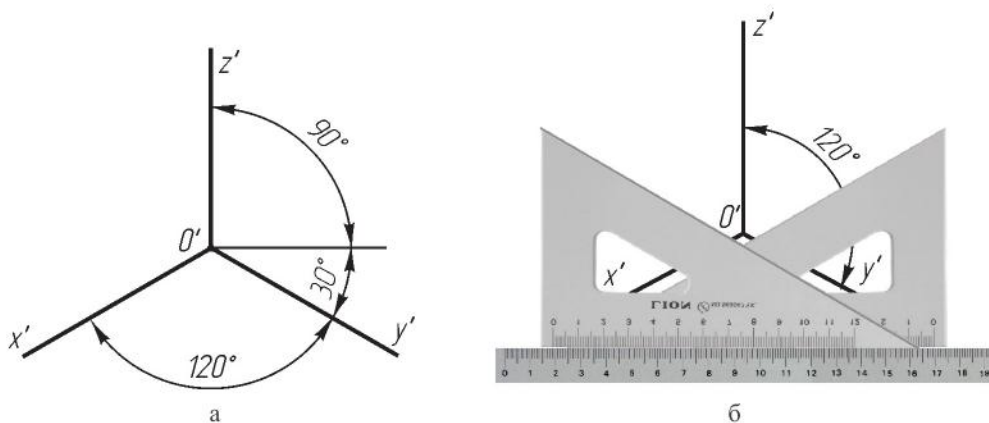


Рисунок 2.32 Способы построения изометрических осей

Прямоугольная диметрическая проекция. Координатные оси располагают так, чтобы две оси x' и z' имели одинаковый угол наклона и проецировались с одинаковым коэффициентом искажения ($K_x = K_z = 0,94$), а третья ось y' была бы наклонена так, чтобы коэффициент искажения при проецировании был в два раза меньше ($K_y = 0,47$).

Обычно коэффициент искажения по осям x' и z' принимают равным единице, а по оси y' – 0,5. Изображение также получается немного увеличенным, но это так же, как и в изометрии, не сказывается на его наглядности. Расположение осей в прямоугольной диметрии показано на рисунке 2.33 а. Строят их, откладывая углы $7^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$ от горизонтальной линии по транспортиру.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Косоугольная фронтальная диметрическая проекция («кабинетная»). Рисунок 2.33 б иллюстрирует положение аксонометрических осей координат. Ось y' проводится под углом 45° . Коэффициент искажения по оси x' и z' равен единице а по оси y' – 0,5.

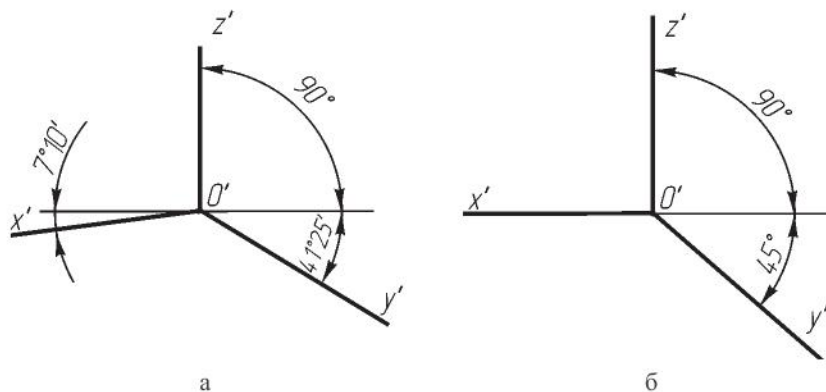


Рисунок 2.33 Способы построения диметрических осей:
а – в прямоугольной диметрии; б – в косоугольной фронтальной диметрии



Контрольные вопросы

1. В чем заключается способ аксонометрического проецирования?
2. Назовите виды аксонометрических проекций.
3. Как располагаются координатные оси в изометрии? В прямоугольной диметрии?
4. Чем косоугольная диметрия отличается от прямоугольной?
5. Каковы коэффициенты искажения в изометрии? В диметрии?
6. В чем отличие аксонометрических проекций от перспективных изображений?

6.2 Аксонометрические проекции многогранников

Чтобы построить геометрическое тело в аксонометрии, надо уметь строить его основание.

В правильном многоугольнике построение начинают с оси симметрии, а в неправильном многоугольнике проводят дополнительную прямую параллельно одной из осей координат на комплексном чертеже.

На рисунке 2.34 а показано положение правильного шестиугольника в плоскости P_2 . В изометрии на плоскости $x'O'z'$ ось симметрии расположена вертикально (рисунок 2.34 б). Точки $1', 2', 3', 4', 5', 6'$ лежат на прямых параллельных оси x' . (Засечками показаны отрезки, которые необходимо перенести на изометрию с комплексного чертежа).

АксонOMETрические проекции многогранников

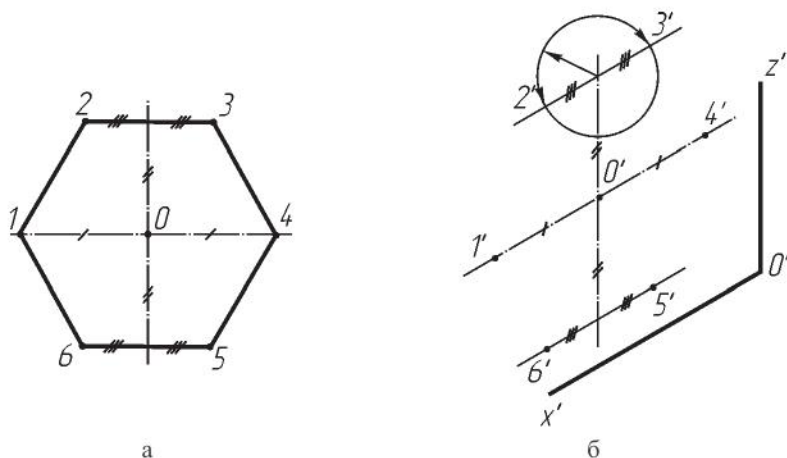


Рисунок 2.34 Построение шестиугольника в изометрической проекции

На рисунке 2.35 построены шестиугольники в плоскостях Π_1' , Π_2' , Π_3' .

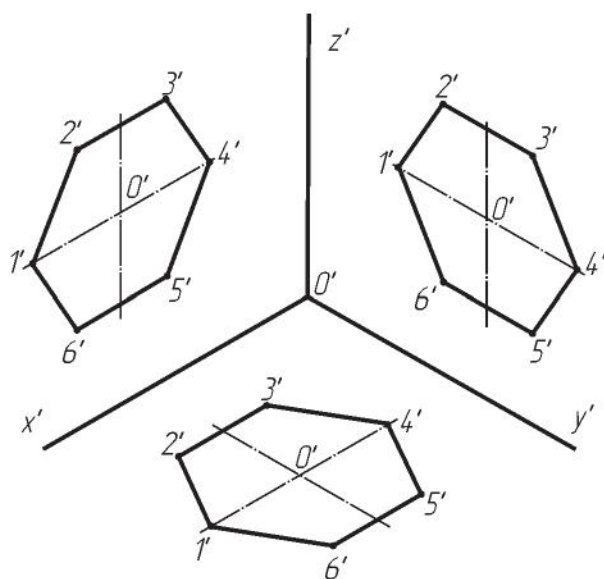


Рисунок 2.35 Изометрия правильного многоугольника на разных плоскостях

Построение неправильного многоугольника в изометрии начинают с выбора линии, параллельной одной из осей координат. Этой линией может быть сторона многоугольника, диагональ или прямая, проведенная через вершину любого угла.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

На рисунке 2.36 *а* через вершину *С* проведена прямая, которая для плоскостей $x'O'z'$ и $z'O'y'$ (рисунок 2.36 *б, в*) располагается параллельно направлению оси z' , а для плоскости $x'O'y'$ – параллельно оси y' (рисунок 2.36 *г*).

На этом же чертеже через вершины остальных углов многоугольника перпендикулярно к базовой прямой проведены линии до пересечения в точках *1*, *2* и *3*.

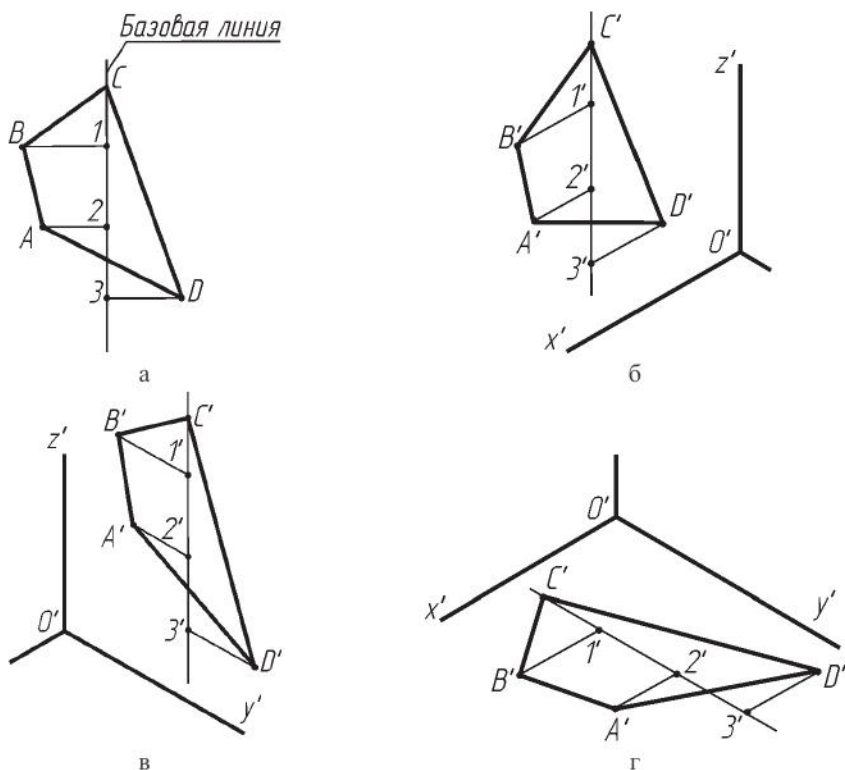


Рисунок 2.36 Построение неправильного многоугольника в изометрии

Начинают построение заданной фигуры в аксонометрии с проведения прямой $C'3'$ в каждой плоскости параллельно направлению той оси, которая выбрана по условию. От точки C' откладывают расстояния до точек $1'$, $2'$ и $3'$, измеренные на прямоугольном чертеже, и через эти точки проводят прямые параллельно направлению второй оси плоскости. Строят вершины A' , B' и D' многоугольника. Для этого на чертеже измеряют расстояния от точек *1*, *2* и *3* до вершин *A*, *B* и *D* и откладывают их в аксонометрии.

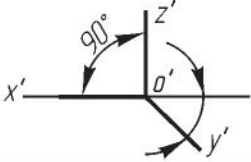
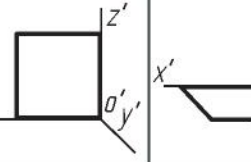

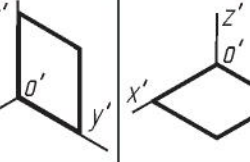

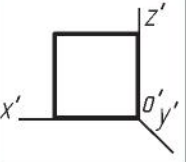
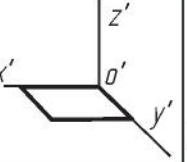
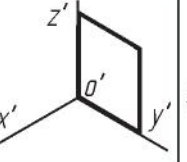
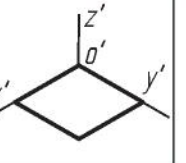

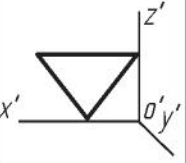
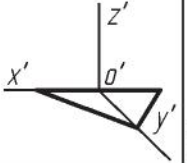
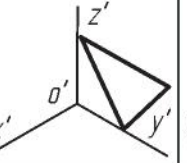
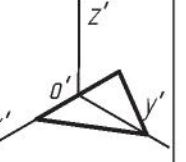

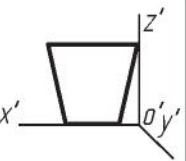
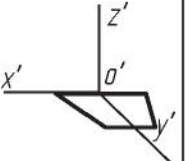
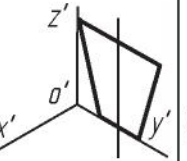
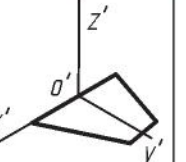

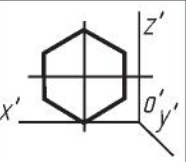
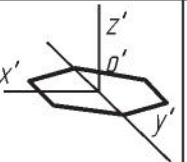
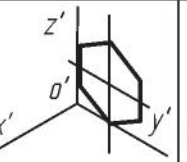
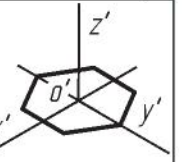
Прямоугольные диметрические проекции многоугольника выполняют так же, как в прямоугольной изометрической проекции, но отрезки, параллельные оси y' , уменьшают в два раза, учитывая коэффициент искажения.

АксонOMETрические проекции многогранников

Зная приемы построения аксонометрических проекций плоских геометрических тел, можно выполнить упражнения по построению изометрической и косоугольной диметрической проекций заданных фигур (таблица 6).

Таблица 6

Построение аксонометрических проекций плоских фигур

Плоские фигуры	Косоугольная фронтальная диметрическая проекция		Прямоугольная изометрическая проекция	
				
				
				
				
				

Для всех аксонометрических проекций установлены общие правила:

- ось z' всегда вертикальна;
- оси изометрической проекции расположены под углом в 120° друг к другу;
- оси косоугольной диметрической проекции располагаются так: x' – горизонтально, y' – под углом 45° к горизонтали.



ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

- все измерения выполняются только по аксонометрическим осям или прямым, параллельным им;
- все прямые линии, параллельные друг другу или осям координат на комплексном чертеже, в аксонометрических проекциях остаются параллельными между собой и соответствующими аксонометрическими осями.

Построение изометрии призмы (рисунок 2.37 а, б) начинают с основания. Затем из каждой вершины основания проводят вертикальные линии, откладывают на них высоту и проводят линии, параллельные ребрам основания.

Аксонометрия пирамиды строится аналогично (рисунок 2.38).

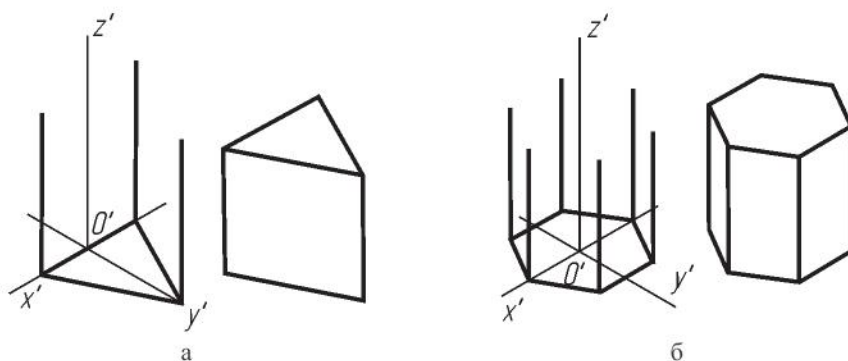


Рисунок 2.37 Последовательность построения изометрии треугольной и шестиугольной призмы

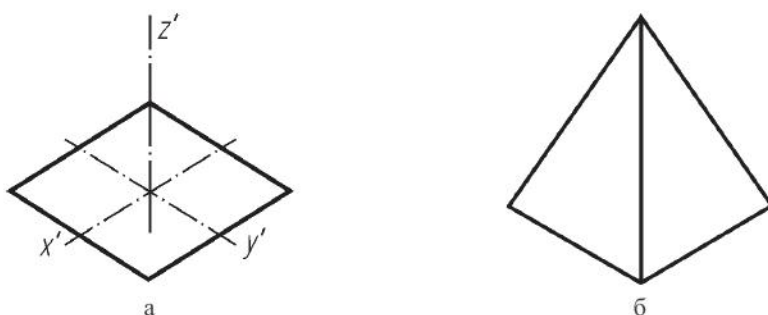


Рисунок 2.38 Последовательность построения изометрии пирамиды

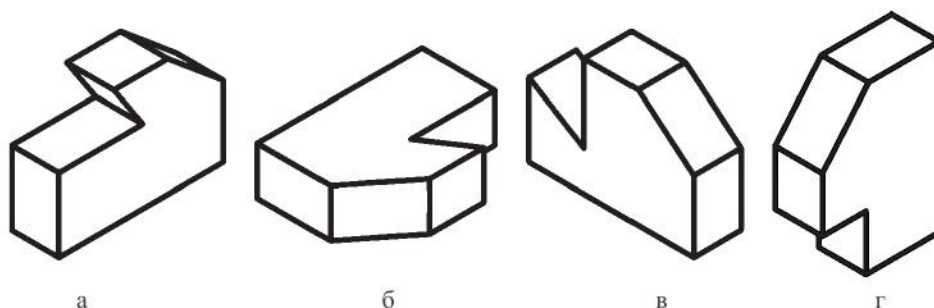


Контрольные вопросы

1. Что общего при построении различных аксонометрических проекций?
2. Как можно перейти от прямоугольной проекции к аксонометрической?
3. Составьте алгоритм построения аксонометрических проекций многогранников.

Практическое задание

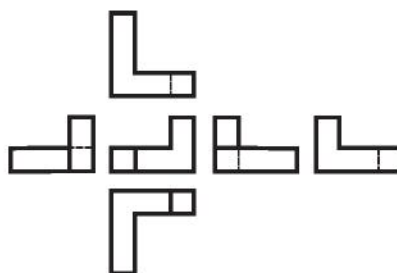
1. Изучив материал главы, постройте в тетради изометрию и «кабинетные» проекции квадрата, треугольника, трапеции и шестиугольника на всех плоскостях проекций. Размеры возьмите произвольно. Если испытываете затруднения, обратитесь к таблице 6 и дополнительной литературе.
2. Укажите аксонометрические изображения одной и той же детали.



Чертеж к заданию 2

3. Постройте изометрические проекции шестигранных призм, основания которых расположены в разных плоскостях (рисунок 2.35). Размеры оснований возьмите с чертежа, высота призм – 15 мм. Попробуйте придать изображениям наглядность и объем.

4*. Постройте фронтальную диметрическую или изометрическую проекцию детали, чертеж которой приведен на рисунке, размеры возьмите произвольные, сохраните пропорции.



Чертеж к заданию 4

6.3 Аксонометрические проекции тел вращения

Изображения окружности в прямоугольной изометрической проекции во всех трех плоскостях проекций представляют собой одинаковые по форме эллипсы.

Как было отмечено ранее, для упрощения построения эллипс заменяется овалом.

На рисунке 2.39 показаны три случая расположения овала относительно аксонометрических осей. В горизонтальной плоскости построение доведено до конца, в двух других плоскостях выполнено частично. Ваша задача – достроить овалы.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

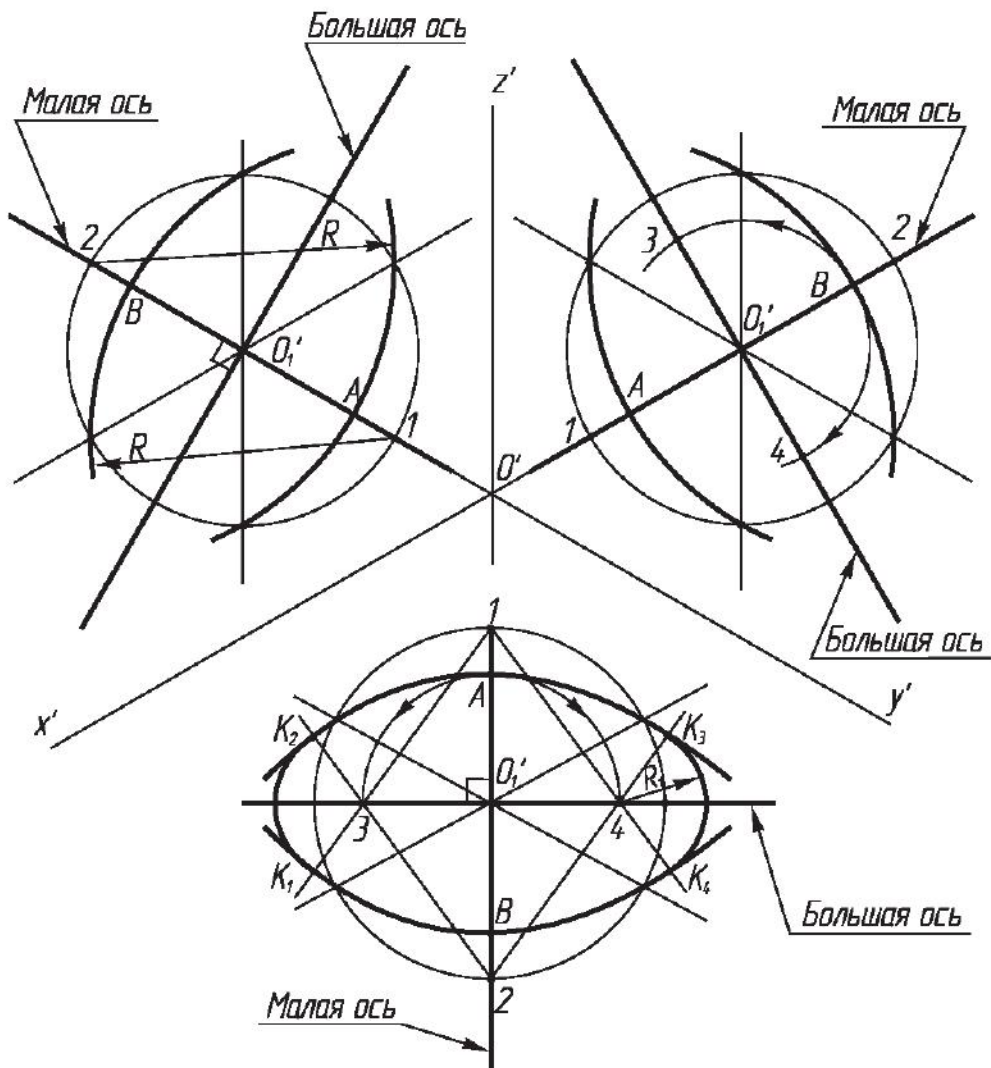


Рисунок 2.39 Построение овала в разных изометрических плоскостях

Построение овала начинают с проведения через центр овала (точка O') прямых, параллельных осям x' и z' для плоскости Π_2' ; z' и y' – для плоскости Π_3' ; x' и y' – для плоскости Π_1' . Затем проводят малую и большую оси овала.

Из центра O_1' описывают окружность радиусом, равным радиусу изображаемой окружности. В пересечении окружности с проведенными параллельно аксонометрическим осям прямыми получают четыре точки, через которые пройдут большие дуги, а на прямой, на которой находится малая ось овала, получают точки 1 и 2, они являются центрами больших дуг.

АксонOMETрические проекции тел вращения

Радиус большой дуги R равен расстоянию от точки 1 или 2 до точек, в которых проведенная окружность пересекает прямые, параллельные аксонометрическим осям (рисунок 2.39, фронтальная плоскость).

Дальнейшее построение овала (проведение малых дуг) показано на рисунке 2.39 (горизонтальная плоскость).

Точки сопряжения находятся на прямых, проведенных через центры больших и малых дуг 13, 14, 23 и 24 в пересечении их с большими дугами. Найдя точки сопряжения K_1, K_2, K_3, K_4 , обводят сначала большие, а затем малые дуги овала.

Изометрическую проекцию цилиндра вычерчивают, как показано на рисунке 2.40. Сначала строят изометрии оснований (овалы), а затем очерковые образующие (крайние).

Построение *изометрии конуса* также начинают с построения изометрии основания, затем из центра откладывают по оси z' высоту конуса и проводят очерковые образующие как касательные к овалу (рисунок 2.41).

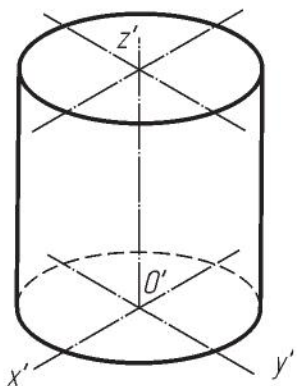


Рисунок 2.40 Изометрия цилиндра

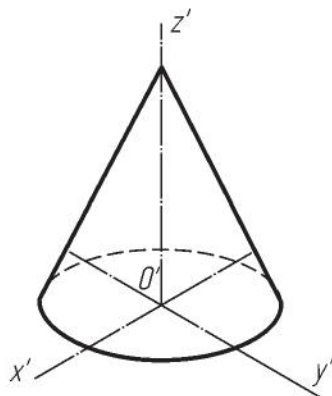


Рисунок 2.41 Изометрия конуса

Для построения изометрии шара вначале строят овал экватора, затем при помощи половины большой оси овала достраивают изометрию сферической поверхности. Построение изометрии полусферы хорошо видно на рисунке 2.42.

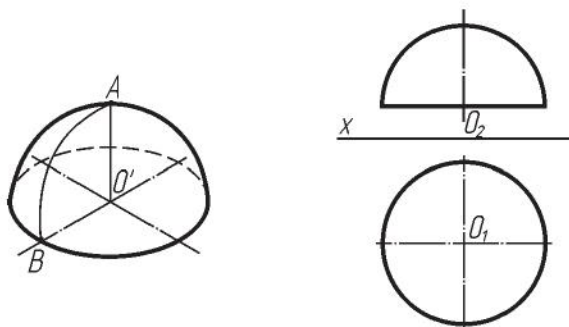


Рисунок 2.42 Изометрия и чертеж полусферы

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



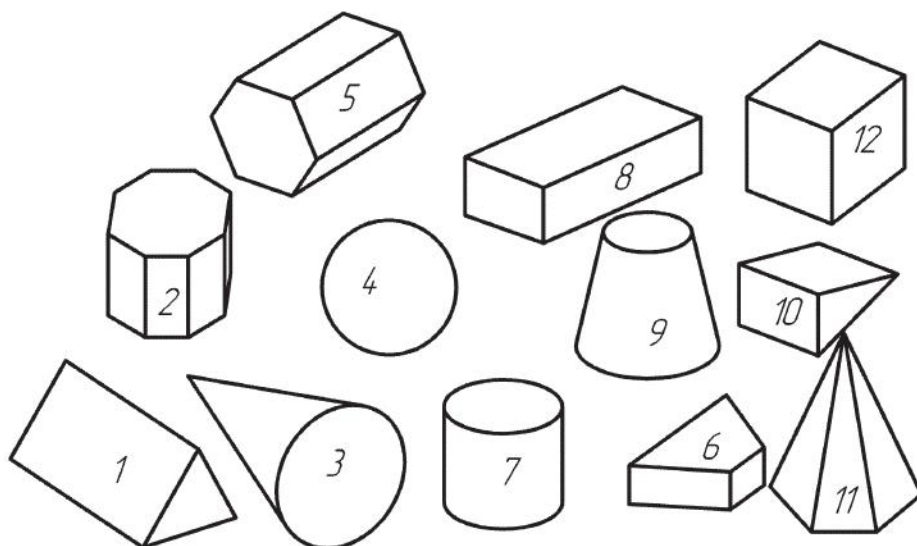
Контрольные вопросы

1. Как располагаются большие и малые оси эллипсов в прямоугольных изометрических проекциях?
2. Из каких элементов состоит овал?
3. Как построить изометрию цилиндра, конуса, шара?



Практическое задание

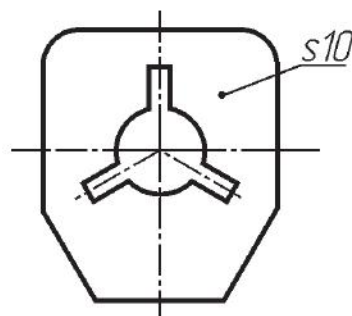
1. Достроить овалы, приведенные на рисунке 2.39, в рабочей тетради.
2. Какие геометрические тела изображены на чертеже? Запишите в тетрадь их названия по номерам. Придумайте арт-объекты с использованием этих тел. Посредством художественных приемов придайте им наглядность.



Чертеж к заданию 2

3. Постройте изометрическую или диметрическую проекцию цилиндра, основание которого расположено параллельно фронтальной проекции (диаметр основания – 50 мм, а высота 60 мм).

4*. Выберите вид аксонометрии и выполните наглядное изображение пластины. Недостающие размеры возьмите произвольно, соблюдая пропорции.



Чертеж к заданию 4

6.4 Выбор вида аксонометрической проекции

По рисунку 2.43 *а* видно, что в косоугольной диметрии окружность, расположенная во фронтальной плоскости или параллельно ей, изображается без искажений. На других плоскостях – в виде сильно искаженных овалов.

В изометрии на всех гранях окружность изображена одинаково (рисунок 2.43 *б*). Эти свойства аксонометрических проекций необходимо учитывать при выборе способа выполнения наглядных изображений.

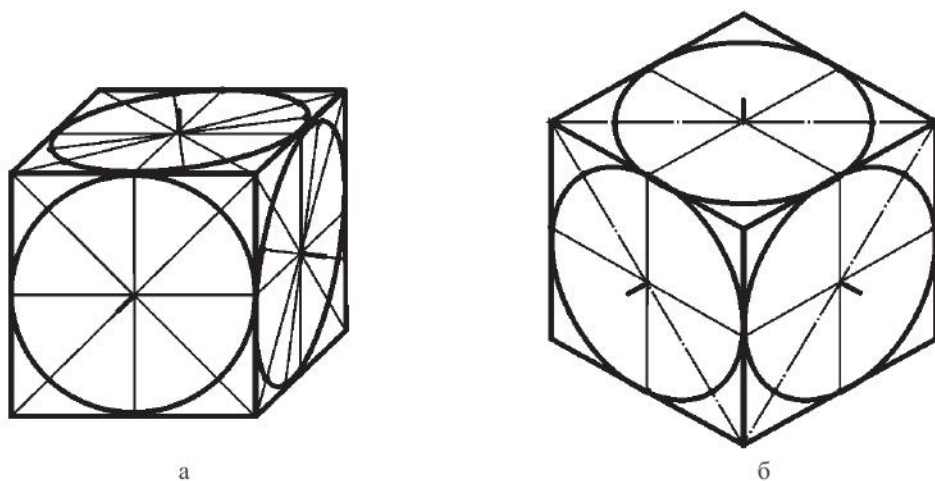


Рисунок 2.43 Построение овалов на гранях куба в диметрии и изометрии

Если на аксонометрическом изображении хотят некоторые элементы, например, окружности или дуги, сохранить неискаженными, то применяют фронтальную диметрическую проекцию.

Построение фронтальной диметрической проекции детали с цилиндрическим отверстием (рисунок 2.44) выполняют в следующем порядке:

1. Пользуясь циркулем, строят очертания передней грани детали (рисунок 2.44 *а*).

2. Через центры окружности и дуг параллельно оси y' проводят прямые, на которых откладывают половину толщины детали. Получают центры окружности и дуг, расположенных на задней поверхности детали (рисунок 2.44 *б*). Из этих центров проводят окружность и дуги по размерам, равным тем, что расположены на передней поверхности.

3. Проводят касательные к дугам. Удаляют лишние линии и обводят видимый контур (рисунок 2.44 *в*).

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

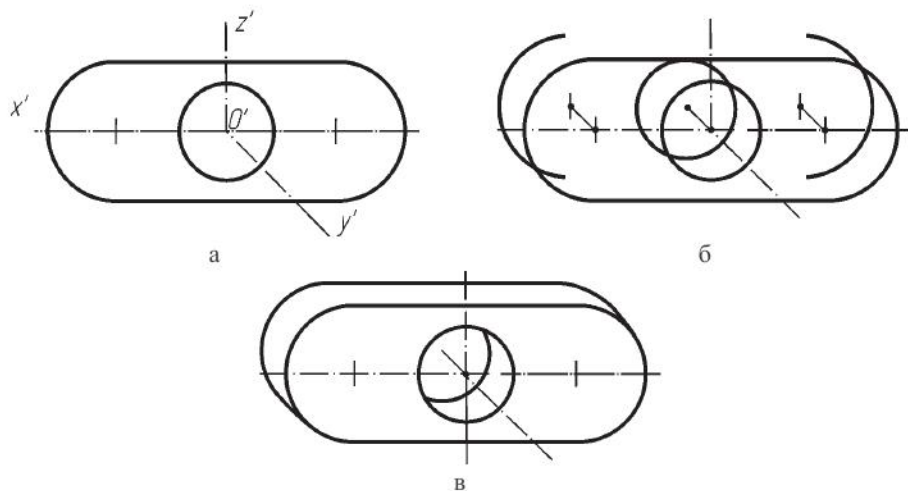


Рисунок 2.44 Построение фронтальной диметрической проекции детали

Ниже показано построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием (рисунок 2.45).

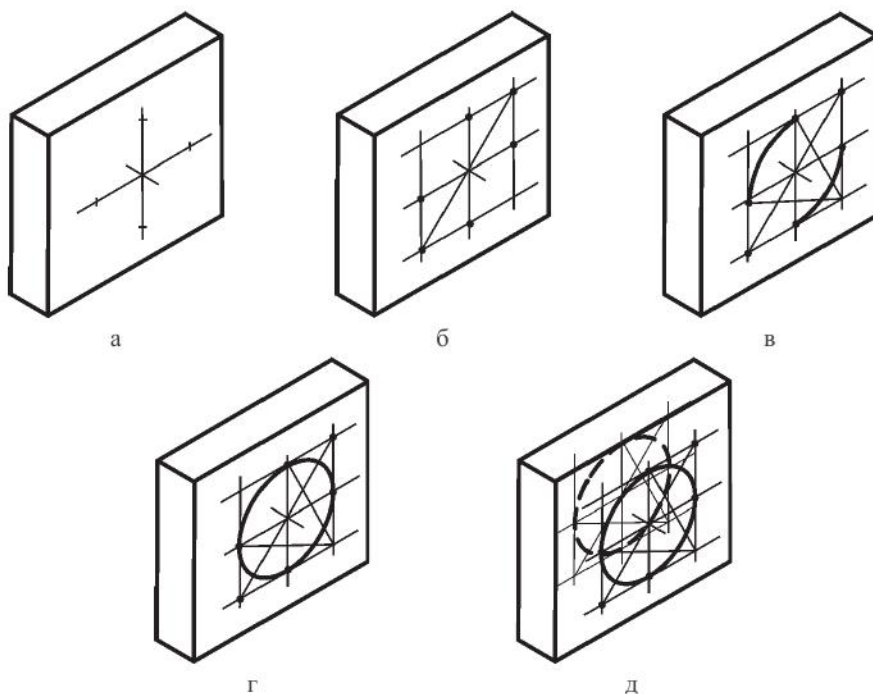


Рисунок 2.45 Построение изометрической проекции детали

Выбор вида аксонометрической проекции

1. Находят положение центра отверстия на передней грани детали, через него проводят изометрические оси. На осях от центра откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности (рисунок 2.45 а).

2. Строят ромб, сторона которого равна диаметру изображаемой окружности; проводят большую диагональ ромба (рисунок 2.45 б).

3. Выполняют большие дуги овала; находят центры для малых дуг (рисунок 2.45 в).

4. Проводят малые дуги (рисунок 2.45 г).

5. Строят второй овал на задней грани детали и проводят касательные к обоим овалам (рисунок 2.45 д). Обводят видимый контур детали.

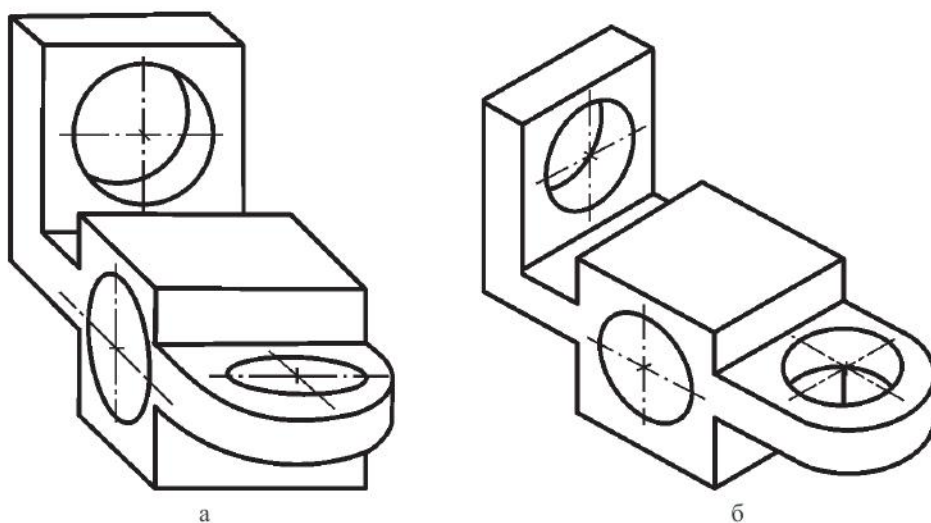
Контрольные вопросы

1. Искажается ли во фронтальной диметрической проекции изображение окружности, если ее плоскость перпендикулярна оси $у'$?

2. При изображении каких деталей удобно применять фронтальную диметрическую проекцию?

Практическое задание

1. Проанализировав аксонометрические изображения моделей, определите, какие формы аксонометрии приведены на рисунках а и б.

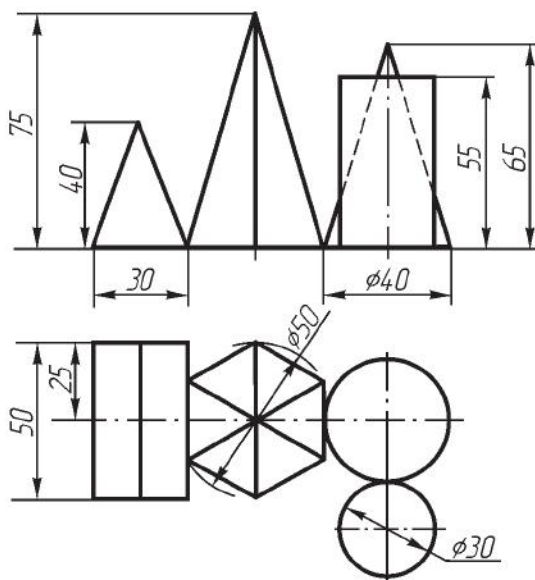


Чертежи к заданию 1

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

2. Какие геометрические тела изображены на чертеже? Какое тело расположено ближе к нам? Какие тела касаются друг друга?

3*. Поочередно найдите и начертите каждое геометрическое тело в аксонометрии.



Чертеж к заданиям 2 и 3

4*. Используя возможности Интернета и дополнительные источники, изучите построение овалов в прямоугольной диметрии.

6.5 Технический рисунок

Техническим рисунком называют наглядное изображение предмета, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз, с соблюдением пропорций. Им часто пользуются для иллюстрации технических идей. Технический рисунок начинается с выбора аксонометрических осей и их построения. На рисунке 2.46 показаны приемы построения аксонометрических осей.

Для приобретения навыков рисования геометрических фигур необходимо запомнить пропорции элементов этих фигур. Например, у правильного треугольника половина основания относится к высоте как 3:5. Это же соотношение позволит выстроить и правильный шестиугольник. Окружность рисуется как фигура, вписанная в квадрат с проведенными диагоналями, радиус этой окружности рекомендуется брать равным четырем единицам.

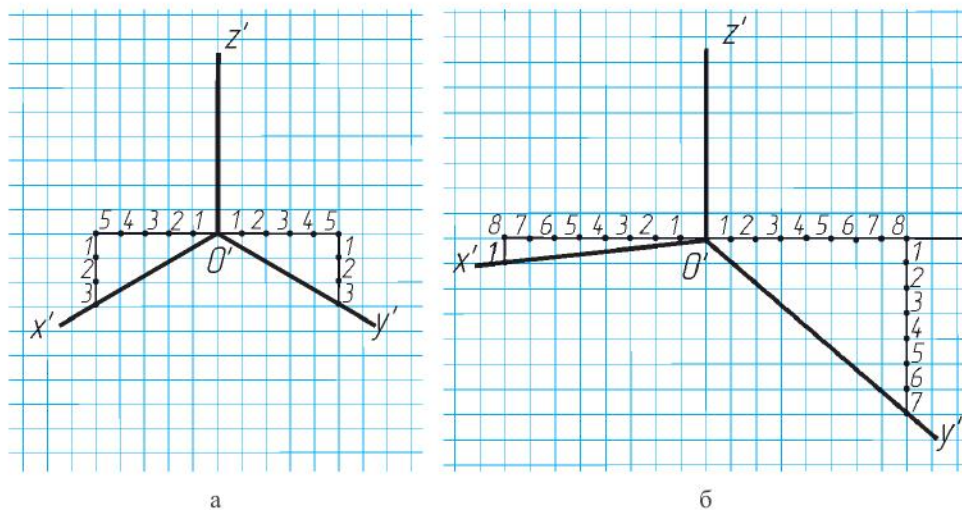


Рисунок 2.46 Приемы построения осей по клеткам:
а – изометрических; б – прямоугольных диметрических

Приемы рисования плоских фигур показаны на рисунке 2.47.

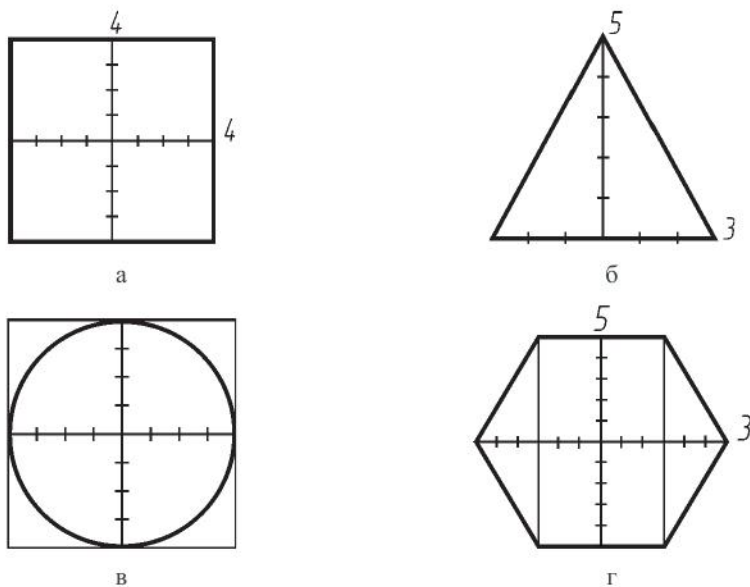


Рисунок 2.47 Соотношение элементов плоских фигур: а – квадрата;
б – треугольника; в – окружности; г – шестиугольника

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Чтобы нарисовать по правилам прямоугольной изометрии эллипс – проекцию окружности, достаточно следовать этапам построения (рисунок 2.48). При этом необходимо учесть, что если окружность построена при помощи радиуса, равного 4 единицам, то по вертикали и горизонтали эллипса откладываются соответственно 3 и 5 таких же единиц.

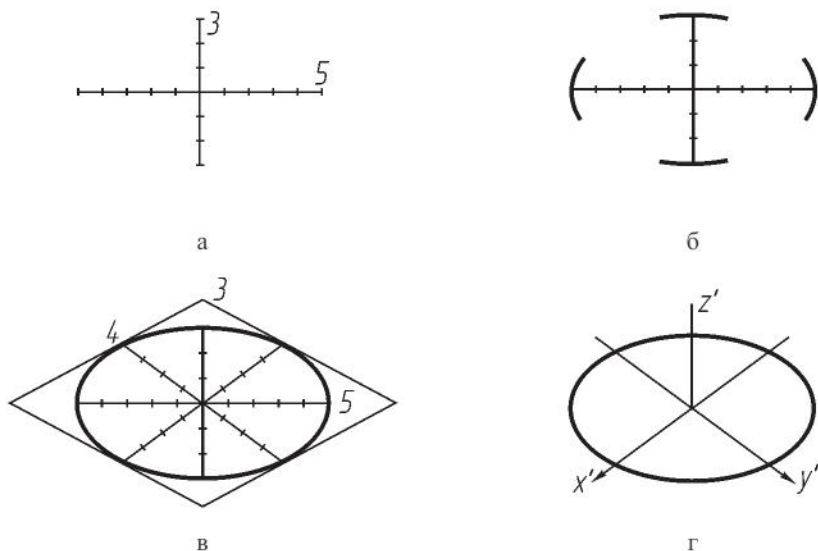


Рисунок 2.48 Этапы выполнения рисунка окружности в прямоугольной изометрии

Предмет всегда изображается в привычном его положении. На рисунке должно быть видно наибольшее число составных частей предмета. Отдельные его части не должны полностью загромождать другие части.

Процесс выполнения технического рисунка (рисунок 2.49) состоит из нескольких этапов:

- изучают деталь с натуры или по чертежу;
- определяют ее назначение и нужную форму;
- выбирают вид аксонометрических проекций, который позволяет получить наиболее наглядное изображение формы детали;
- определяют габаритные размеры в целом и строят габаритный прямоугольный параллелепипед;
- делят параллелепипед на элементарные геометрические тела и изображают их на рисунке;
- обводят изображение и удаляют лишние линии.

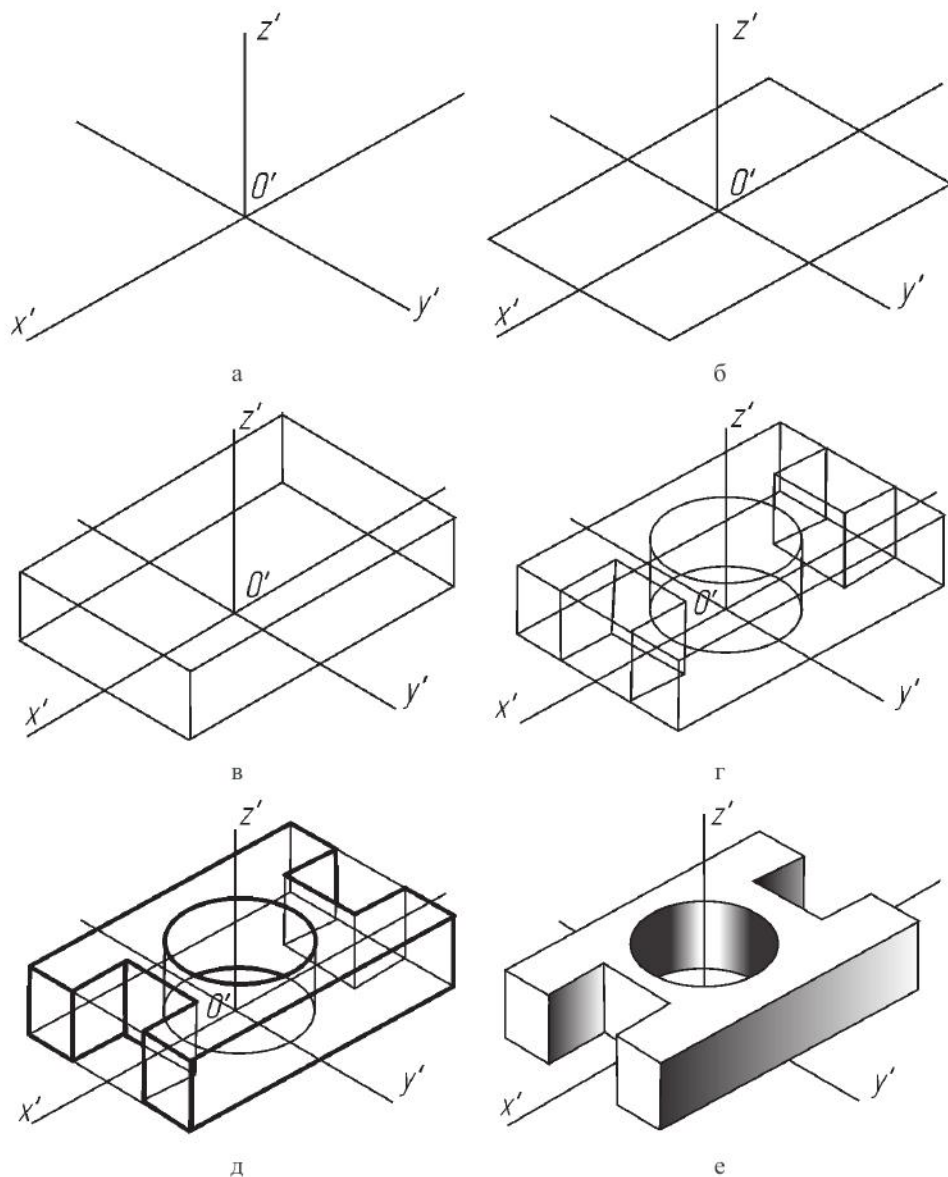


Рисунок 2.49 Этапы построения технического рисунка плиты

Для придания рисунку объема наносят светотень. При ее нанесении считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

Освещенные поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые – более толстыми линиями, располагая их

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

чаще. Боковые поверхности пирамиды и конуса штрихуют линиями, проходящими через их вершины.

На изображения сферических поверхностей и поверхностей вращения наносят штрихи (части concentрических окружностей) разной толщины и с разными промежутками между штрихами (рисунок 2.50).

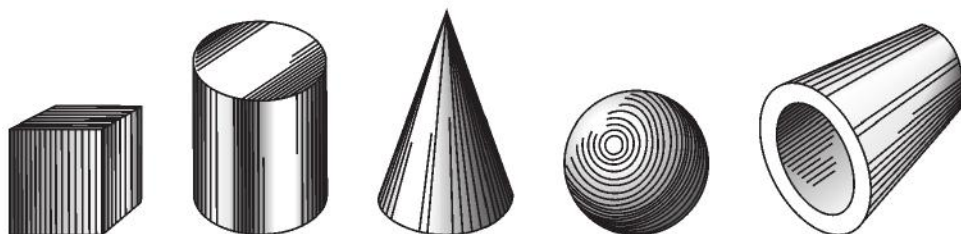


Рисунок 2.50 Примеры технических рисунков геометрических тел с нанесением светотени

Кроме линейной штриховки, применяются шраффировка, точечное оттенение и пр. Ознакомьтесь с ними вы можете, используя ресурсы Интернета.



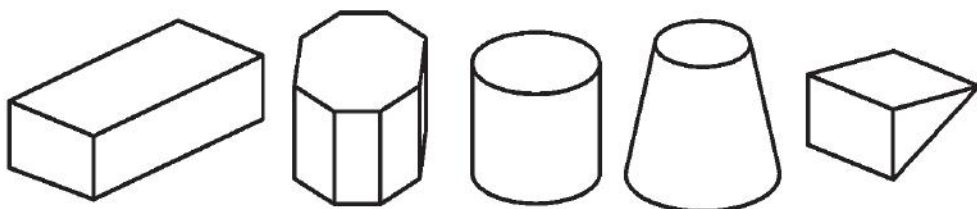
Контрольные вопросы

1. Что называют техническим рисунком?
2. Чем технический рисунок отличается от аксонометрической проекции?
3. Какова последовательность выполнения технического рисунка?
4. Как можно придать техническому рисунку наглядность?



Практическое задание

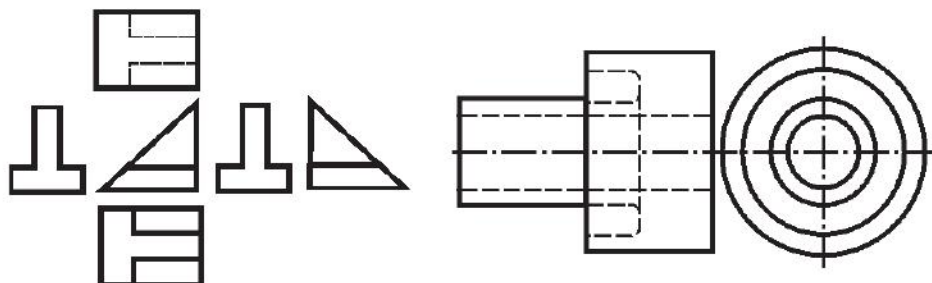
1. Нарисуйте в рабочей тетради:
 - а) оси фронтальной диметрической и изометрической проекций;
 - б) окружность диаметра 40 мм и овал, соответствующий изображению окружности, в изометрической проекции на трех плоскостях.
2. Выполните технические рисунки геометрических тел, применив различные способы придания наглядности и объема.



Чертежи к заданию 2

Понятие об эскизах

3. Выполните технические рисунки моделей, заданных комплексными чертежами. Нанесите светотень.



Чертежи к заданию 3

4*. Выполните с натуры технический рисунок модели или детали несложной формы, подобрав предмет самостоятельно.

6.6 Понятие об эскизах

Эскизом называется изображение, выполненное без применения чертежных инструментов и точного соблюдения масштаба, с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. *Эскиз* – временный чертеж и предназначен для разового использования. Однако он должен быть оформлен аккуратно, с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах бумаги стандартного формата (чаще всего используют бумагу в клетку или миллиметровую).

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом.

Последовательность выполнения эскиза детали (крышки) (рисунок 2.51).

1. *Ознакомление с деталью.* Определяются формы детали и ее основные элементы, на которые ее мысленно можно расчленить. Составляется общее представление о ее форме, размерах и т. д.

2. *Выбор главного вида и других необходимых изображений.*

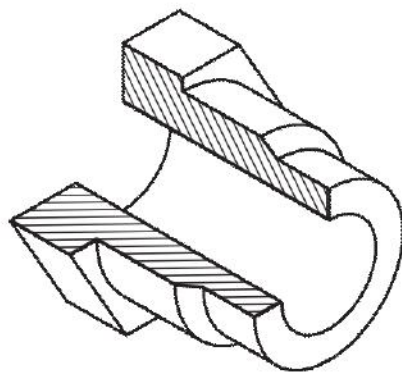


Рисунок 2.51 Деталь для эскизирования

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Изображения деталей в форме тел вращения на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи.

3. *Выбор формата листа.* Формат листа выбирается по ГОСТу в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа 2.

4. *Подготовка листа.* Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Затем наносится контур рамки основной надписи.

5. *Компоновка изображений на листе.* Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскиз наносят тонкими линиями изображения детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

Результаты первых этапов представлены на рисунке 2.52.

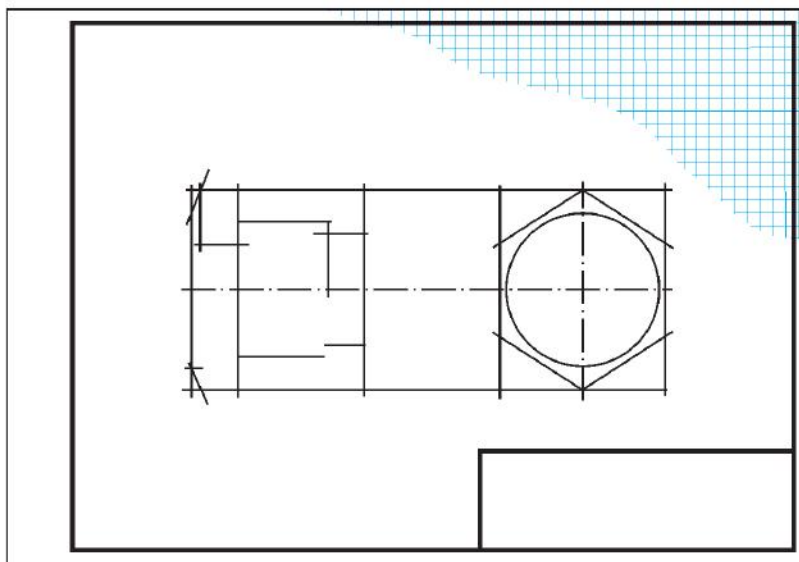


Рисунок 2.52 Начальные этапы выполнения эскиза

6. Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 5 (например, скругления, фаски), удаляют вспомогательные линии построения, производят обводку изображений соответствующими линиями.

7. *Нанесение размерных линий и условных знаков.* Наносят размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон и т. п.).

Понятие об эскизах

8. *Нанесение размерных чисел.* При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскиз.

9. *Окончательное оформление эскиза.* Результаты этапов 6...9 показаны на рисунке 2.53.

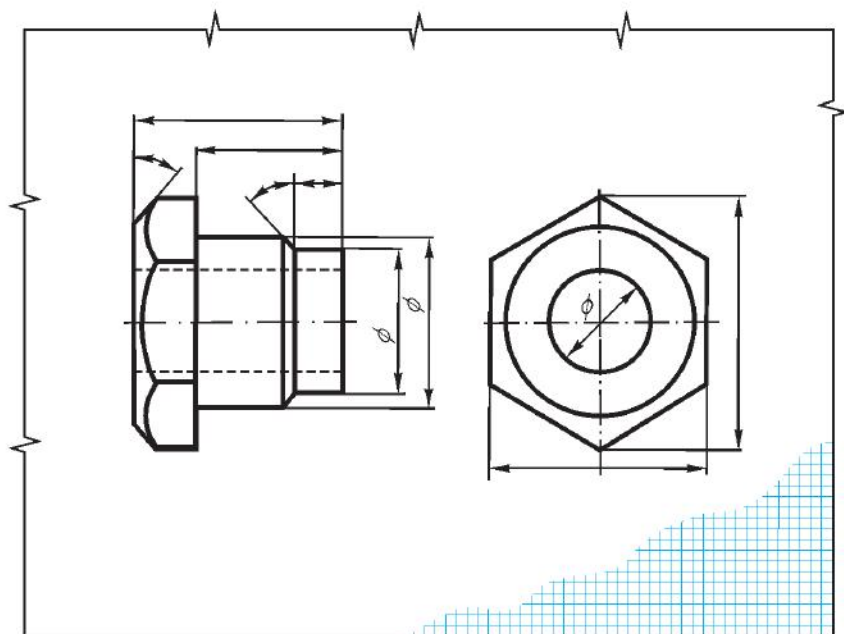


Рисунок 2.53 Конечные этапы выполнения эскиза детали

Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза, вносятся необходимые уточнения и исправления. При этом необходимо убедиться, что:

- 1) изображения построены правильно и в проекционной связи;
- 2) главный вид детали выбран удачно;
- 3) видов достаточно, для того чтобы выявить форму детали;
- 4) размеры нанесены правильно;
- 5) сделаны необходимые поясняющие надписи;
- 6) правильно заполнена основная надпись.

Контрольные вопросы

1. Что называется эскизом?
2. Какой должна быть последовательность выполнения эскиза?
3. Какими правилами пользуются при выполнении эскиза?
4. Какая разница между эскизом и чертежом?

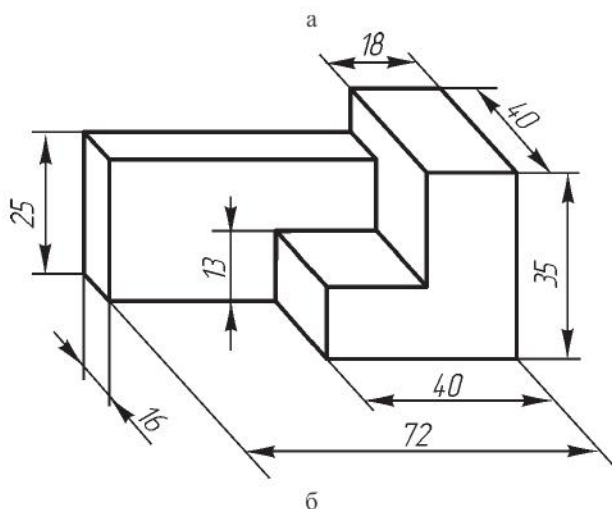
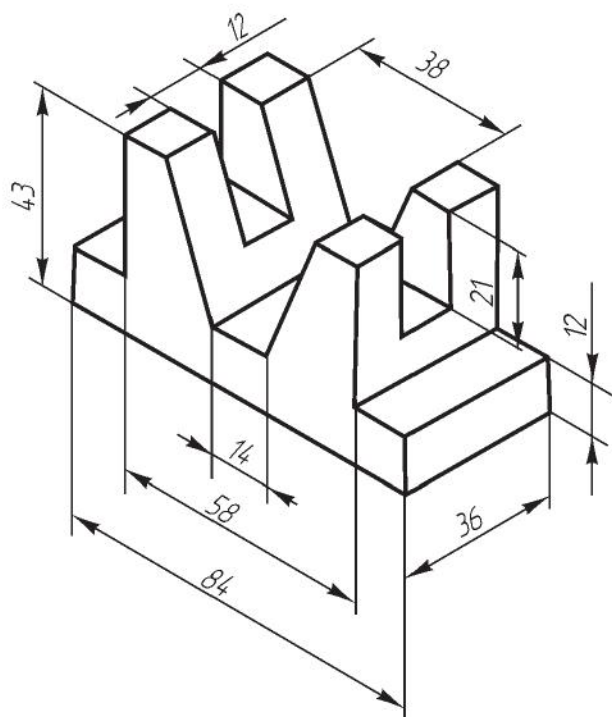


ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



Практическое задание

Выполните эскиз детали с натуры (деталь подберите самостоятельно) или по приведенному ниже наглядному изображению.



а
б
Чертежи к заданию

Глава 7 Чтение и выполнение чертежей предметов

Цели обучения: демонстрировать знания и умения нанесения размеров на чертежах с учетом свойств геометрической формы предметов; выполнять чертежи методом проецирования, используя условности и упрощения на чертежах; читать и выполнять чертежи на основе анализа геометрической формы предмета.

Ключевые слова: чтение чертежа; неполные изображения; габаритные размеры; размеры – фаски, конусности, уклона, сферы; условности и упрощения на чертежах.

7.1 Нанесение размеров на чертежах

С основными правилами нанесения размеров вы уже познакомились. Выясним теперь, как, анализируя геометрическую форму предмета, нужно наносить его размеры на чертеже на примере детали «Упор» (рисунок 2.54).

1. Основанием служит прямоугольный параллелепипед. Поэтому наносят размеры прямоугольного параллелепипеда: длину, ширину, высоту (рисунок 2.55).

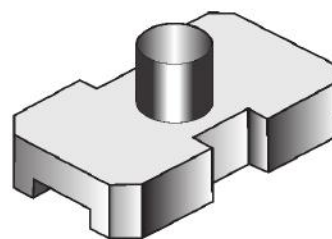


Рисунок 2.54 Модель упора

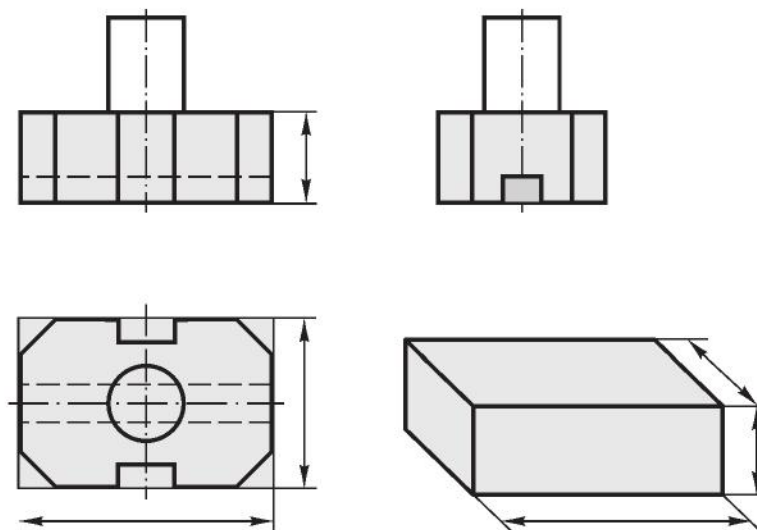


Рисунок 2.55 Нанесение размеров параллелепипеда

2. Простановка размеров цилиндра – диаметра и высоты (рисунок 2.56).

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

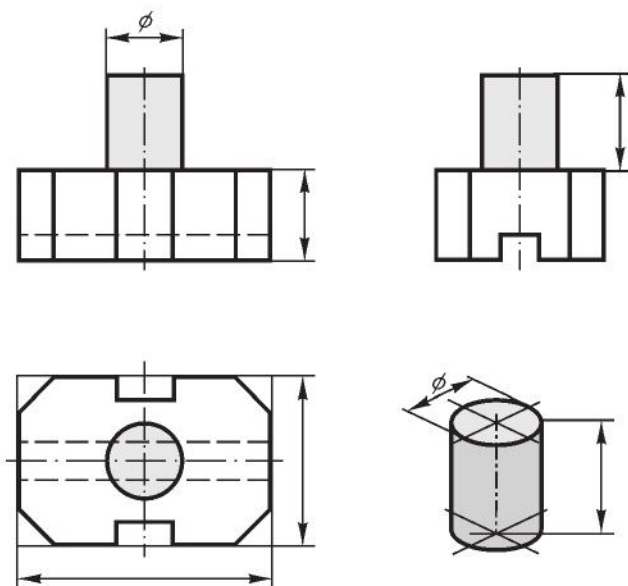


Рисунок 2.56 Нанесение размеров цилиндра

3. Указывают размеры срезов и вырезов. У треугольных призм должно быть нанесено по три размера. Высота срезов равна высоте параллелепипеда, которая уже указана (рисунок 2.57).

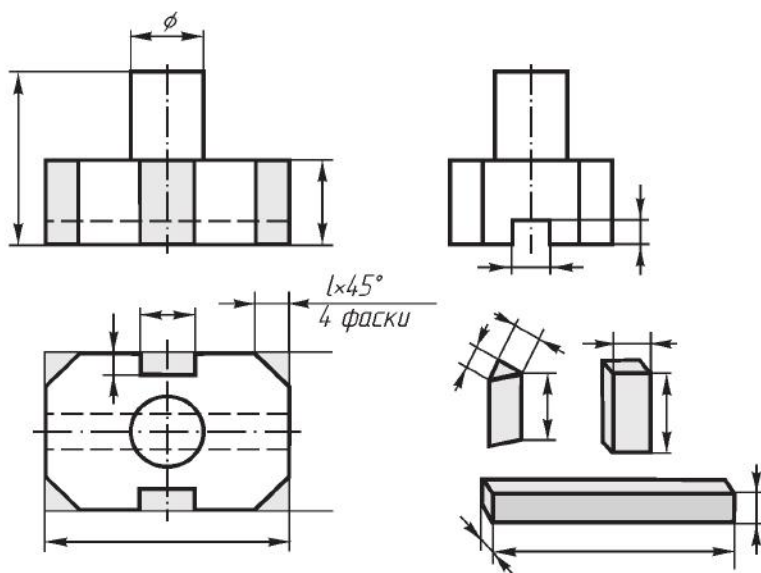


Рисунок 2.57 Нанесение размеров срезов, вырезов
и габаритных размеров

Нанесение размеров на чертежах

После нанесения габаритных размеров проверяют, не образовались ли где-нибудь замкнутые цепочки, не повторяются ли размеры и, в случае необходимости, убирают лишние.

В данном случае высота цилиндра не указывается, так как при изготовлении детали ее легко определить как разность между общей высотой детали и толщиной основания.

Напоминаем некоторые правила нанесения размеров:

1. Каждый размер на чертеже указывают только один раз. В то же время чертеж должен содержать все размеры, необходимые для изготовления детали.

2. Меньшие размеры располагают ближе к контуру изображения, а большие – дальше, благодаря чему удается избежать лишних пересечений размерных и выносных линий.

3. На чертежах обязательно наносят габаритные размеры, определяющие предельные внешние очертания предметов. Габаритные размеры располагают дальше от изображения, чем остальные.

Контрольные вопросы

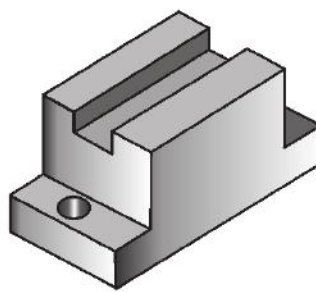
1. Как определить, где и какие размеры нанести на чертеже?
2. В какой степени анализ формы детали позволяет определить размеры, необходимые для нанесения на чертеже?
3. Какие размеры являются габаритными? Обязательно ли указывать их на чертеже?

**Практическое задание**

Сколько нужно видов, чтобы выявить форму деталей, представленных на рисунке? Выполните эскизы деталей, соблюдая пропорции. Проставьте полученные размеры.



а



б

Чертежи к заданию

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

7.2 Условности и упрощения на чертежах

Чтобы сделать чертежи более простыми и понятными, сэкономить время при их выполнении, стандарт устанавливает условности и упрощения. С одними из них вы уже знакомы, с другими познакомитесь в этой главе, с некоторыми – позже.

Предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно меняющееся сечение, допускается изображать с разрывами (рисунок 2.58). Размерную линию при этом не прерывают, размерное число должно соответствовать действительному размеру детали.

Следует иметь в виду, что частичные изображения с разрывом ограничивают либо сплошной волнистой линией (как на рисунок 2.58 а), либо сплошной тонкой линией с изломом, которая выходит за контур изображения на длину 2...4 мм (рисунок 2.58 б).

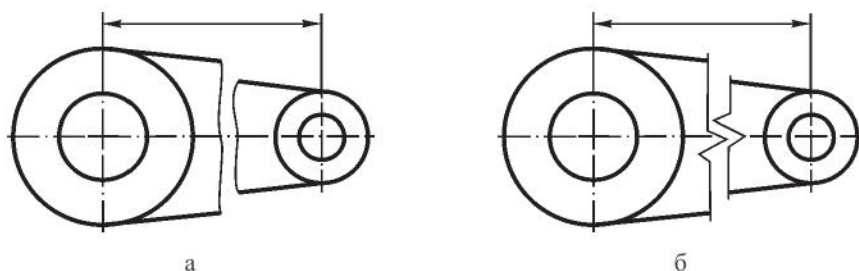


Рисунок 2.58 Изображение предмета с разрывом

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей на них проводят диагонали тонкими линиями (рисунок 2.59).

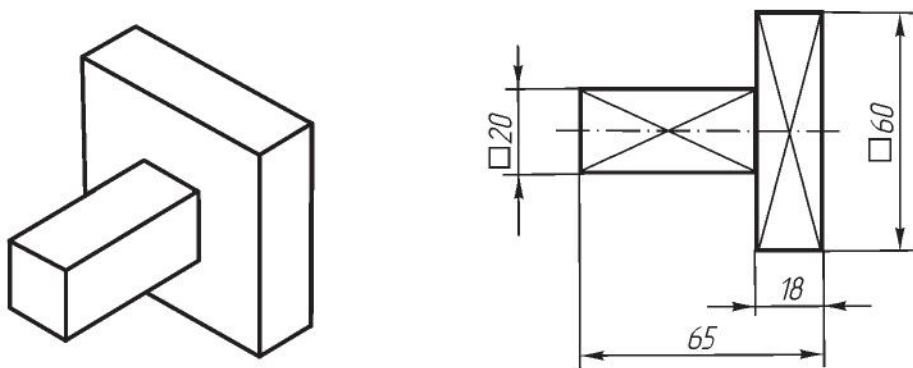


Рисунок 2.59 Обозначение на чертеже плоской поверхности

Условности и упрощения на чертежах

Если на детали имеются симметрично или равномерно расположенные элементы (например, отверстия), то на чертежах допускается показывать один или два из них, а для остальных – намечать лишь центры (рисунок 2.60 а, в). Количество отверстий указывают перед размерным числом или под полкой линии-выноски.

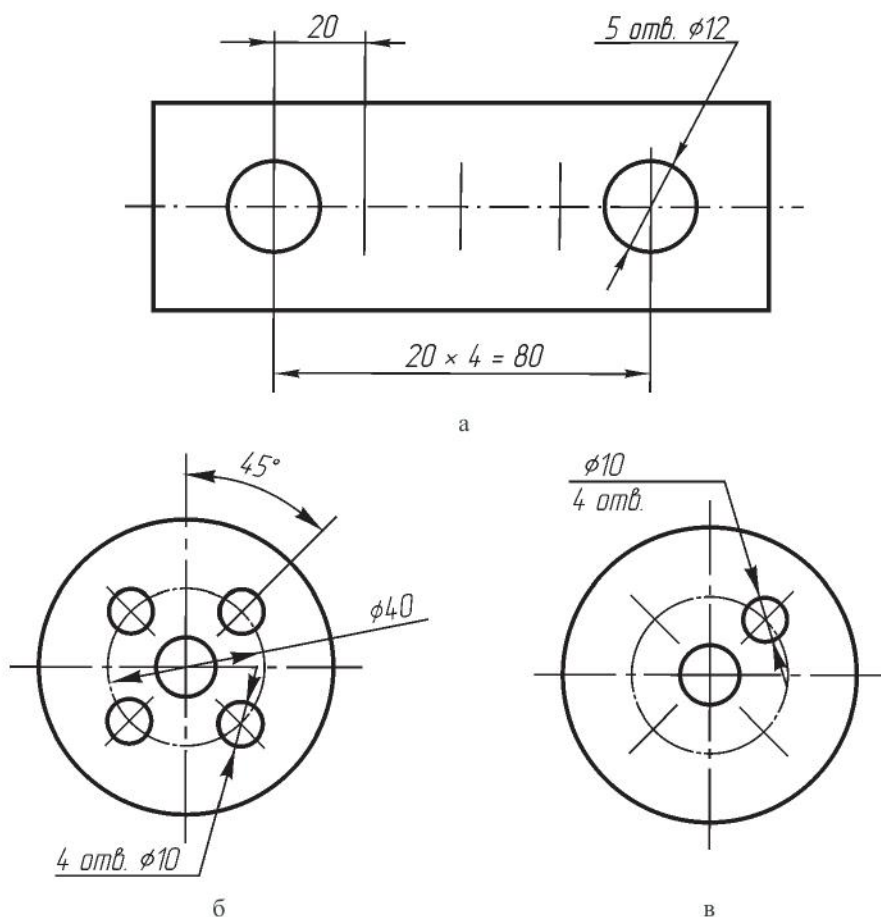


Рисунок 2.60 Примеры нанесения одинаковых диаметров

При нанесении размера элемента, имеющего форму сферы, ставится знак \varnothing (если на чертеже изображено больше половины сферы) или R (если изображено меньше половины) (рисунок 2.61 а, б). Если же сферу трудно отличить от других поверхностей, то допускается перед этими знаками писать слово «сфера» или ставить знак \circ (рисунок 2.61 в, г). Высота знака сферы равна высоте размерных чисел.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

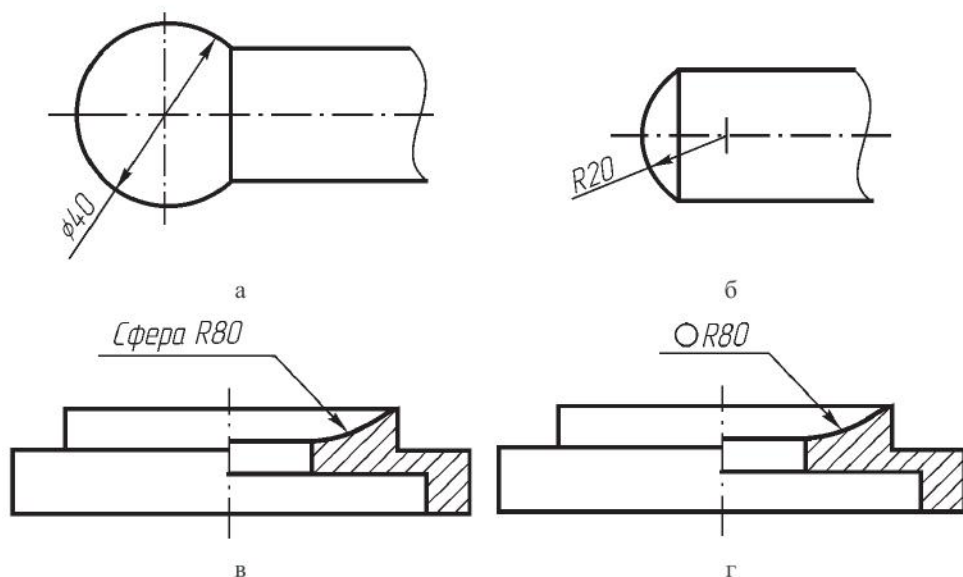


Рисунок 2.61 Примеры простановки размера сферы

Если деталь или ее элемент имеет *конусность*, то перед размерным числом, характеризующим ее, наносят знак \triangleleft , острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. Этот размер в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски (рисунок 2.62).

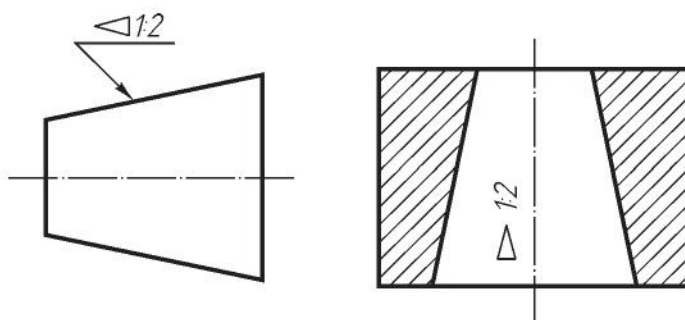


Рисунок 2.62 Примеры обозначения конусности

При вычерчивании многих деталей (например, профилей стальных балок, рельсов, литых изделий) применяются уклоны.

Уклон поверхности следует указывать у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рисунок 2.63 а), в процен-

Условности и упрощения на чертежах

тах (рисунок 2.63 б) или промилле (в тысячных долях) (рисунок 2.63 в). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого направлен в сторону уклона.

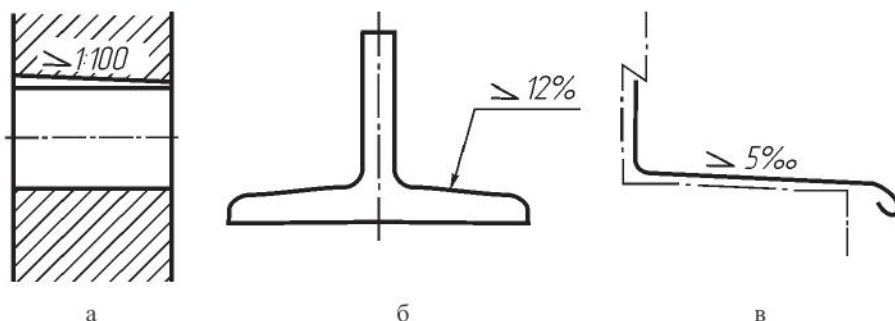


Рисунок 2.63 Примеры обозначений уклона

При изображении предмета в одной проекции допускается условно обозначать его длину. В этом случае перед размерным числом пишут латинскую строчную букву *l* (рисунок 2.64).

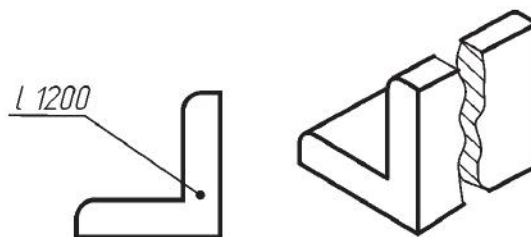


Рисунок 2.64 Пример условного обозначения длины фасонного профиля

Вспомните, что у деталей, имеющих форму тел вращения, торцовые кромки срезают на конус. Этот элемент называют *фаской*. Ее назначение – облегчить сборку деталей, защитить кромки от повреждения, а руки рабочего – от порезов.

Наиболее часто встречаются фаски под углом 45° . Их размеры наносят записью, например $2 \times 45^\circ$, где 2 – высота фаски (рисунок 2.65 а). Если встречаются несколько одинаковых фасок, их размер наносят один раз с указанием количества (рисунок 2.65 б). Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами, а не надписью (рисунок 2.65 в).

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

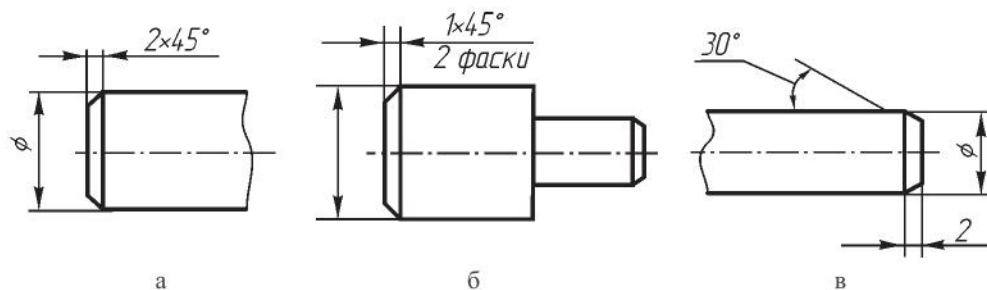


Рисунок 2.65 Нанесение размеров фаски

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



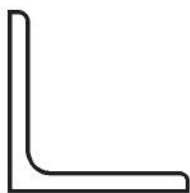
Контрольные вопросы

1. С какой целью на чертеже строят пересекающиеся диагонали?
2. Как наносят размеры фасок под углом 45° ?
3. Как наносят размеры одинаковых отверстий?
4. Вспомните, как указывается толщина детали?
5. Как обозначается длина детали, имеющей фасонный профиль?
6. Каковы условности и упрощения при изображении сферических элементов?
7. Как обозначаются конусность и уклон?

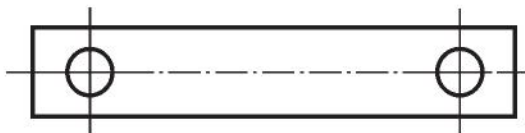


Практическое задание

1. Перечертите чертеж детали, имеющей фасонный профиль. Укажите длину детали – 1500 мм.
2. Выполните чертеж детали; укажите, что толщина ее 5 мм, а диаметр отверстий – 10 мм.



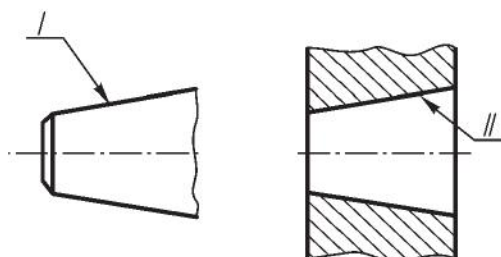
Чертеж к заданию 1



Чертеж к заданию 2

Условности и упрощения на чертежах

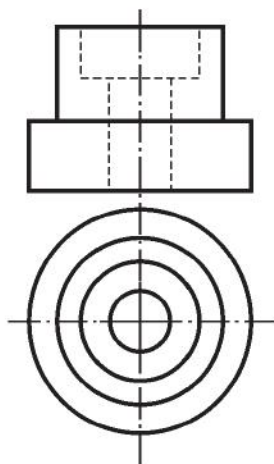
3. Перечертите контуры деталей и нанесите обозначение конусности поверхностей I: (конусность 1:4) и II (конусность 1:7).



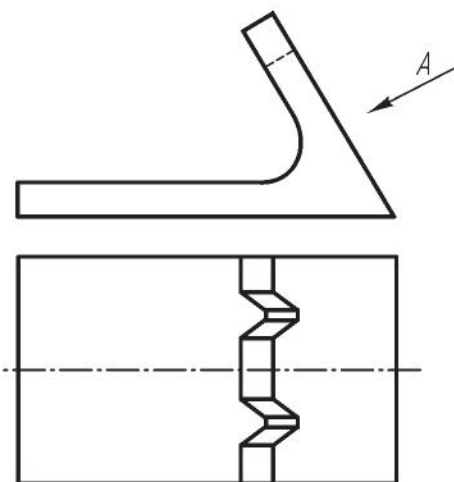
Чертеж к заданию 3

4. Упростите чертеж за счет применения условных знаков.

5*. Упростите чертеж за счет выполнения дополнительного вида по стрелке А.



Чертеж к заданию 4



Чертеж к заданию 5

Для дополнительного чтения

Построение конусности и уклона

Конусностью называется отношение разности диаметров оснований усеченного конуса к его высоте или отношение диаметра основания полного конуса к высоте. Определите конусность поверхности детали, если известно, что один из диаметров 20 мм, второй 55 мм, высота конуса 70 мм (рисунок 2.66).



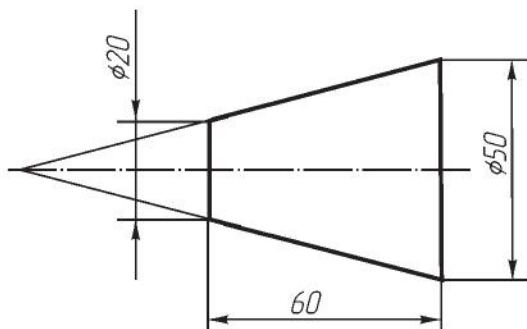
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Рисунок 2.66 Пример определения конусности

Уклоном называется параметр, характеризующий наклон одной прямой линии к другой.

На рисунке 2.67 показано построение уклона 1 : 4 или 25 %.

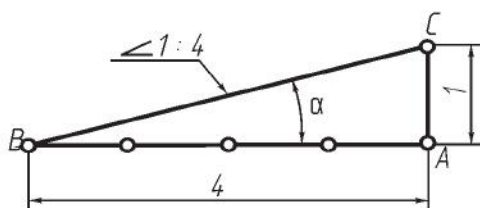


Рисунок 2.67 Построение уклона

Для построения прямой BC с заданной величиной уклона к горизонтальной прямой, например, 1 : 4, необходимо от точки A влево или вправо отложить отрезок AB , равный четырем единицам длины, а вверх – отрезок AC , равный одной единице длины. Точки C и B соединяют прямой, которая дает направление искомого уклона.

7.3 Чтение и выполнение чертежей предметов

Представление объемной формы предмета по плоским изображениям, определение его размеров, получение другой информации о предмете по чертежу – это процесс, который называют *чтением чертежа*. Чтение чертежа является составной частью производственной деятельности работников многих специальностей: техников, конструкторов, инженеров. Каждый из них должен уметь давать словесную характеристику предмета по чертежу.


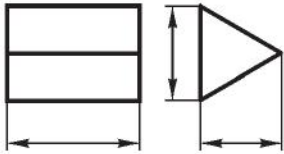
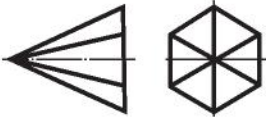
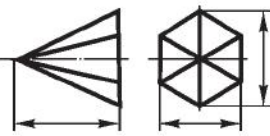
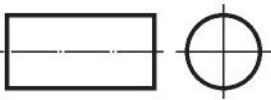

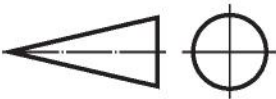
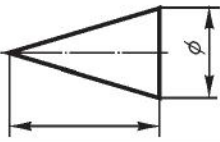
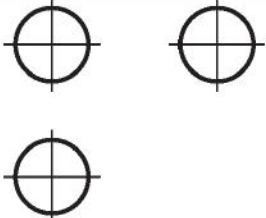
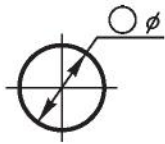
Для определения геометрической формы предмета используют ее анализ. Вначале разделяют предмет на составляющие части, устанавливают их форму, а затем мысленно объединяют полученную информацию в единый про-

Чтение и выполнение чертежей предметов

странственный образ. Сопоставляя проекционно связанные элементы изображений, выявляют характерные признаки простейших геометрических тел, составляющих геометрическую форму предмета, после чего определяют его форму в целом.

В таблице 7 приведены изображения для элементарных геометрических тел, на которые можно разложить любой предмет.

Таблица 7

№	Наименование геом. тел	Без размеров и знаков	Количество изображений	С размерами, знаками и надписями	Количество изображений
1	Многогранники				
	Призма		2		2-3
	Пирамида		2		2-3
2	Тела вращения				
	Цилиндр		2		1
	Конус		2		1
	Шар		3		1

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Чтобы выявить форму предмета, а также правильно нанести размеры, необходимо придерживаться определенного порядка чтения чертежа:

1. Выяснить, как называется деталь.
2. Определить, какие виды детали даны на чертеже, какой из них является главным.
3. Рассмотреть виды во взаимной связи и попытаться определить форму детали со всеми подробностями. Этой задаче помогает анализ изображений, данных на чертеже. Представив по чертежу геометрическую форму каждой части детали, мысленно объединить их в единое целое.
4. Определить по чертежу размеры детали и ее элементов.

Приведем пример чтения чертежа детали «Валик» (рисунок 2.68) (вначале даны вопросы к чертежу, а затем ответы на них).

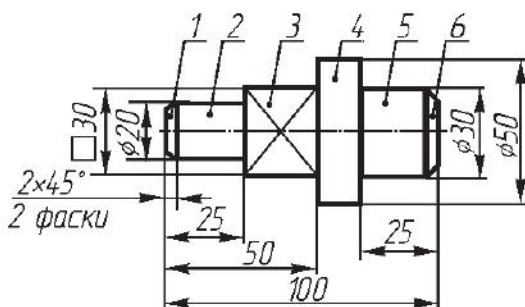


Рисунок 2.68 Чертеж детали для чтения

Вопросы составлены в последовательности, соответствующей рекомендуемому порядку чтения чертежей:

1. Как называется деталь?
2. Какие виды содержит чертеж?
3. Сочетанием каких геометрических тел определяется форма детали?
4. Чему равны габаритные размеры детали и размеры отдельных частей?
5. Опишите общую форму детали.

Ответы на поставленные вопросы:

1. На чертеже изображена деталь валик.
2. Чертеж содержит только один вид – главный. Этому способствует применение условных знаков – диаметра и квадрата.
3. Выделив части детали, рассмотрим их слева направо, сопоставляя изображение и приведенные условные обозначения:

– крайняя левая часть (1) на главном виде имеет форму трапеции, два размера которой заданы диаметрами. Такие проекции может иметь только усеченный конус;

Чтение и выполнение чертежей предметов

– вторая слева часть (2) показана прямоугольником, один из размеров которого задан диаметром. Такие проекции имеет только цилиндр;

– следующая часть (3) имеет очертания прямоугольника с двумя тонкими пересекающимися по диагонали линиями, что свидетельствует о плоской поверхности. Такие изображения характерны для призмы. В данном случае это параллелепипед с основанием в виде квадрата;

– 4-я и 5-я части представляют собой цилиндры. Последняя – 6-я часть, как и первая – усеченный конус.

4. Графический анализ каждого элемента детали с определением размеров приведен ниже (рисунок 2.69). Габаритные размеры валика 100×50 мм.

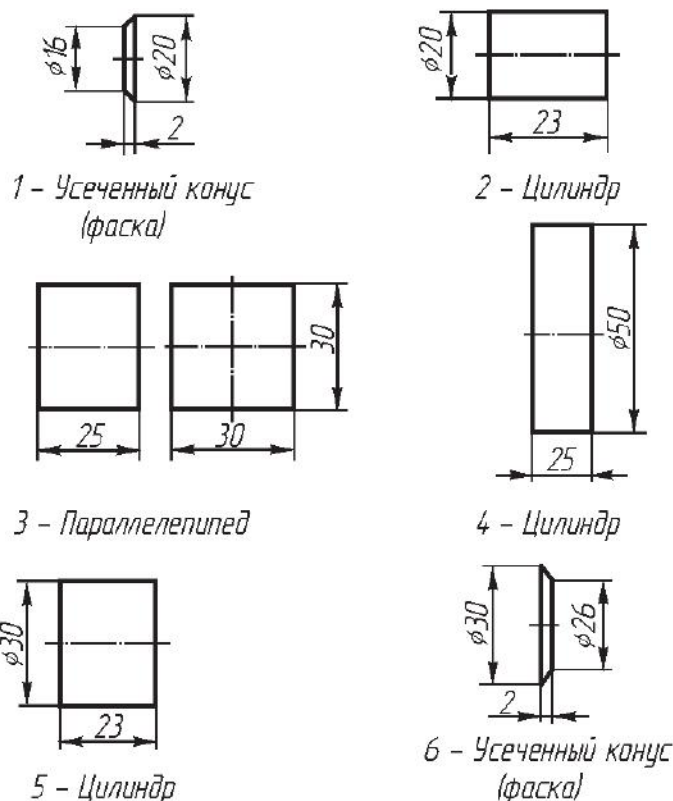


Рисунок 2.69 Анализ геометрических форм элементов детали

5. Объединив мысленно все части, устанавливаем общую форму предмета. Она представляет собой сочетание призмы и нескольких цилиндров, расположенных на одной оси. По краям детали выполнены фаски в форме усеченных конусов.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ



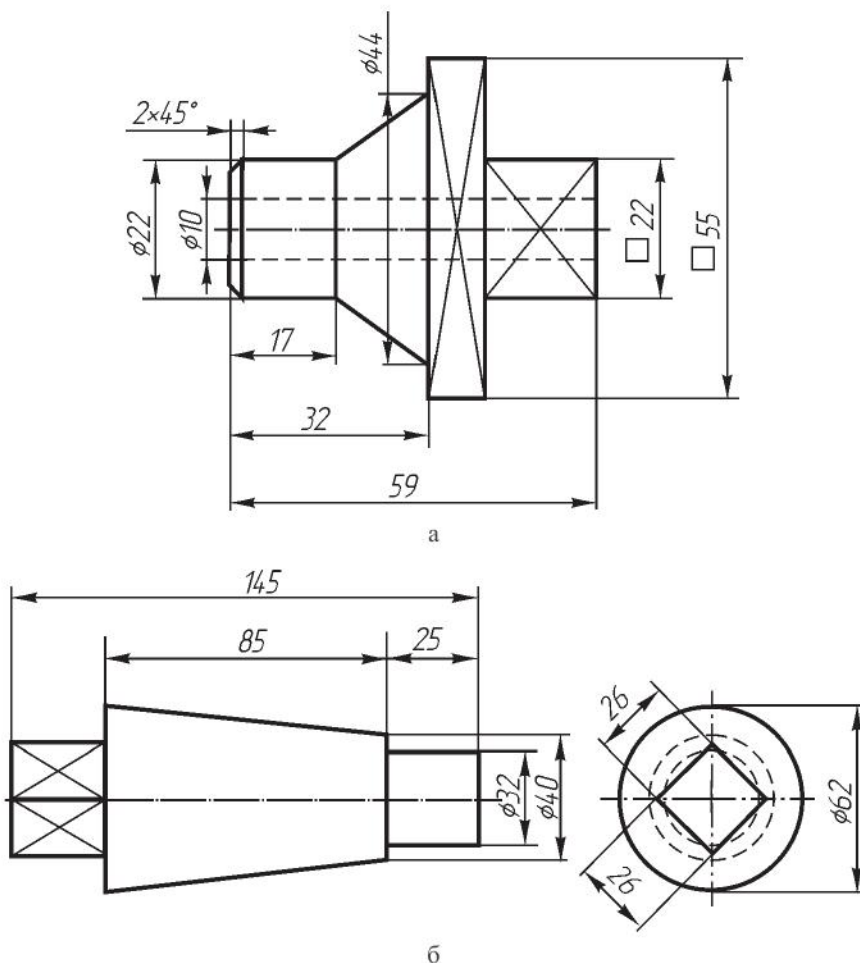
Контрольные вопросы

1. Что представляет собой процесс чтения чертежа?
2. С какой целью при чтении чертежа анализируют геометрическую форму предмета?
3. Какие условности и упрощения облегчают понимание чертежа?



Практическое задание

1. Выполните в тетради эскизы геометрических тел, на которые можно расчленить детали. На изображения нанесите размеры. Масштаб 1:1.
- 2.* Выполните технические рисунки деталей.



Чертежи к заданиям 1, 2

ГЛОССАРИЙ

ГЛОССАРИЙ

Аксонометрия (греч. axon – ось, metreo – измеряю, измерение по осям) – раздел графики, в котором рассматривается способ получения наглядных изображений предметов на плоскости.

Ватман – белая бумага с прочной поверхностью для чертежных работ.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета.

Геометрия начертательная – наука, изучающая пространственные фигуры при помощи проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости.

Готовальня – набор чертежных инструментов в специальном футляре.

Графика (греч. graphike, от grapho – пишу, черчу, рисую) – вид изобразительного искусства, включающий рисунок и печатные художественные произведения, обладающие собственными изобразительными средствами (линии, штрихи, пятна и точки) и выразительными возможностями.

Диметрия – вид аксонометрической проекции, когда коэффициенты искажения равны только по двум осям.

ЕСКД – Единая система конструкторской документации, которая включает комплекс стандартов, устанавливающих единые правила выполнения и оформления чертежей и текстовых материалов.

Иероглиф – название письменного знака в некоторых системах письма, обозначающего как отдельные звуки и слоги, так и целые слова и понятия.

Изометрия – разновидность аксонометрической проекции, при которой коэффициенты искажения по всем осям одинаковы.

Инфографика – графический способ подачи информации, данных и знаний, целью которого является донесение сложной информации до аудитории быстрым и понятным образом (графики, диаграммы, таблицы и пр.).

Компоновка чертежа – целесообразное размещение изображений, размеров и надписей на чертеже.

Конусность – отношение диаметра окружности основания конуса к его высоте для полных конусов или отношение разности двух торцевых поперечных сечений конуса к расстоянию между ними для усеченных конусов.

Коэффициенты искажения – отношение длины аксонометрической проекции отрезка к его натуральной длине.

Лекало – фигурная линейка для вычерчивания кривых линий.

Линия коробовая (циркульная) – это выпуклая кривая линия, состоящая из последовательно сопряженных дуг окружностей. Она может быть замкнутой (овал, овоид) и незамкнутой (завиток).

Линия лекальная – линия, заданная множеством точек, представляющая ряд сопряженных отрезков кривых, которые невозможно построить с помощью циркуля (эллипс, парабола, гипербола и др.).

Линия связи – в проекционном черчении – это линия, соединяющая две проекции одной точки.

Лучи (прямые) проецирующие – прямые, перпендикулярные одной из плоскостей проекций.

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

Метод проецирования – правила построения изображений, рассматриваемых в начертательной геометрии и применяемых в техническом черчении.

Надпись основная – установленная форма таблицы, помещаемая в правом нижнем углу листа проектного документа, которая содержит необходимые сведения: обозначение чертежа; наименование чертежа; информацию о предприятии, разработавшем чертеж; масштаб отображаемой детали; номер листа; дату выпуска чертежа, а также информацию о его разработчиках.

Ось проекций – линии пересечения плоскостей проекций между собой.

Петроглиф (наскальный рисунок) – выбитое или нанесенное краской изображение на каменной основе.

Пиктограмма – знак (рисунок), отображающий важнейшие узнаваемые черты объекта, предмета или явления, на которые он указывает, чаще всего в схематичном виде.

Плоскость проекций – плоскость, на которую проецируют изображение предмета. В прямоугольном проецировании плоскости проекций расположены перпендикулярно между собой.

Проекция (лат. *proiectio* – выбрасывание вперед) – это изображение пространственной фигуры на плоскости.

Проецирование – процесс получения изображений какого-либо предмета на плоскости или поверхности с помощью проецирующих лучей.

Разрез – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью (секущими плоскостями) и состоящее из изображения фигуры сечения и той части детали, которая расположена за секущей плоскостью (плоскостями).

Рисунок технический – наглядное изображение, выполненное по правилам построения аксонометрических проекций (от руки или при помощи чертежных инструментов), часто с использованием светотени.

Сечение – в отличие от разреза, изображение только фигуры, образованной в секущей плоскости (плоскостях) без изображения частей за этой плоскостью (плоскостями).

Сопряжение – плавный переход от одной прямой или кривой линии к другой линии. Общая для этих линий точка называется точкой сопряжения (касания).

ГЛОССАРИЙ

Стандарт (англ. standard – норма, образец) – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в широком смысле слова – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов.

Стандарты ЕСКД – стандарты государственного уровня, в которых устанавливаются нормы, необходимые для разработки и оформления конструкторской документации для всех отраслей промышленности, строительства, транспорта и учебных заведений.

Тело геометрическое – часть пространства, ограниченное замкнутой поверхностью.

Уклон – отношение разности высот двух точек к расстоянию между ними.

Фаска – поверхность, образованная скосом торцевой кромки заготовки. Используется в технологических, технических, а также в декоративных и эргономических целях.

Форматы (франц. format, лат. forma – вид, наружность) – листы чертежной бумаги, размеры которых установлены стандартами ЕСКД.

Чертеж – один из видов конструкторских документов, содержащий графические данные для производства и/или эксплуатации изделия.

Чтение чертежа – процесс получения по чертежу информации о предмете: по плоскостному изображению представить объемную форму, определить размеры изображенного объекта, уяснить сведения, отраженные в надписях, условных обозначениях и т. д.

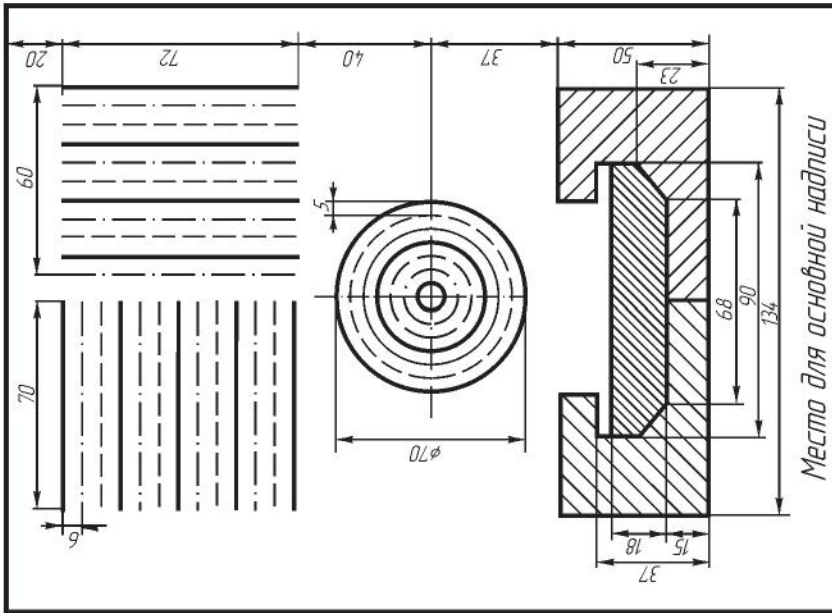
Центр проецирования – это точка, из которой выходят все проецирующие лучи при центральном проецировании.

Элемент выносной – это дополнительное отдельное, обычно увеличенное изображение части предмета с целью выяснения его формы, размеров и других необходимых данных.

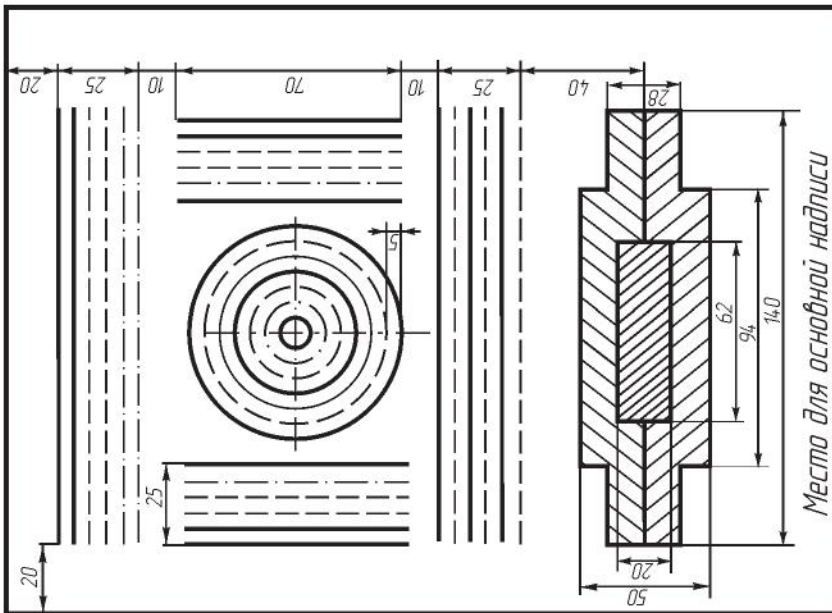
Эргономика – это наука, которая занимается изучением взаимодействия человека и предметов, которые его окружают. Цель ее – проектирование и создание элементов среды так, чтобы она была максимально комфортна и приспособлена для человека.

Эскиз (франц. esquisse) – в широком смысле – предварительный набросок, фиксирующий замысел художественного произведения, сооружения, механизма или отдельной его части. В конструкторской документации эскиз – чертеж, предназначенный для временного использования, выполненный от руки, в глазомерном масштабе, с соблюдением пропорций изображаемого предмета. При выполнении эскиза соблюдаются все правила, установленные стандартами ЕСКД.

Вариант 2

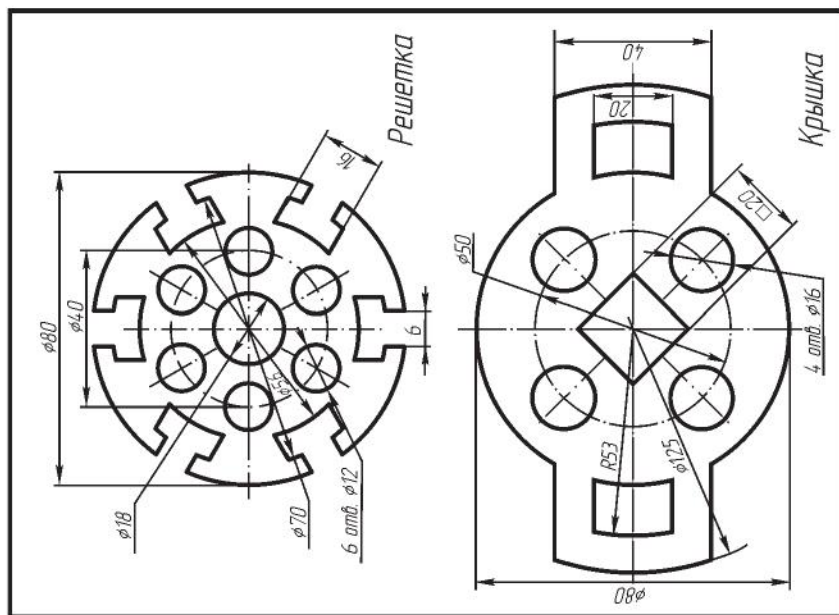


Вариант 1

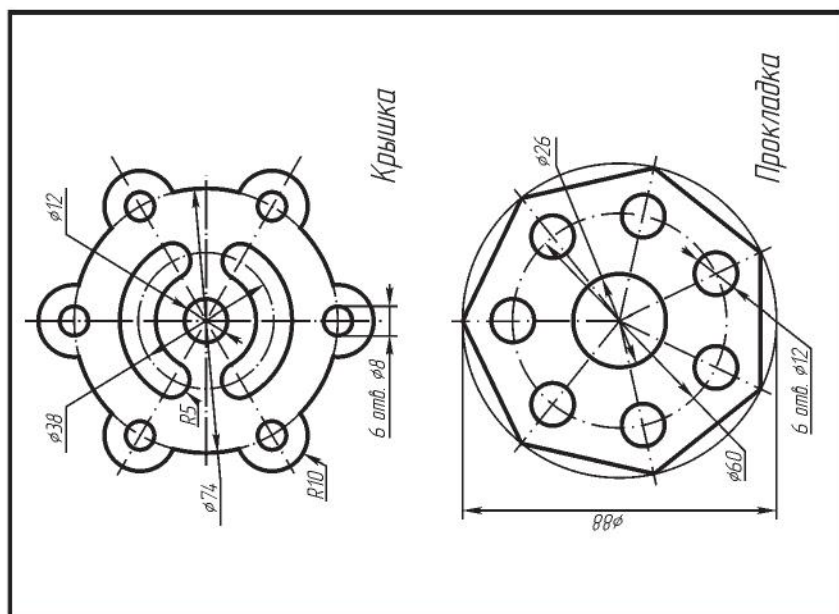


Вычертите чертежными инструментами на формате А4.

Варианты 3–4

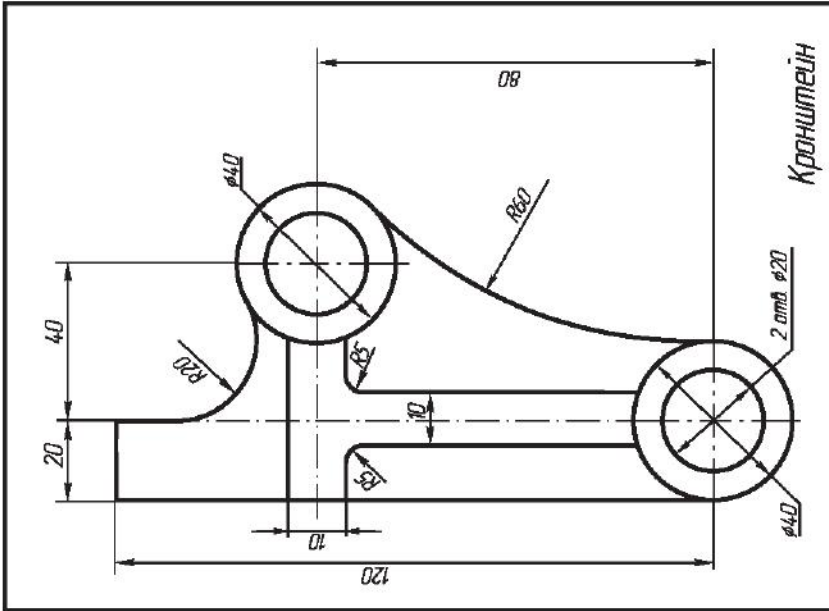


Варианты 1–2

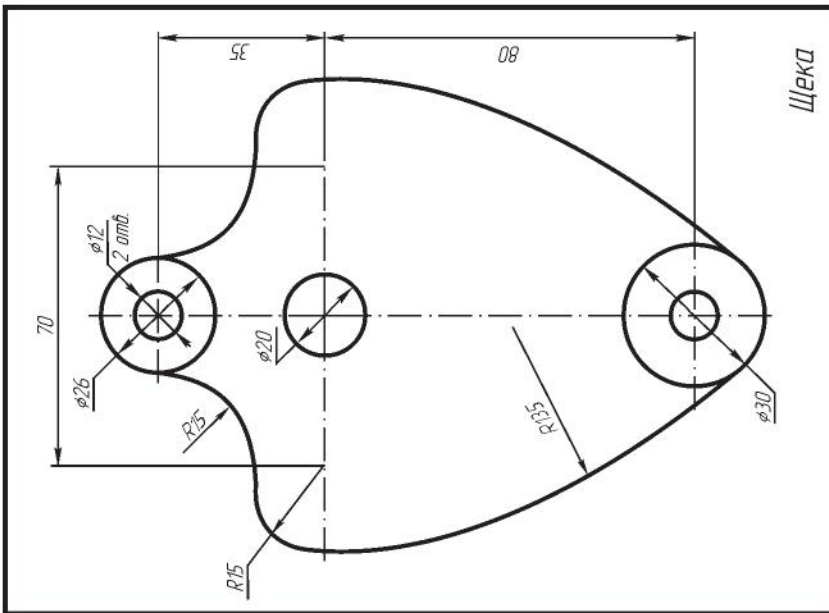


Вычертите контуры деталей, применяя правила деления окружностей на равные части. Нанесите размеры.

Вариант 2

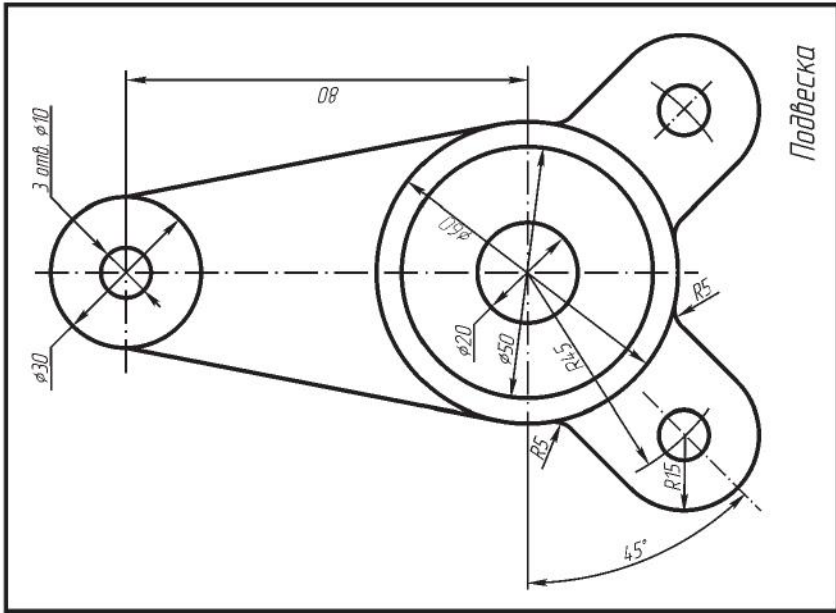


Вариант 1

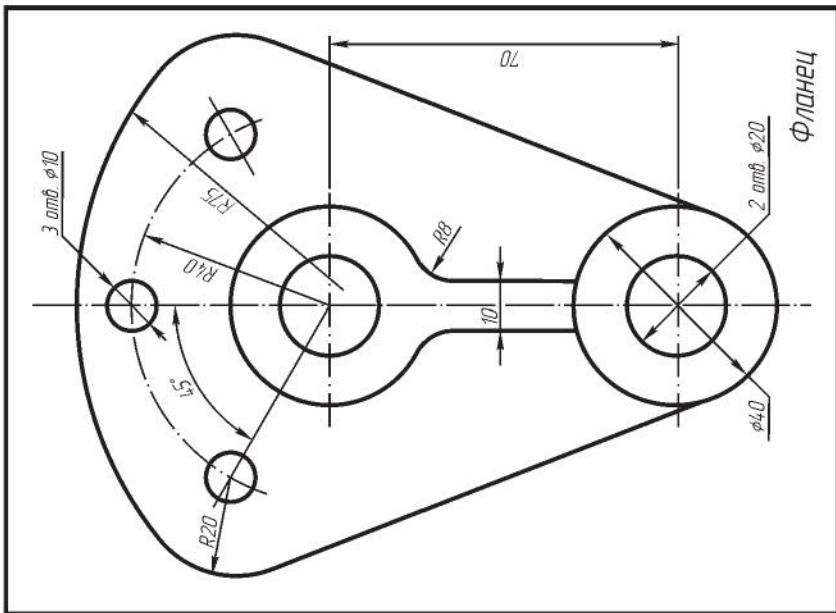


Вычертите контуры деталей, применяя правила выполнения сопряжения. Нанесите размеры.

Вариант 4



Вариант 3



Вычертите контуры деталей, применяя правила выполнения сопряжения. Нанесите размеры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список использованной литературы

1. Балягин С. Н. Черчение. Справочное пособие. – М.: АСТ – Астрель, 2005.
2. Ботвинников А. Д., Виноградов В. Н., Вышнепольский И. С. Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: АСТ – Астрель, 2010.
3. Гордиенко Н. А., Степакова В. В. Черчение. Учебник для 9-го класса общеобразовательных учреждений. – М.: АСТ – Астрель, 2010.
4. ЕСКД. Общие правила оформления чертежей. ГОСТ 2.305-2008. – М.: Изд.стандартов, 2008.
5. Куликов В. П., Кузин А. В., Демин В. М. Инженерная графика. Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования. – М.: Форум – Инфра-М, 2007.
6. Никитенко В. В., Кульбаева В. Б., Мухамадеева Р. М. Черчение. 9 класс. Учебник для общеобр. шк. В 2-х ч. – Кокшетау: Келешек-2030, 2013.
7. Миронова Р. С., Миронов Б. Г. Инженерная графика. Учебник для средних специальных учебных заведений. – М.: АКАДЕМИА, 2000.
8. Нәби Ы. А. Сызба геометрия және инженерлік графика. Техникалық мамандар даярлайтын жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқулық. – Алматы: Бастау, 2010.
9. Типовая учебная программа по учебному предмету «Графика и проектирование» для 10–11 классов уровня общего среднего образования по обновленному содержанию. – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2017.

Список дополнительной литературы

1. Воротников, И. А. Занимательное черчение. Книга для учащихся средней школы. – М.: Просвещение, 1990.
2. Гервер В. А. Творчество на уроках черчения. Книга для учителя. – М.: Владос, 1998.
3. Писканова Е. А. Технический рисунок. Учебно-методическое пособие. – Тольятти: ТГУ, 2011.
4. Потемкин А. Н. Инженерная графика. Просто и доступно. – М.: Лори, 2000..