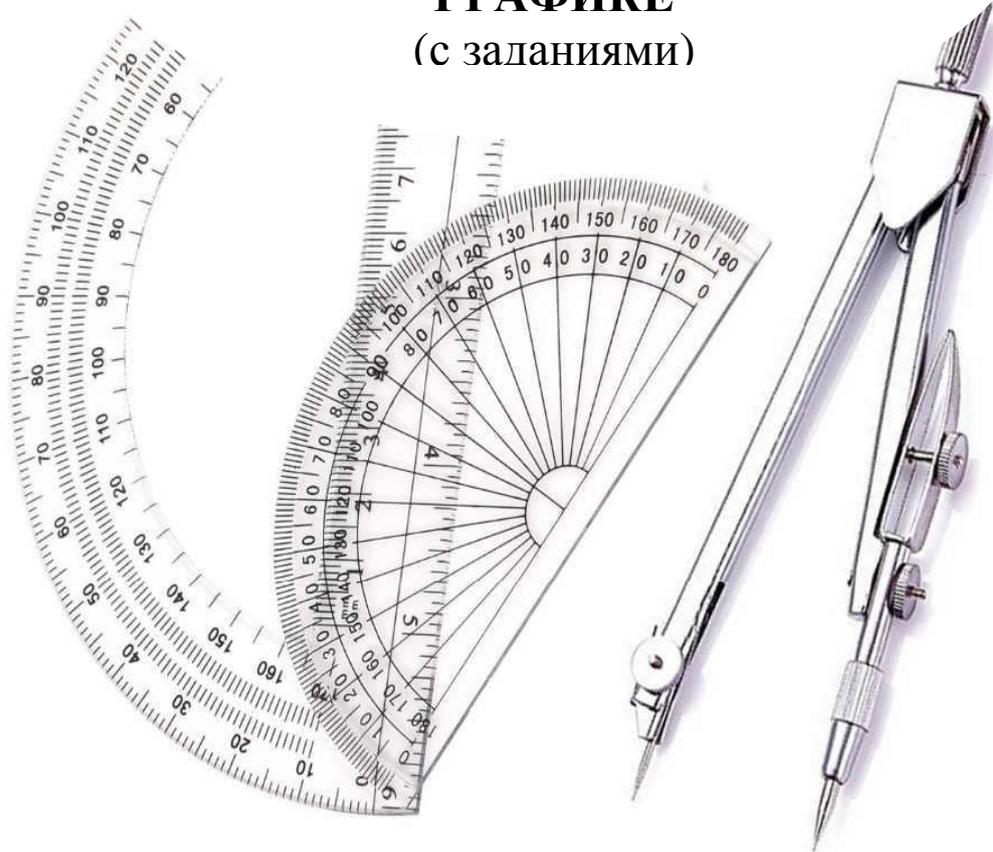


Департамент культуры города Москвы

Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение города Москвы
«Театральный художественно-технический колледж»

КОНСПЕКТЫ

ПО ОСНОВАМ ЧЕРЧЕНИЯ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ (с заданиями)



Разработал: Бабанова И.А.

Москва, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ЗНАЧЕНИЕ ЧЕРЧЕНИЯ.....	3
ТЕМА 1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ. МАСШТАБЫ, ФОРМАТЫ, СТАНДАРТЫ ЕСКД.....	6
ТЕМА 2. ШРИФТЫ.....	13
ТЕМА 3. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА.....	24
ТЕМА 4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ	27
ТЕМА 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ НА ПЛОСКОСТИ.....	34
ТЕМА 6. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ.....	38
ТЕМА 7. ЧЕРТЁЖ ПЛОСКОЙ ДЕТАЛИ.....	43
ТЕМА 8. СПОСОБЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	45
ТЕМА 9. РАСПОЛОЖЕНИЕ ВИДОВ НА ЧЕРТЕЖЕ.....	48
ТЕМА 10. ЧТЕНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПР ЕДМЕТОВ.....	53
ТЕМА 11. СЕЧЕНИЯ.....	57
ТЕМА 12. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ.....	60
ТЕМА 13. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ.....	64
ТЕМА 14. МЕСТНЫЙ РАЗРЕЗ.....	67
ТЕМА 15. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА.....	68
ТЕМА 16. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЯ. ИЗОМЕТРИЯ.....	71
ТЕМА 17. АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРЕДМЕТА.....	75
ТЕМА 18. ЧЕРТЕЖИ РАЗВЁРТОК ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ.....	80
ТЕМА 19. ВЫРЕЗ ЧЕТВЕРТИ.....	83
ТЕМА 20. ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ.....	85
ТЕМА 21. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ.....	89
ТЕМА 22. ДЕТАЛИРОВАНИЕ.....	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

ВВЕДЕНИЕ. ЗНАЧЕНИЕ ЧЕРЧЕНИЯ

Черчение - это учебная дисциплина, которая изучает правила выполнения и чтения чертежей. Чертеж - своеобразный графический язык; такой язык интернационален. Он понятен любому технически грамотному человеку независимо от того, на каком языке, он говорит. Часто чертеж называют еще графическим средством передачи информации, так как он является очень лаконичным средством выражения технической мысли. Любой предмет, находящийся перед нами, можно нарисовать, сфотографировать, описать словами. Но его можно и начертить, или, говорят, построить чертеж.

Чертежом называется изображение предмета, выполненное по определенным правилам с помощью чертежных инструментов. По чертежу мы можем судить об устройстве предмета, о его размерах, о форме предмета в целом и его частей.

Изучив черчение, вы научитесь выполнять и понимать различные чертежи, узнаете правила оформления чертежей, научитесь работать чертежными инструментами и строить изображения от руки. Знания, полученные на уроках черчения, потребуются вам при изучении других школьных предметов.

Представленный курс лекций знакомит с некоторыми вопросами производственно-технического характера, применением чертежей в различных отраслях хозяйства, учит самостоятельно пользоваться справочными пособиями. В учебных заведениях обучающиеся уже ознакомились со многими графическими изображениями. Например, на уроках изобразительного искусства выполняли с натуры рисунки предметов, на уроках математики встречались с диаграммами и графиками. Планами и географическими картами пользовались на уроках природоведения, географии, истории, на уроках физики применяли схемы, которые при помощи условных обозначений передают принцип работы изделий.

Рисунок, диаграмма, карта, схема — все это примеры графических изображений. Основным конструкторским документом, по которому изготавливается, контролируется, устанавливается и ремонтируется изделие, является чертеж — графическое изображение изделия или его части. Каждое изделие должно быть предварительно спроектировано конструктором. В процессе проектирования

изделия выполняют рисунки, эскизы, схемы, чертежи. Оформление и содержание чертежей изменялись с развитием общества.

Изображения различных предметов — рисунки — появились как средство общения людей еще до создания письменности. Позднее при строительстве жилищ, крепостей и других сооружений появились первые чертежи, которые назывались «планами». Эти чертежи обычно выполнялись в натуральную величину непосредственно на земной поверхности, на месте будущего сооружения. Для построения таких чертежей были созданы первые чертежные инструменты — деревянный циркуль-измеритель и веревочный прямоугольный треугольник. В дальнейшем такие планы-чертежи стали выполнять на пергаменте, дереве и холсте в уменьшенном виде. На чертежах старались показать как форму, так и размеры предметов.

В древней Руси было очень много искусных мастеров по литью металлов и их сплавов, изготовлению оружия, строительству зданий. Эти мастера очень хорошо представляли себе геометрические формы предметов и умели выбрать наилучшее решение технических задач. Так, например, в летописях XIII—XIV вв. найдены наглядно выполненные рисунки, по которым можно узнать способ изготовления предметов. Рассматривая можно определить, что ствол пушки изготовлен горновой или кузнечной сваркой и укреплен насадными кольцами-бандажами. Часто на одном изображении совмещались план (вид сверху) и фасад (вид спереди) какого-либо сооружения, например моста. Неудобство такого совмещения заставило разъединить оба вида и применять при изображении предметов два, три и более видов. Во второй половине XVI и начале XVII в. в России на металлообрабатывающих заводах изделия изготовляли не по чертежам, а по образцам-моделям. В конце XVII столетия вместо образцов стали применять чертежи. Эти чертежи выполняли без точного соблюдения масштаба, но размеры изделий на них уже наносили. Когда стало быстро развиваться кораблестроение, потребовались более точные, вычерченные в строгом масштабе чертежи. Корабельные чертежи 1686-1751 гг., выполненные мастерами и их помощниками, уже более совершенны. Здесь применялись три изображения, с помощью которых

на плоскости чертежа удавалось показать размеры трех измерений судна: длину, ширину и высоту.

В 1798 г. французский инженер Гаспар Монж опубликовал свой труд «Начертательная геометрия», который лег в основу проекционного черчения. В XVIII в. чертежи выполнялись чрезвычайно тщательно, с обводкой цветной тушью. На этих чертежах делались условные разрезы изделий с раскраской места разреза разными цветами в зависимости от вида материалов изделий.

Чертежи И. И. Ползунова и И. П. Кулибина наглядно показывают отличные познания русских изобретателей в области построения точного проекционного чертежа изделия. Основоположником начертательной геометрии в России был проф. Я. А. Севастьянов, издавший в 1821 г. свой курс «Основания начертательной геометрии». Выдающийся ученый конца XIX в. проф. В. И. Курдюмов написал ряд капитальных трудов по начертательной геометрии. Профессору Н. А. Рынину принадлежит ряд трудов по приложению начертательной геометрии в технике и учебник, которым пользуются и в настоящее время. Профессор Д. И. Карпин написал работу «О точности графических построений». Большое значение имеют труды крупного ученого профессора А. И. Добрякова по начертательной геометрии. Видный ученый нашего времени профессор Н. Ф. Четверухин написал большое количество трудов в области теории изображений. Чертежами пользовались многие выдающиеся русские изобретатели и инженеры. В 1586 г. знаменитый пушечный мастер Андрей Чохов отлил колоссальную царь-пушку, а его ученики уже с начала 30-х гг. XVII в. руководствовались чертежами при изготовлении орудий. Значительного расцвета достигла русская графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени, некоторые из них выполнены Петром I. Известны чертежи первой в мире универсальной паровой машины выдающегося русского изобретателя XVIII в. И. И. Ползунова. Талантливый русский механик, конструктор и изобретатель XVII в. И. П. Кулибин только для выполнения одного из своих шедевров - часов в форме куриного яйца - изготовил несколько десятков чертежей. Другим примером его деятельности служат чертежи моделей моста через реку Неву.

ТЕМА 1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ. МАСШТАБЫ, ФОРМАТЫ, СТАНДАРТЫ ЕСКД

Представьте, что было бы, если каждый инженер или чертежник выполнял чертежи по-своему, не соблюдая единых правил. Такие чертежи могли быть непоняты другими. Чтобы избежать этого, приняты и действуют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Стандарты ЕСКД – это документы, которые устанавливают единые правила выполнения и оформления конструкторских документов во всех отраслях промышленности, строительства, транспорта. Стандарты установлены не только на конструкторские документы, но и на все виды продукции, выпускаемой предприятиями. Государственные стандарты (сокращенно ГОСТ) обязательны для всех предприятий и отдельных лиц. Каждой группе стандартов присвоено свое обозначение. Например, в записи ГОСТ 2-301 – 68 цифра 2 (с точкой после нее) указывает на принадлежность стандарта к ЕСКД, цифра 3 указывает группу стандартов, 01 – номер стандарта, а 68 – год его регистрации. Стандарты время от времени пересматривают. Изменения стандартов связаны с развитием промышленности и совершенствованием инженерной графики. Форматы, рамка чертежа (ГОСТ 2.301-68)

ФОРМАТЫ

Чертежи и другие конструкторские документы выполняют на листах определенных размеров. Для экономного расходования бумаги и удобства хранения чертежей стандарты ЕСКД устанавливают строго определенные форматы листов, форматы листов определяются размерами внешней рамки, по которой обрезают листы. ГОСТ 2.301-68 устанавливает пять основных форматов для чертежей и других конструкторских документов: А0, А1, А2, А3, А4. Площадь формата А0 равна $\sim 1\text{м}^2$. Другие основные форматы могут быть получены последовательным делением формата А0 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата.

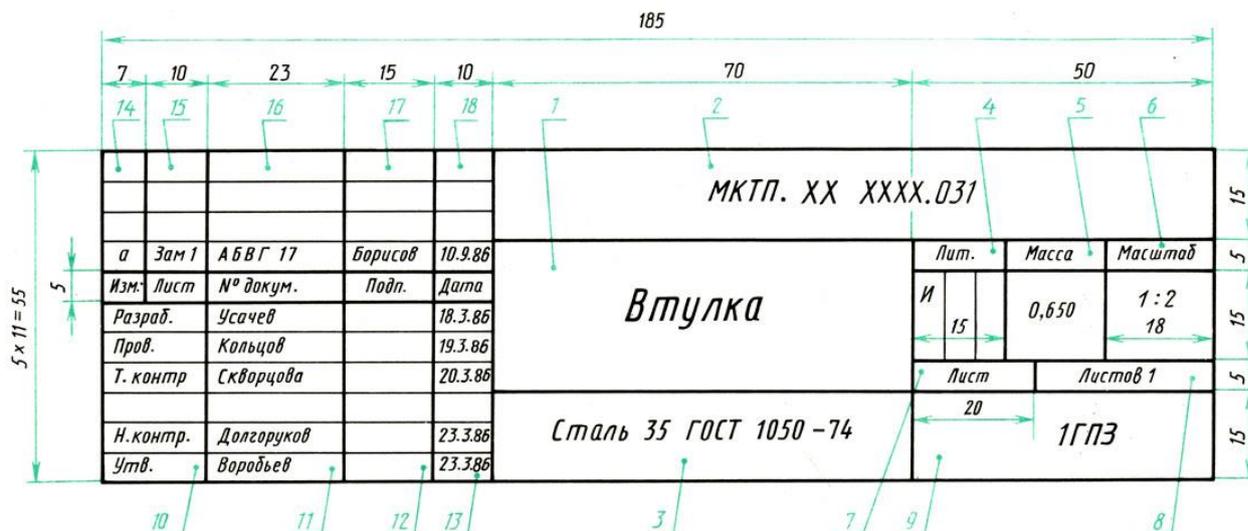
Размеры сторон основных форматов, мм: А0 - 841×1189 ; А1 - 594×841 ;
А2 - 420×594 ; А3 - 297×420 ; А4 210×297 .

При необходимости допускается применять формат А5, с размерами сторон 148×210 мм. Рамка. Каждый чертеж должен иметь рамку, которая ограничивает его поле.

Линии рамки проводят сверху, справа и снизу на расстоянии 5 мм от внешней рамки (выполненной тонкой линией), а с левой стороны на расстоянии 20 мм от нее. Эту полоску оставляют для подшивки чертежей. Формат А4 располагается только вертикально! Остальные основные форматы можно располагать и вертикально, и горизонтально.

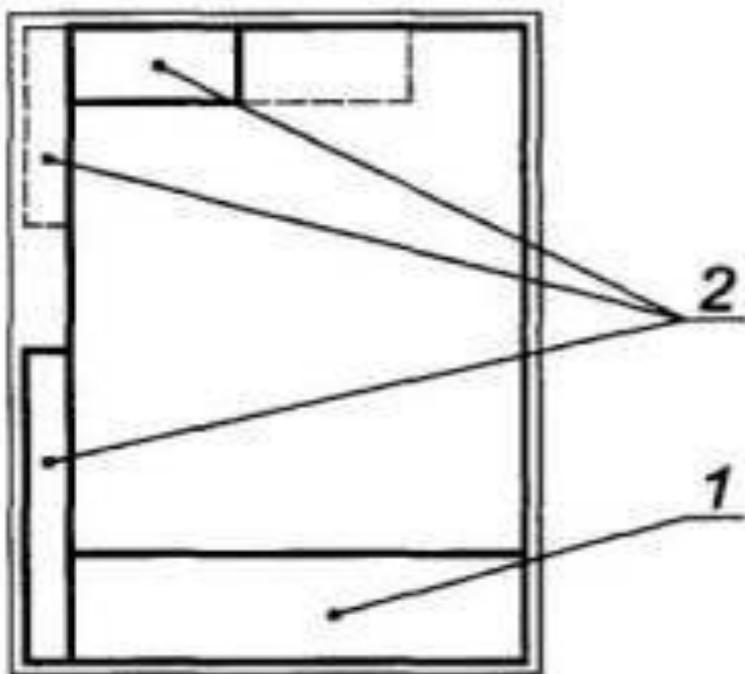
ШТАМП ЧЕРТЕЖА

Штамп чертежа ставится внизу чертежного листа, с правой стороны.

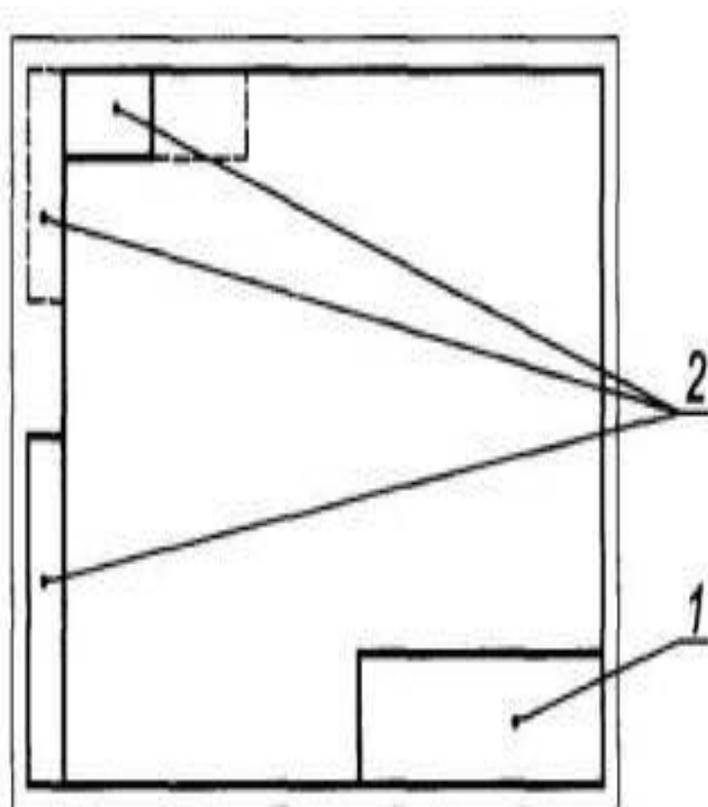


Угловой штамп несет в себе много информации: о названии детали или изделия, материале изготовления, масштабе, разработчике, возможных изменениях в чертежах конструкции и т.д.

Для формата А4 угловой штамп располагается вдоль короткой стороны от одной линии рамки чертежа до другой.



Для форматов больше А4 расположение основной надписи в правом нижнем углу.



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дфл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата			Лист	Масса	Масштаб
Разраб.									
Проб.									
Т. Контр.							Лист	Листов	
Н. Контр.									
Чтв.									

МАСШТАБЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ (ГОСТ 2.302-2017)

Слово «масштаб» пришло в русский язык из языка точности – немецкого - и дословно переводится как палка для измерения. Однако в картографии данный термин обозначает число, во сколько раз данная карта или иное изображение уменьшено в сравнении с оригиналом. Масштаб присутствует на каждой карте, а также является неотъемлемой частью любого чертежа.

Итак, зачем людям на практике нужен масштаб? Что показывает масштаб? На самом деле это понятие связано практически и теоретически со многими отраслями: математикой, архитектурой, моделированием и, конечно же, картографией. Ведь ни на одной карте, даже суперсовременной цифровой, невозможно отобразить географический объект в его реальном размере. Поэтому, при нанесении изображения тех или иных городов, рек, гор или даже целых материков на карту все эти объекты пропорционально уменьшаются. А во сколько раз это сделано, и является масштабом, который указывается на полях карты. В старину, когда в картографии еще не применяли масштаб, а уменьшали изображаемые объекты по своему усмотрению, полученные карты были очень неточными и носили, скорее, приблизительный характер. Так что путешественники, использующие их, часто попадали впросак. Кто знает, возможно, у карты, которой пользовался Христофор Колумб, тоже был неверный масштаб, и поэтому вместо Индии он приплыл в Америку? Еще одной отраслью, которая просто не может существовать без использования масштаба, является моделирование. Ведь, создавая чертеж будущего здания или самолета, инженер делает это в определенном масштабе, уменьшая или увеличивая изображение в зависимости от необходимости. Так что ни одна, даже самая крохотная деталь, не может быть сделана без использования чертежа, а ни один чертеж не обойдется без масштаба.

Это понятие также неотъемлемо связано с черчением и архитектурной графикой. Будь то инженерные чертежи крохотных механических деталей или же, наоборот, чертежи громадных архитектурных ансамблей, в любом случае к ним

применяются специализированные масштабы чертежей. Каждый чертежный бланк имеет графу, в которой в обязательном порядке указывается масштаб спроектированного изделия. Примечателен тот факт, что даже если инженер создает чертеж детали в натуральную величину, все равно в информации о нем указывается масштаб 1:1. В отличие от карт, на чертежах масштаб может быть не только уменьшенным (1:5), но и увеличенным (5:1) если изображаемое изделие крохотных размеров

В практике приходится выполнять изображения очень крупных деталей, например деталей самолета, корабля, автомашины, и очень мелких – деталей часового механизма, некоторых приборов и др. Изображений крупных деталей могут не поместиться на листах стандартного формата. Мелкие детали, которые еле заметны невооруженным глазом, невозможно вычертить в натуральную величину имеющимися чертежными инструментами. Поэтому в черчении изображения больших деталей уменьшают, а малых увеличивают по сравнению с действительными размерами. Масштаб – это отношение длины отрезка на чертеже к длине соответствующего отрезка в натуре. Масштабы изображений и их обозначение на чертежах стандартизованы. Стандарт разрешает выбирать следующие масштабы: натуральная величина – 1:1; масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1. При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000. Масштабы записывают так: М1:2, М5:1, М1:1 и т. д. Если масштаб указывают на чертеже в специально предназначенной для этого графе основной надписи, то перед обозначением масштаба букву М не пишут. Следует помнить, что, в каком бы масштабе ни выполнилось изображение, размеры на чертеже наносит действительные, т. е. те, которые должна иметь деталь в натуре.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках (без буквы М) рядом с обозначением изображения.

Например: А (2:1). Угловые размеры при уменьшении или увеличении изображения не изменяются.

При использовании масштабов уменьшения или увеличения размеры на чертежах ставят натуральные!

ТЕМА 2. ШРИФТ

Письменность — важнейший этап в истории культуры, результат тысячелетних творческих устремлений человеческого общества. Два понятия — рисование и письмо — тысячелетиями остаются близкими. Греческое слово «графо» означает и письмо, и рисование. Картинное письмо — пиктография — было начальным этапом в развитии письменности всех народов мира.

Шрифт — это совокупность знаков всего алфавита, визуально различных, но единообразно спроектированных. Те шрифты, которые используются сейчас, создавались и совершенствовались в течение тысяч лет, их форма сложилась под влиянием разных факторов. Чтобы понять, почему в искусстве шрифта сложились те или иные традиции и правила, рассмотрим происхождение самых популярных видов шрифтов. Предшественником нашего современного письма считают письмо Древнего Египта. Египетское иероглифическое письмо восходит к XIV в. до н.э. Из-за необходимости писать быстро из иероглифов образовалось курсивное иероглифическое письмо для обыденных надобностей. Курсив (нем. *Kursiv*, от средневекового лат. *cursivus*, буквально — бегущий) — бегущее, быстрое письмо. Принято считать египетское иероглифическое письмо родоначальником буквенных алфавитов.

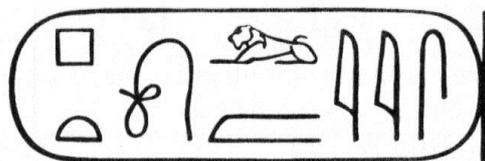


Рисунок 1. Египетское иероглифическое письмо

Упрощенное начертание иероглифических знаков получило название иератического, или жреческого, письма. Из иератического письма постепенно образовалась более простая форма — демотическое (народное) письмо. Так называемое алфавитное письмо (т. е. такой способ записи речи, при котором

каждый знак соответствует одному определенному звуку) появилось на Ближнем Востоке около середины II тысячелетия до нашей эры. О его происхождении мало что известно, сохранилось очень мало древнейших алфавитных надписей. Достоверно известно только, что через финикийцев алфавитное письмо перешло к грекам. Финикийский алфавит состоял из 22 согласных и полугласных знаков. Греки преобразовали его в соответствии с требованиями своего языка. Шрифт древнегреческих надписей сильно отличается от современного письма, все линии в нем одинаковой толщины, но при этом надписи не выглядят монотонными благодаря различной высоте букв. Буквы выравнивались не по двум строкам, как сейчас, а по средней линии, а чередование треугольных и округлых элементов делает древнегреческий шрифт энергичным и подвижным. Этот шрифт необычайно прост, построен скупыми четкими линиями равной толщины, которые образуют простые геометрические формы: круг, прямоугольник, дуги, отрезки прямой, соединяемые в различных вариантах. Древнейшие памятники греческих капитальных букв (состоящих из прописных букв) восходят к VIII—VII вв. до н.э. Только в IV в. до н.э. стало общепринятым греческое капитальное (монументальное) письмо. Греческий алфавит явился главным источником алфавита латинского, бытового в Древнем Риме.



Рисунок 2. Греческий алфавит

От греческого алфавита (возможно, через посредство этрусского) произошел латинский алфавит. В I — II вв. н.э. достигает своего совершенства римское капитальное письмо (лат. *capitalis* — большой, главный, солидный). Другое название — маюскул (лат. — несколько больший). Надпись, выполненная маюскулом, укладывается строго между двумя горизонталями, ни единой черточкой не выходя за пределы образованной им строки. Маюскул — это шрифт

торжественных надписей, высекавшийся на колоннах, триумфальных арках, стенах. Его технология исполнения не является повторением технологии скольжения тростниковой палочки, а является медленным высеканием в каменной плите по заранее намеченному контуру (как правило, кистью, чем объясняется некоторая сложность построения овальных букв). Постепенно буквы стали более правильными и вычерченными, а не написанными. Затем сформировалась совсем новая деталь — засечка (сериф), а также впервые определились различия в толщине между разными штрихами. Наибольшую законченность и совершенство шрифт надписей приобрел к II в. н.э., например шрифт надписи на колонне Трояна (114 г. н. э.). Этот шрифт построен и вырисован, а не свободно написан. В Древнем Риме существовали и рукописные шрифты: это шрифт рустика с его характерными узкими пропорциями, сохранившийся до XI в.

Характерными чертами рустики являются тонкие вертикальные штрихи, причем горизонтальные штрихи выполнялись с сильным нажимом. В целом получается картина сжатого, узкого и высокого письма. Другим вариантом рукописного латинского шрифта был курсив. В курсиве буквы упрощались, соединялись друг с другом, утрачивали некоторые детали. Курсивом писали, например, на покрытых воском деревянных дощечках. В конце I в. под влиянием Востока в римскую архитектуру стал все более проникать стиль круглых сводов, этот принцип округления стал все более проникать в письмо. Появился новый стиль — унциальное письмо. Удобство и быстрота начертания достигались в нем тем, что штрих принимал дугообразную форму, а углы округлялись. Полного своего развития шрифт достиг в IV в. и применялся до VIII в. Он интересен тем, что под влиянием курсива в некоторых знаках унциала появились выносные, т. е. выходящие за линию строки, элементы. Еще не очень активные, они, тем не менее, придают этому письму более богатый и сложный ритм. В ранних греческих рукописях на папирусе, а затем и на пергаменте, тоже сложился стиль письма с четко разделенными пластичными знаками. Это, так называемый, греческий унциал, или устав, просуществовавший в Византии вплоть до IX в. Именно во второй половине IX в. монахи Кирилл и Мефодий создают на основе

греческой (что неудивительно, ведь они получили образование в греческом монастыре) славянскую азбуку, которая распространилась на Руси в X в. и вытеснила древнерусскую письменность — глаголицу. Вместе с кириллицей в древнерусскую письменность пришел греческий устав. Полуунциал — переход от прописных букв к строчным. Появляются связи между буквами. Полуунциал — новый шаг в усвоении беглости курсива при сохранении ясности письма.

В VIII — IX вв. сложился новый тип латинского письма, в нем слова разделены хорошо заметными пробелами (а не точкой, как в древнеримских надписях), а многочисленные выносные элементы облегчают чтение. Шрифт такого типа, с выносными элементами, выходящими за край строки, называется минускулом (лат. *minusculus* — очень маленький, строчный). Первый минускул появился во время правления французской королевской династии Каролингов, поэтому его называют каролингским минускулом. От каролингского минускула ведут происхождение строчные буквы современного латинского алфавита. В позднем королевском минускуле (XI в.) появляются изменения: усиливается вертикальный штрих, уплотняется написание букв, округления как бы надламываются. Эти изменения означают переход к готическому шрифту, распространившемуся по всей Европе. На протяжении своего существования в различных странах готическое письмо приобрело особые местные черты и названия: к крайней готике относятся текстура и ротунда (круглоготическое итальянское письмо), к поздней готике — швабский шрифт (XV в.) и фрактура (XVII в.). В готическом письме буквы сближены и сильно вытянуты вверх. Вероятно, первоначально сужение букв было вызвано стремлением экономить место (пергамент был очень дорогим материалом), но оказалось, что такой стиль шрифта отражает вкусы позднего средневековья и прекрасно сочетается с готическим стилем в архитектуре. Готический шрифт господствовал в европейской рукописной книге вплоть до XV в., перешел из нее в первые печатные издания, а в Германии поздний вариант этого шрифта — фрактура — широко употреблялся вплоть до первой половины XX в. Сейчас также популярны готические шрифты, особенно в молодежной среде, но эти шрифты в основном —

стилизации под итальянский стиль готического шрифта, так называемую ротунду, и, разумеется, являются только стилизациями, в их основе лежит современное начертание букв алфавита. Строжайший стиль готического письма разработали в XV в. испанцы. В качестве пера употребляли колом — ширококонечно очищенный тростник, замененный в 624 г. птичьим пером. Оба вида пера соответствуют металлическому ширококонечному перу нашего времени, но эластичнее его. В русской рукописной книге с конца XIV в. устав сменяется более легким и подвижным полууставом. Вероятно, его выработали профессиональные переписчики, работавшие на заказ, чтобы ускорить процесс и сделать текст более компактным. В полууставе много надстрочных знаков, обозначающих сокращения, а также ударения и придыхания. При этом каждая буква в полууставе пишется отдельно, текст легко читается. Примерно в это же время в русских книгах появляется особый вид декоративного письма — вязь. Особое распространение вязь получает в XVI—XVIII вв. Вязь служила только для украшения рукописи и применялась в заголовках, первой строке текста или его раздела.

Восточные шрифты и орнаменты выполнялись кистями. В качестве карандаша употреблялись свинцовые и серебряные палочки. Графитный карандаш впервые изготовил француз Конте в 1790 г. Железное перо начал использовать Нюрнбергский каллиграф Нойдерфер в 1544 г. Широкое применение металлических перьев началось только в середине XVII в. после изобретения стального пера. В эпоху Возрождения (XV—XVI вв.) возрос интерес к античной культуре во всех ее проявлениях. Переписывая античные тексты, писцы старались копировать и сам шрифт этих текстов, связывая его с античностью, и даже называли его антиква. Но копируемые рукописи были, как правило, более позднего времени, их переписывали не в античности, а в эпоху Каролингов, и входящий в употребление шрифт следовало бы называть новокаролингским, или гуманистическим (XV в.). Новое письмо — антиква (лат. *antiquus* — старый, древний), называемое также латинским письмом, переняло все новшества и положительные качества, достоинства. Местами изготовления

зрелых в художественном отношении рукописей, выполненных антиквой в период расцвета Ренессанса, считаются города верхней Италии во главе с Флоренцией и Болоньей

В середине XV в. наступает новая эпоха в развитии шрифта. Около 1440 г. Иоганн Гуттенберг изобрел книгопечатание. Для своих книг он использовал один из вариантов распространенного тогда в Германии готического шрифта. Примечательно, что изобретатель книгопечатания добивался, чтобы его книги выглядели как рукописные: он использовал несколько вариантов написания каждой буквы на странице, применял так называемые лигатуры (слитное написание соседних букв), а для нарядных инициалов оставлял свободное место — их потом рисовали от руки. Книги, напечатанные Гуттенбергом, отличаются совершенством печати и красотой. Возрос интерес к теоретическим проблемам шрифта. Римский капитальный шрифт был в эпоху Возрождения одним из прекрасных проявлений античности. Шел поиск в пропорциях, в закономерностях соотношения отдельных частей, в точности построения шрифтов. Появляются трактаты о построении шрифта. Лука Пачоли в 1509 г. предложил построение буквы на основе квадрата, его диагоналей и вписанной в него окружности. Все дуги образованы точным движением циркуля. Альберт Дюрер использовал квадрат, разделенный на 10 частей. Он отказался от использования окружности и диагоналей. Некоторые детали он предлагал рисовать от руки (книга Дюрера «Наставление к измерению циркулем и угольником...», 1525 г.). Дюрер сконструировал свой шрифт для архитекторов.

В начале XVI в. в Италии, а затем и в других странах появляются учебники каллиграфии. Каллиграфия быстро стала самостоятельным видом искусства, ее появление совпало со сменой стиля в архитектуре и изобразительном искусстве: на смену стилю эпохи Возрождения пришел стиль барокко. Именно в каллиграфии проявился стиль барокко в шрифтах, книги по-прежнему набирались антиквой. Современным стилизациям под рукописные, каллиграфические шрифты XVI — XVIII вв. далеко до оригинала, ведь кажущаяся легкость и свобода в украшении букв артистическими росчерками достигалась годами

обучения, а также использованием специальным образом заточенных гусиных перьев.

Известный типограф Альд Мануций разработал первый типографский курсив. Раньше курсив применялся как основной шрифт, сегодня только для выделений в тексте. Тип гуманистической антиквы долго оставался господствующим и цельным. В начале XVIII в. антиква становится контрастнее, плотнее, наклонные оси в округлых формах сменяются вертикальными. Шрифт отрешается от свободного начертания, буквы становятся выше и уже, рисунок — геометричнее. Вырастает контрастность соединительных штрихов. Засечки переходят в шрифт. Наиболее характерные формы классической антиквы сложились во второй половине XVIII — начале XIX вв. в шрифтах Дидо (Франция) и Бодони (Италия). Антиква Дидо представляет собой самый строгий, чистый и торжественный тип классической антиквы.

Живописная графика XVIII в. и стиль рококо, вычурный, тяготеющий к криволинейности, способствовали возникновению так называемых живописных шрифтов.

Огромное количество шрифтов было создано в XIX в. Родился контрастный жирный шрифт Торна. Были созданы такие шрифты, как египетский и его модификации, итальянский. Создавались декоративные, или украшенные, шрифты, которые нередко так орнаментировались, что затруднялось их чтение. Создателями славянской азбуки были монахи-проповедники братья Кирилл и Мефодий. С именем Кирилла связана азбука древнерусского письма, получившая название «кириллицы». Впервые была создана азбука с четкой и ясной графикой знаков. В основу было положено греческое унциальное письмо. Новая азбука была распространена по всему государству. Старославянская письменность известна с X в. в двух различных начертаниях: глаголицы и кириллицы. Вначале оба начертания существовали параллельно, но со временем за основу русской письменности была взята кириллица. Древнейшие русские рукописи XI в. были написаны кириллицей, почерком, который получил наименование устав. Одним

из лучших образцов уставного письма является «Остромирово Евангелие». Позже устав сменился полууставным письмом.

Достоинство полуустава состояло в скорости написания текста. Уставы и полууставы выполнялись по строго определенному правилу — уставу, от которого и произошло их название. Постепенно появляется скорописный шрифт — скоропись, которая использовалась при переписывании книг, составлении деловых бумаг, актов. Начиная с XV в. в написании заглавий применялось особое письмо — вязь. Она представляла собой декоративное письмо, с помощью которого выделялись заглавия в виде непрерывного равномерного орнамента. Лучшие образцы русской вязи сложились в середине XVI в. в Москве при Иване Грозном, а также в Новгороде. Первые книги, напечатанные Иваном Федоровым, славятся красиво выполненной вязью, гравированной на дереве. Начиная с XVIII в. искусство оформления книг вязью постепенно стало приходить в упадок. В 1708 г. Петр I ввел в обязательное употребление новый русский гражданский шрифт, представляющий собой синтез традиционных русских и родственных им форм латинского шрифта того времени. По форме, пропорциям и начертанию гражданский шрифт близок к западноевропейской антикве. Главным достоинством нового шрифта являлась удобочитаемость, простота и ясность конструкций букв. Были введены арабские цифры вместо обозначения цифр буквами. Проведенная реформа способствовала распространению грамотности на Руси. Первой книгой гражданской азбуки была книга под названием «Геометрия славенски землемерие», выпущенная Печатным двором в Москве в 1708 г. На протяжении XVIII в. русский шрифт был усовершенствован. Выносные линии укорочены, некоторые ненужные элементы букв убраны. Шрифт стал единым и более строгим по рисунку.

Чертёжный шрифт — рукописный и компьютерный шрифт, который применяется для оформления чертежей и других технических документов. Шрифт стандартизован, его описывает международный стандарт ISO 3098 и такие национальные стандарты, как ГОСТ 2.304-81 и DIN 6776-1. Надписи чертёжным шрифтом могут выполняются от руки с использованием прямоугольной или

наклонной сетки, могут использоваться трафареты и сухой перенос, а также компьютерный набор.[1]

Согласно требованиям системы стандартов ЕСКД все надписи на чертежах должны быть выполнены чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304-81, а в текстовых документах чертёжный шрифт должен использоваться при рукописном способе выполнения.

Размером шрифта называется высота прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Размер (высота) шрифта обозначается буквой *h*. Стандарт устанавливает следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размер 1,8 не рекомендуется, но допускается. Размеры 1,8 и 2,5 не допускаются, если чертёж выполняется карандашом. Для стандартного чертежа предпочтительными являются размеры 3,5; 5 и 7. Высота строчных букв равна предыдущему размеру шрифта. Так, если размер шрифта — 10, то высота прописных букв — 10 мм, а высота строчных — 7.

Выносные элементы[. Термин «высота шрифта» не учитывает выносных элементов символов, которые выполняются за счёт промежутков между строками. Выносные элементы имеют прописные буквы Д, Й, Ц, Щ и строчные буквы

Толщина линии шрифта. Толщина линии шрифта обозначается буквой *d*.

Существуют два типа шрифтов — тип А, у которого толщина линии в 14 раз меньше его размера ($d = 1/14 h$) и тип Б (в ISO 3098 обозначается латинской «В»), у которого толщина линии в 10 раз меньше его размера ($d = 1/10 h$). Поскольку ширина шрифта прямо пропорциональна толщине линии, шрифт А более узок, чем Б.

Ширина шрифта

Чертёжный шрифт является пропорциональным, то есть разные буквы могут иметь разную ширину. Ширина шрифта обозначается буквой *g* и является прямо пропорциональной величине *d*. Самая широкая буква шрифта — Щ ($g = 9d$). Самые узкие буквы шрифта — з, с ($g = 4d$). Ширина всех русских букв приведена в таблице.

Ширина букв
Ширина русских букв

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

Расстояния между буквами и цифрами делают вдвое больше толщины линии, то есть равными $2d$. Расстояния между словами и числами делают такими, чтобы в них могла поместиться буква О, то есть равными $6d$. Расстояния между нижними границами строк делают равными $17d$.

Таблица 2

Параметры шрифта

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер
Размер шрифта — высота прописных букв	h	$(14/14)h$
Высота строчных букв	c	$(10/14)h$
Расстояние между буквами	a	$(2/14)h$
Минимальный шаг строк (высота помогательной сетки)	b	$(20/14)h$
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/14)h$
Толщина линий шрифта	d	$(1/14)h$
Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер
Размер шрифта — высота прописных букв	h	$(10/10)h$
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$
Минимальный шаг строк (высота помогательной сетки)	b	$(14/10)h$
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$
Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$

В чертежах допускается, как прямой, так и наклонный (наклон составляет примерно 75°) шрифт.

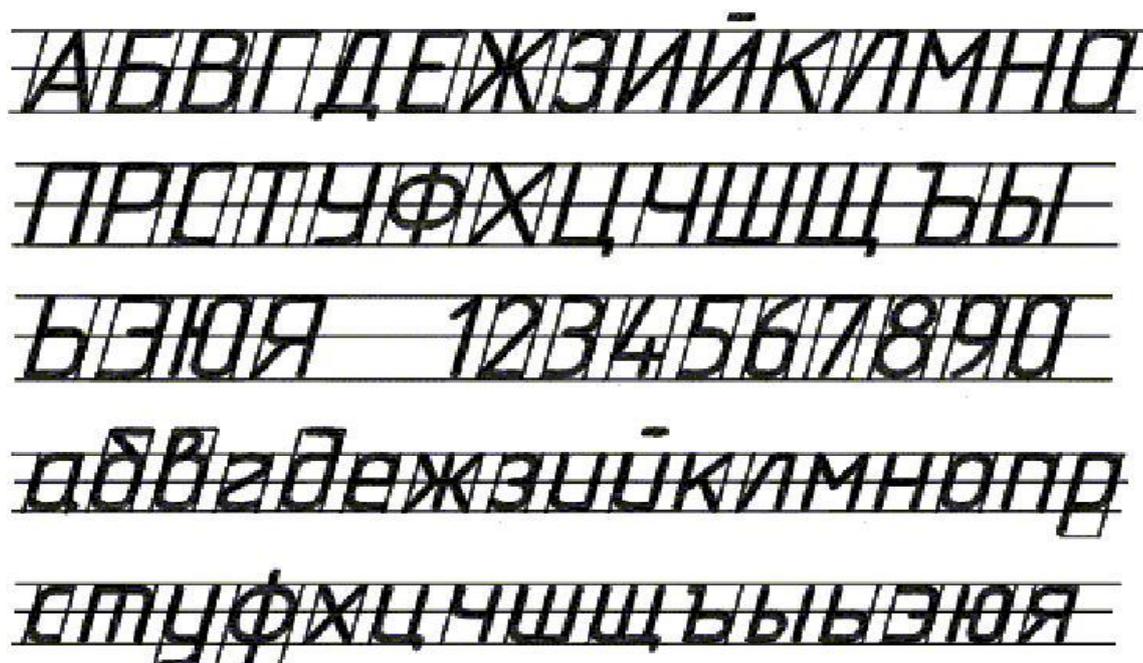


Рисунок 3. Образец выполнения чертежного шрифта

ТЕМА 3. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

Линия является основным элементом чертежа. Для оформления чертежно-графической документации в зависимости от основного назначения линий (ГОСТ 2.303-2017) установлены их соответствующие начертания и толщина.

Толщина всех типов линий устанавливается в соотношении с толщиной сплошной основной линии s , которая, в свою очередь, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа, должна быть в пределах от 0,6 до 1,5 мм. Рекомендуемая толщина сплошной основной линии – около 1 мм.

Толщина сплошной тонкой, волнистой, штриховой и штрихпунктирной линий равна от $s/3$ до $s/2$.

Величина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирается от величины изображения: чем больше длина линии, тем длиннее штрих.

Заметим, что штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых линий, должны пересекаться между собой длинными штрихами (рис. 1). Штрихпунктирную линию, применяемую в качестве центральной линии окружности с диаметром менее 12 мм, рекомендуется заменять сплошной тонкой линией. Штрихи (также промежутки между ними) должны быть приблизительно одинаковой длины. Осевые и центровые линии должны выходить за контуры детали на 2-5 мм. Пример применения линий на чертеже показан на рис. 2.

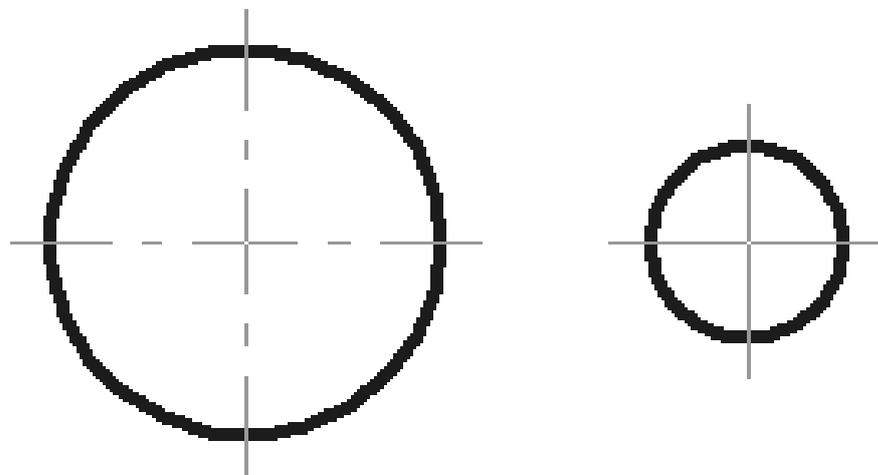


Рисунок 1. Пример применения линий на чертеже

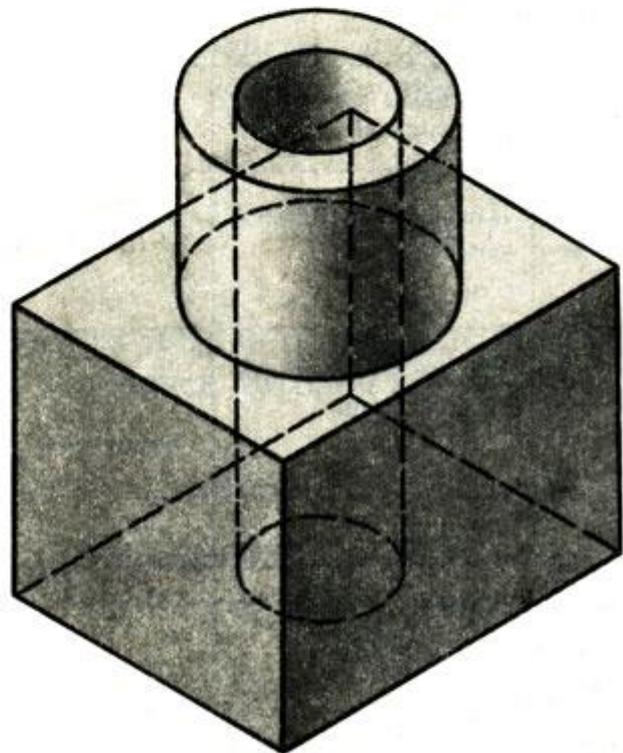
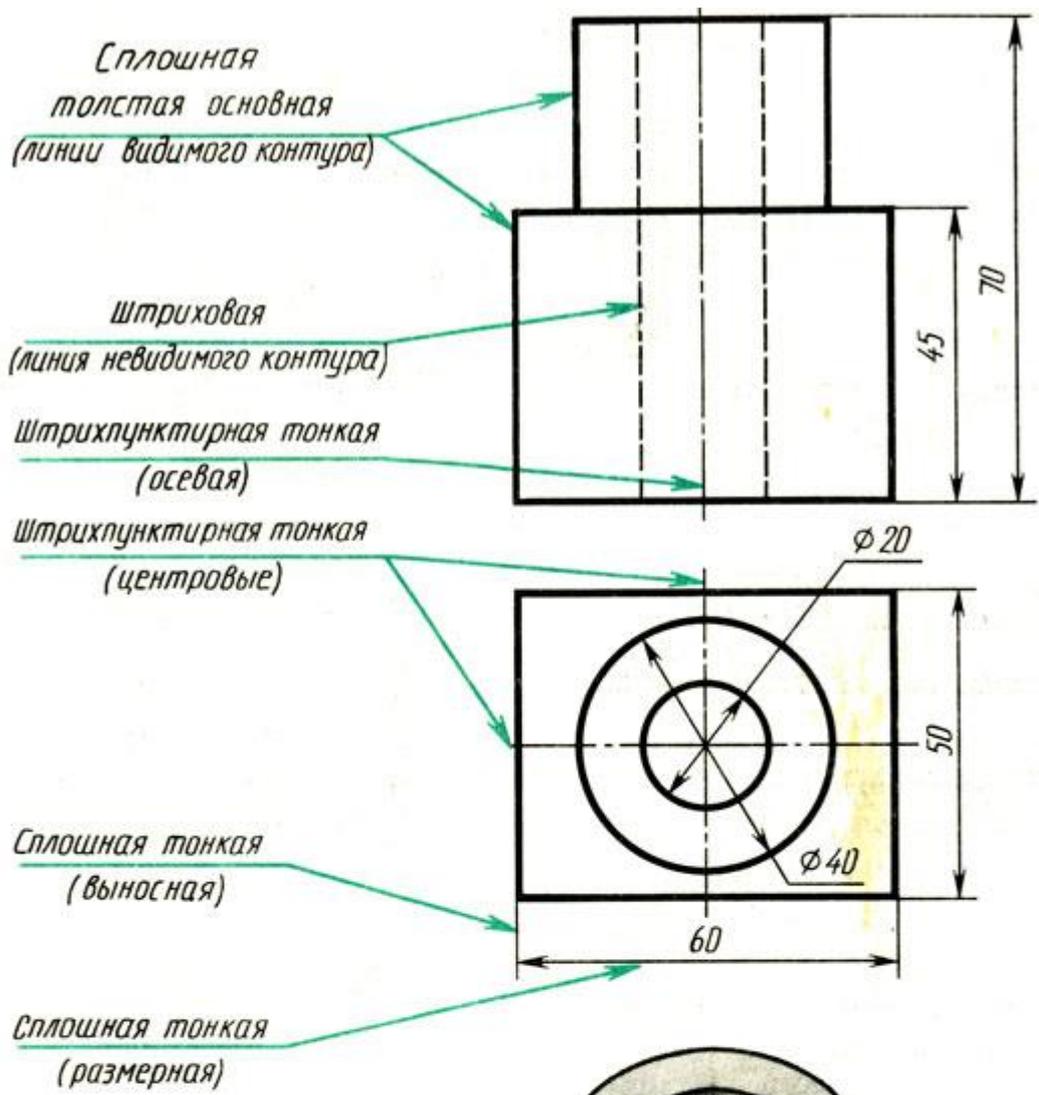


Рисунок. 2. Линии чертежа

НАЗНАЧЕНИЕ ЛИНИЙ ЧЕРТЕЖА

Сплошная основная - линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения, вынесенного и входящего в состав разреза.

Сплошная тонкая - линии контура наложенного сечения; размерные и выносные линии; линии штриховки; линии-выноски; полки линий-выносок и подчеркивание надписей.

Сплошная волнистая - Линии обрыва; линии разграничения вида и разреза.

Штриховая - линии невидимого контура; невидимые линии перехода.

Штрихпунктирная тонкая - осевые и центровые линии; линии сечений, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений

Сплошная тонкая с изломом - длинные линии обрывов.

Штрихпунктирная тонкая с двумя точками - линии сгиба на развертках; линии для изображения изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом.



ТЕМА 4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ (ГОСТ 2.307-2011)

На рабочем чертеже детали должно быть указано минимальное число размеров, но достаточное для ее изготовления и контроля. Повторение размеров на разных изображениях не допускается. Все размеры подразделяются на *линейные* и *угловые* (ГОСТ 2.307-2011).

Линейные размеры определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметры и радиусы предмета. Их указывают в миллиметрах в десятичной системе счисления без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры определяют углы между осями или плоскостями элементов предмета. Угловые размеры указывают во внесистемных единицах измерения плоского угла, а именно, в градусах, минутах, секундах, всегда с обозначением единицы измерения (например, $7^{\circ} 14' 30''$).

Все численные значения размеров, проставленные на чертеже, соответствуют их натуральной величине независимо от того, в каком масштабе изображен сам предмет. Размеры на невидимых контурах ставить не рекомендуется.

При решении вопроса о том, какие именно размеры необходимо проставить на чертеже, надо учитывать технологию изготовления детали и ее положение относительно соединенных с ней деталей. Размеры, проставленные на рабочем чертеже изделия, подразделяются на следующие группы:

- *габаритные* размеры (длина, ширина, высота), определяющие предельный внешний контур детали и размеры заготовки для изготовления данной детали;
- *присоединительные* размеры, обеспечивающие сборку сопрягаемых деталей;
- *прочие* размеры, необходимые для изготовления детали.

Простановка размеров производится от определенных геометрических элементов детали, которые называются *базами*. За базы, как правило, принимаются:

- плоскости, которыми данная деталь соприкасается с другими деталями;
- линии, являющиеся осями симметрии или кромками детали.

В зависимости от выбора базы различают следующие способы нанесения размеров:

- *цепной способ*, заключающийся в последовательном задании размеров между смежными элементами цепочкой (рис. 1, а);

- *координатный способ*, при котором все размеры наносят от общей базы (рис. 1, б);

- *комбинированный способ*, являющийся сочетанием двух предыдущих способов (рис. 1, в).

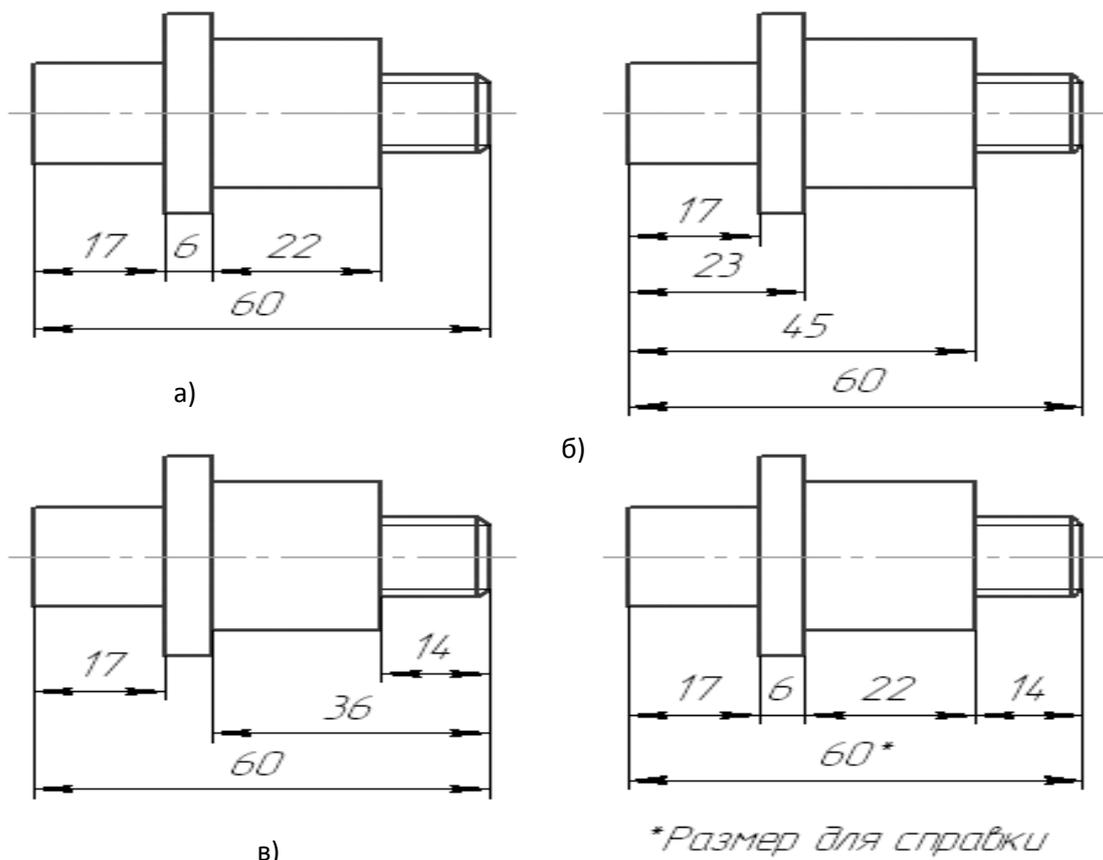


Рисунок 1. Способы простановки размеров

Цепной способ применяется тогда, когда требуется точно выдержать размеры элементов детали, а не ее габаритный размер. Наносить размеры на чертежах в виде замкнутой цепи не допускается: один из размеров должен быть «свободным», за исключением случаев, когда один из размеров является справочным (рис. 1, г).

Координатный способ применяется в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность расстояний элементов деталей от каких-либо ее поверхностей или линий.

Комбинированный способ является наиболее распространенным, так как обеспечивает достаточную точность и удобство измерений при изготовлении и контроле детали.

Все изображения сопровождаются нанесением размеров. При нанесении размеров следует руководствоваться основными положениями ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Размеры в графических документах указывают размерными числами и размерными линиями.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, выносные линии – перпендикулярно размерным (рис.2).

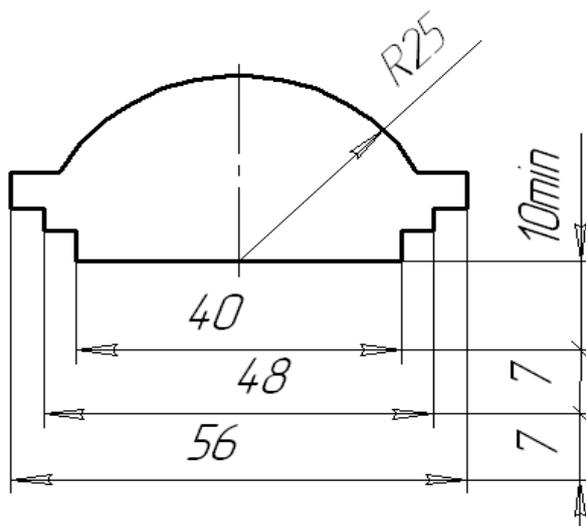


Рисунок. 2. Правила простановки размеров на чертеже

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных линий. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками,

упирающимися в выносные линии. Форма стрелки и примерное соотношение размеров ее элементов показаны на рис. 3.

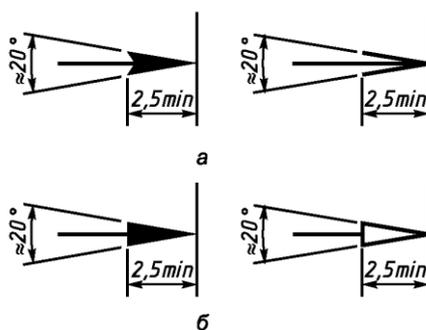


Рисунок. 3. Изображение стрелок на чертеже

Выносные линии проводят от линий видимого контура. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Расстояние между линией контура и размерной линией выбирается в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура должно быть 10 мм, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. Если для нанесения стрелок и размерных чисел недостаточно места, то их наносят одним из способов, показанных на рис. 4. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками длиной 1-3мм, наносимыми под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками (рис. 4). При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать.

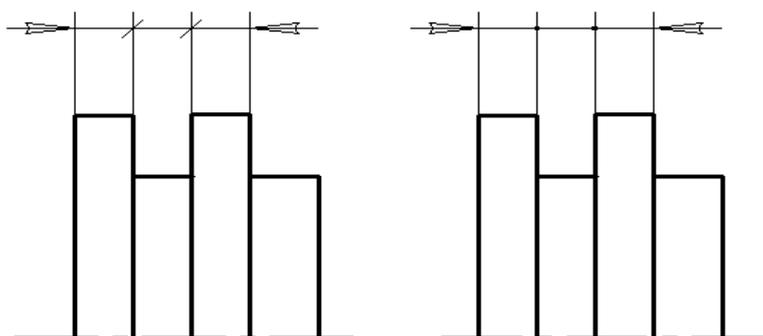


Рисунок. 4. Размерные линии

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими-то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 5).

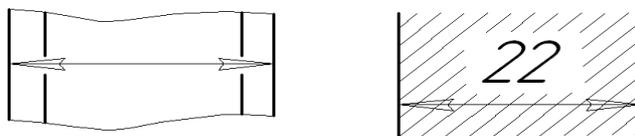


Рисунок 5. Способ простановки размеров

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.д.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 6).

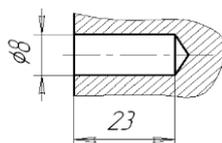


Рисунок. 6. Группировка размеров

При нанесении размера дуг указывают ее радиус, для окружности – диаметр. Перед размерным числом радиуса помещают прописную латинскую букву «R», например, R20.

Квадрат на чертеже определяют двумя размерами его сторон или одним размером со знаком «□» (рис. 7).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 7. Ширина фаски и угол объединяют в один размер, используя знак «×».

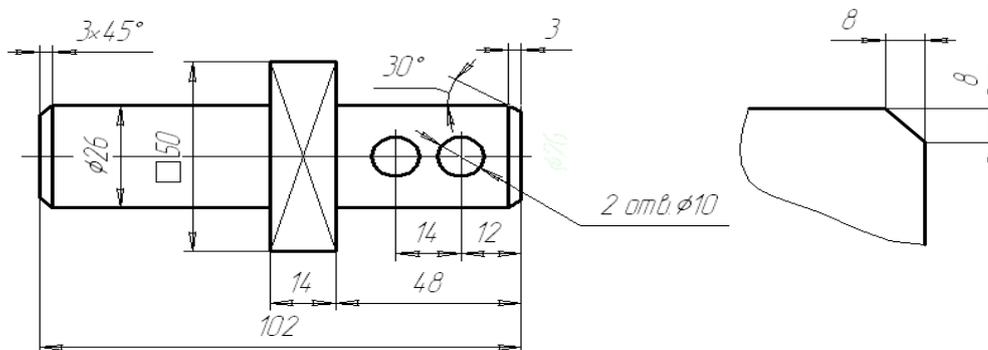


Рисунок 7. Правила нанесения отдельных обозначений

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 8).

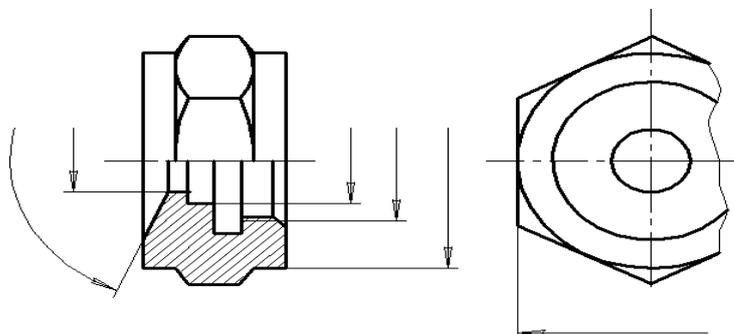


Рисунок 8. Простановка размеров с обрывом

Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры одного и того же элемента на чертеже повторять не допускается. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски или под ней количества этих элементов (рис. 9). При этом для элементов, равномерно расположенных по окружности (например, отверстий), угловые размеры между ними не ставят при условии, что один из этих элементов лежит на одной из осей симметрии. Указывается только размер диаметра окружности, на которой расположены центры отверстий. Если ни одно из отверстий не лежит на оси симметрии, то следует задавать угол до первого элемента.

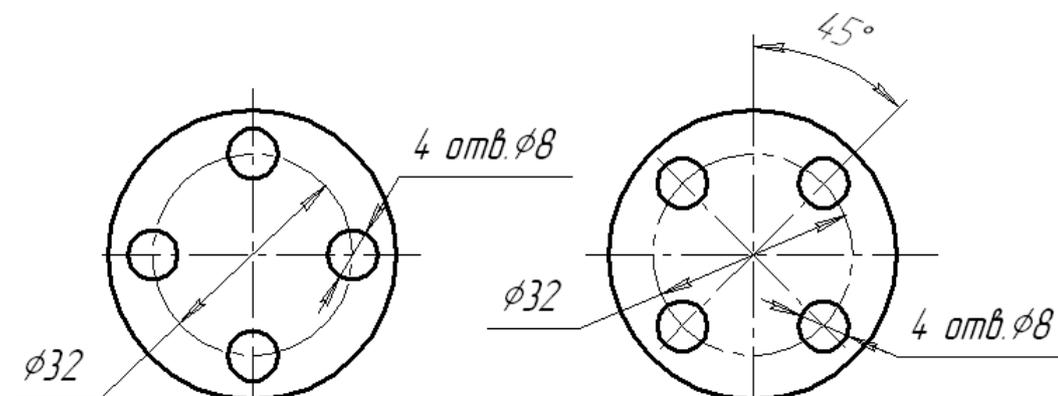


Рисунок 9. Обозначение элементов на окружностях

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (отверстиям, углублению, пазу и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно. Например, на рис. 10 размеры, относящиеся к пазу, сгруппированы на виде спереди, а размеры бобышки – на виде сверху.

Размеры, определяющие наружную форму детали, располагают по одну сторону детали, а внутреннюю – по другую (рис. 10).

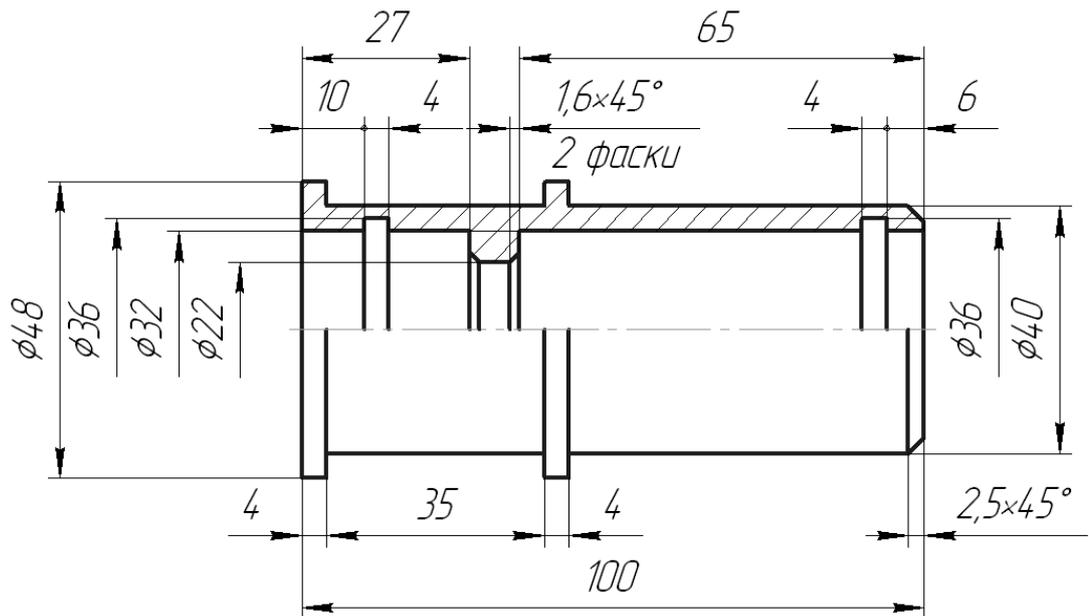
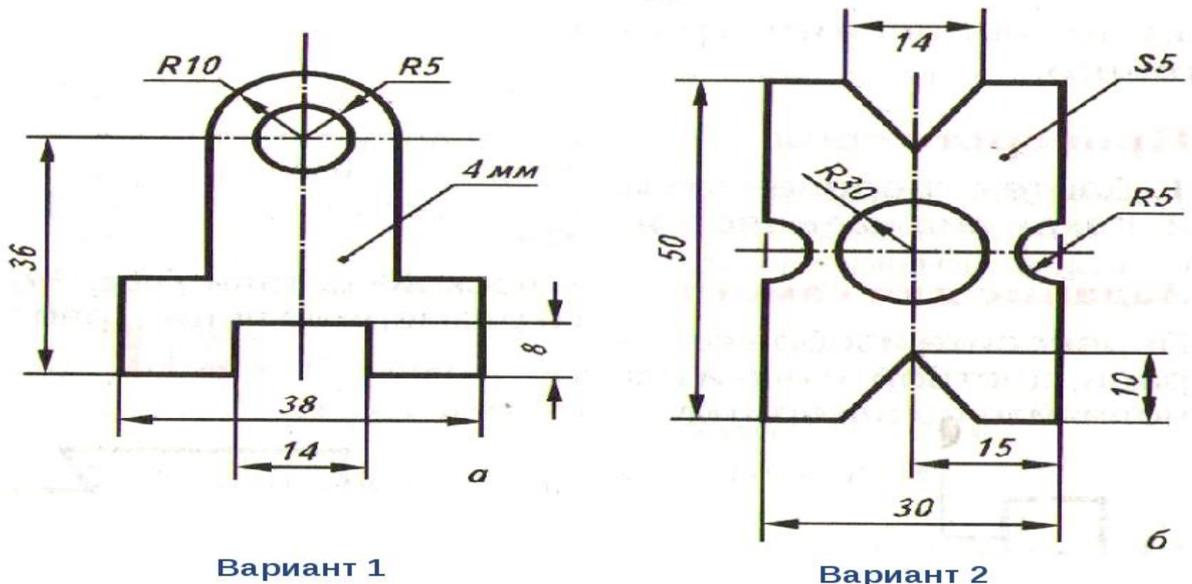


Рисунок 10. Деталь

Задание. Найти ошибки и исправить нанесение размеров на чертежах



Вариант 1

Вариант 2

ТЕМА 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ НА ПЛОСКОСТИ

При вычерчивании деталей, построении разверток поверхностей вам придется выполнять различные геометрические построения, например, делить на равные части отрезки и окружности, строить углы, выполнять сопряжения и др.

Многие из этих построений вам уже известны из уроков геометрии и других предметов, поэтому здесь они не рассматриваются.

Элементарными геометрическими построениями на чертежах являются: деление отрезков прямой и углов на равные части; деление окружности на равные части; построение уклонов и конусности; построение сопряжений прямых с дугами окружности и дуг окружностей между собой; построение локальных кривых линий. Все такие построения необходимо выполнять не только правильно и аккуратно, но и геометрически точно.

Многие детали имеют равномерно расположенные по окружности элементы, например отверстия, спицы и т. д. Поэтому возникает необходимость делить окружности на равные части.

Деление окружности на четыре равные части. Чтобы разделить окружность на четыре равные части, нужно провести два взаимно перпендикулярных диаметра.

Два случая таких построений показаны на рисунке 1. На рисунке 1. а диаметры проведены по линейке и катету равнобедренного угольника, а стороны вписанного квадрата - по его гипотенузе. На рисунке 1, б, наоборот, диаметры проведены по гипотенузе угольника, а стороны квадрата — по линейке и катету угольника.

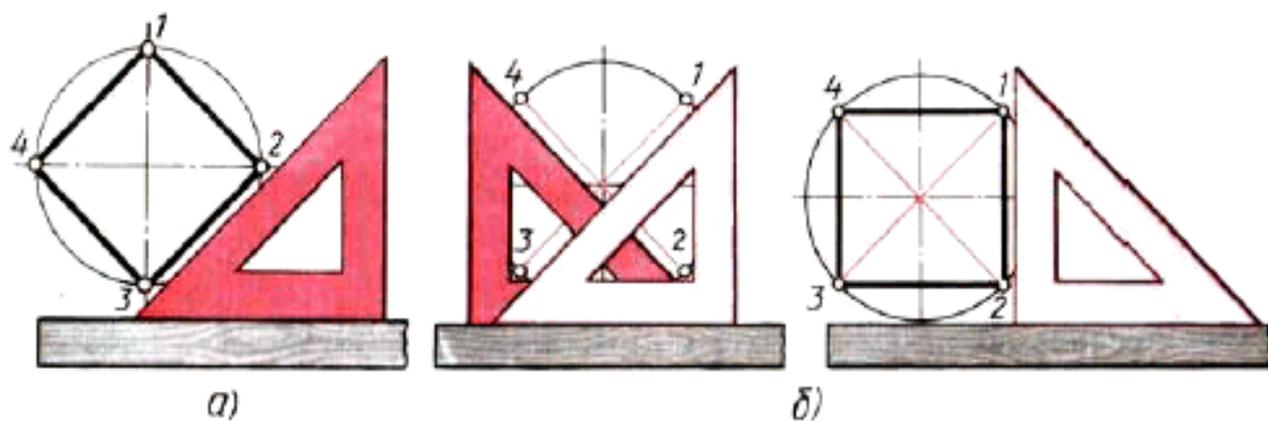


Рисунок 1. Деление окружности на четыре равные части

Деление окружности на 4 и 8 одинаковых частей (рис.2).

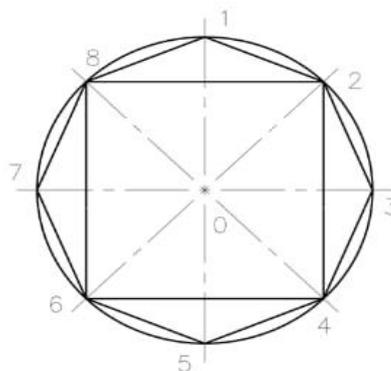


Рисунок 2. Деление окружности на 4-8 частей

Проводим окружность с горизонтальной и вертикальной осями, которые делят её на 4-ре равные части. Проведённые с помощью циркуля или угольника под 45° , две взаимно перпендикулярные линии делят окружность на 8-мь равных частей.

Деление окружности на 3 и 6 равных частей (кратные 3 трём) (рис.3).

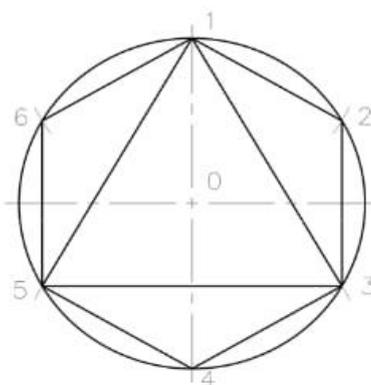


Рисунок 3. Деление окружности на 3 и 6 равных частей

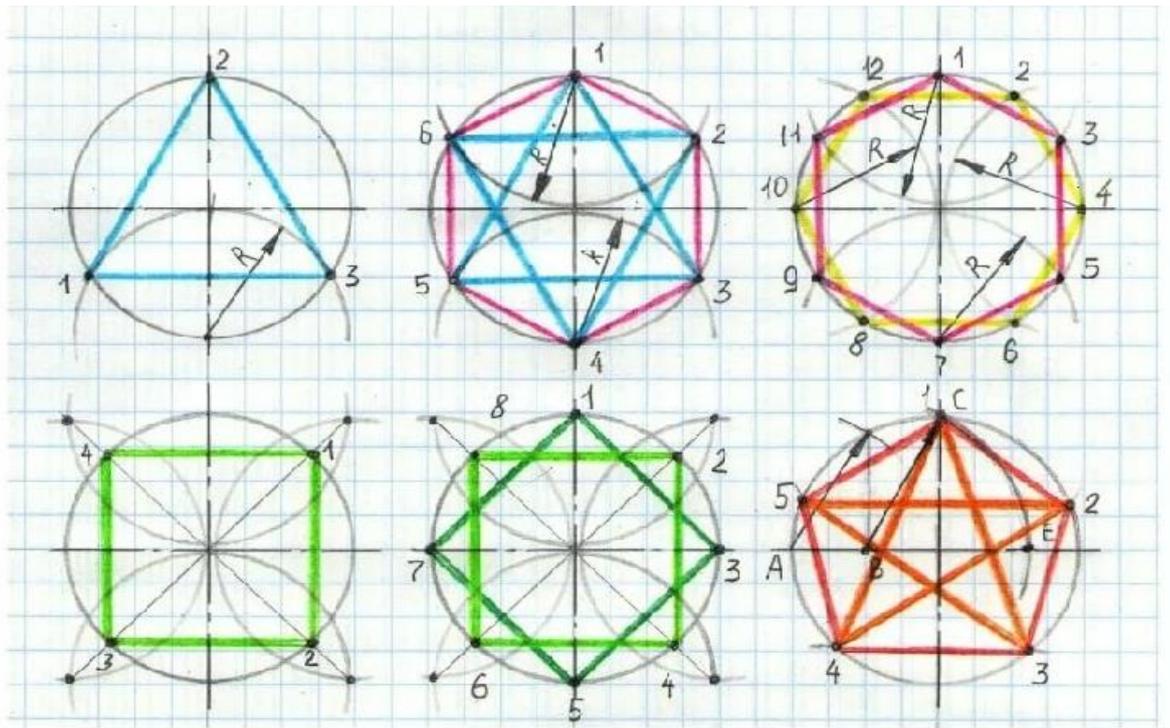


Рисунок 5. Деление окружности на равные части

ТЕМА 6. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ

При вычерчивании деталей, контуры очертаний которых состоят из прямых линий и дуг окружностей часто применяют сопряжения.

Сопряжением называется плавный переход от одной линии в другую. Многие предметы имеют подобные скругления, которые делают для того, чтобы увеличить их прочность, улучшить внешний вид.

Для построения сопряжений необходимы следующие элементы: радиус, центр дуги сопряжения, точки сопряжения.

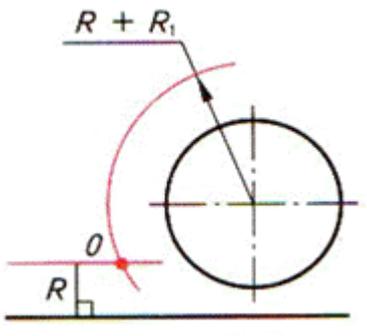
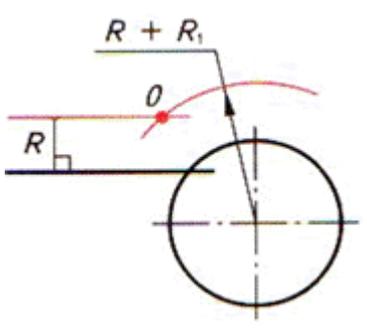
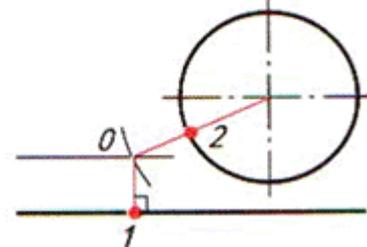
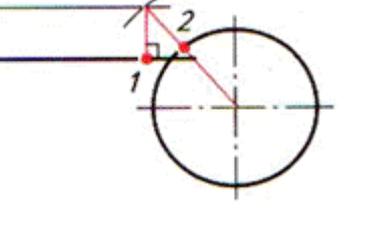
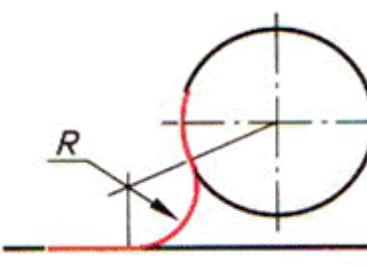
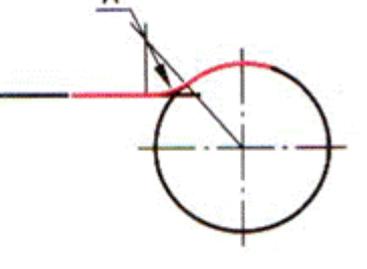


Рисунок. 1. Элементы сопряжения

Таблица 1

Алгоритм построения сопряжения окружности и прямой

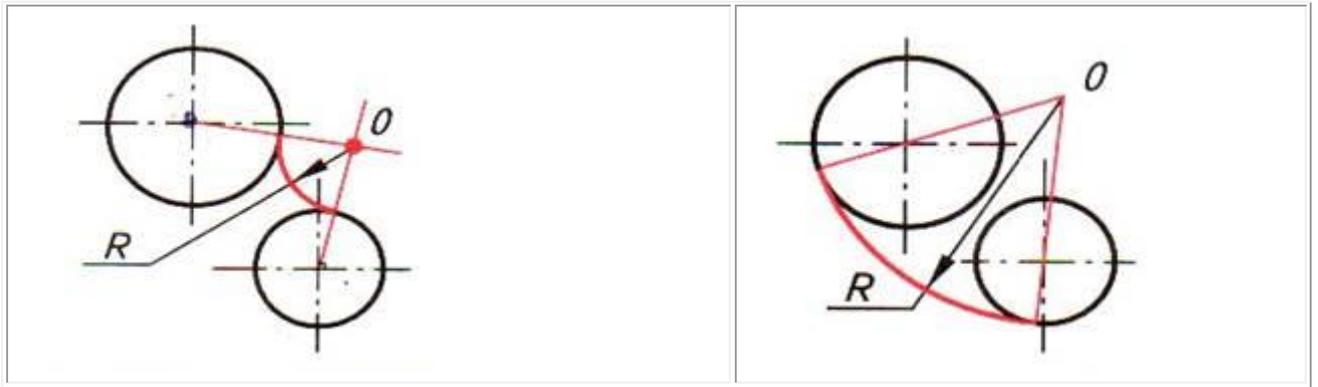
Условные обозначения	Сопрягаемые элементы	
<p>R – заданный радиус сопряжения между прямой и окружностью; $R_{всп}$ – вспомогательный радиус $R_{всп} = R_{окр} + R$; $R_{окр} = R_1$ – радиус окружности Точки 1 и 2 – точки сопряжения Точка O – центр сопряжения</p>		
Шаг 1. Построение центра сопряжения (точка O)		

<p>Строим на расстоянии $R_{от}$ заданной прямой параллельную ей вспомогательную. Из центра окружности проводим вспомогательную окружность $R_{всп}=R_1+R$</p>		
<p>Шаг 2. Построение точек сопряжения (точки 1, 2)</p>		
<p>Опускаем перпендикуляр из точки O на заданную прямую (точка 1) и соединяем точку O с центром окружности (точка 2)</p>		
<p>Шаг 3. Построение сопрягающей дуги заданного радиуса (точка O)</p>		
<p>Заданным радиусом R проводим дугу между точками 1 и 2</p>		

Сопряжение двух окружностей бывает внешним и внутренним. При внешнем сопряжении центры окружностей находятся вне сопрягающей дуги. При внутреннем - внутри сопрягающей дуги.

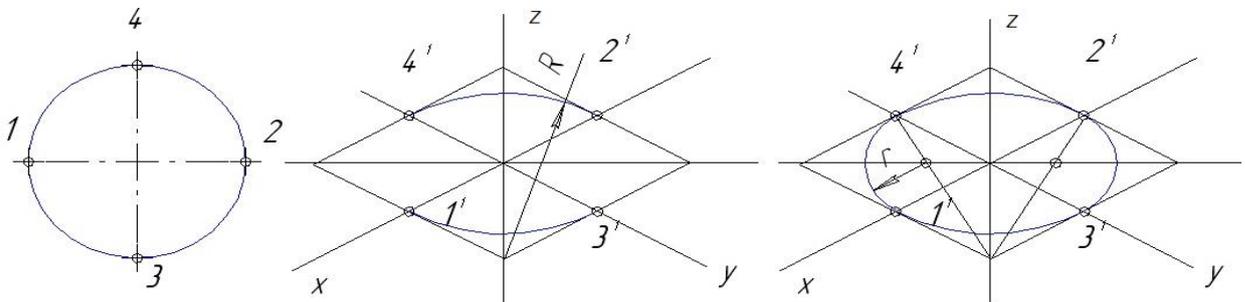
Алгоритм построения сопряжения двух окружностей

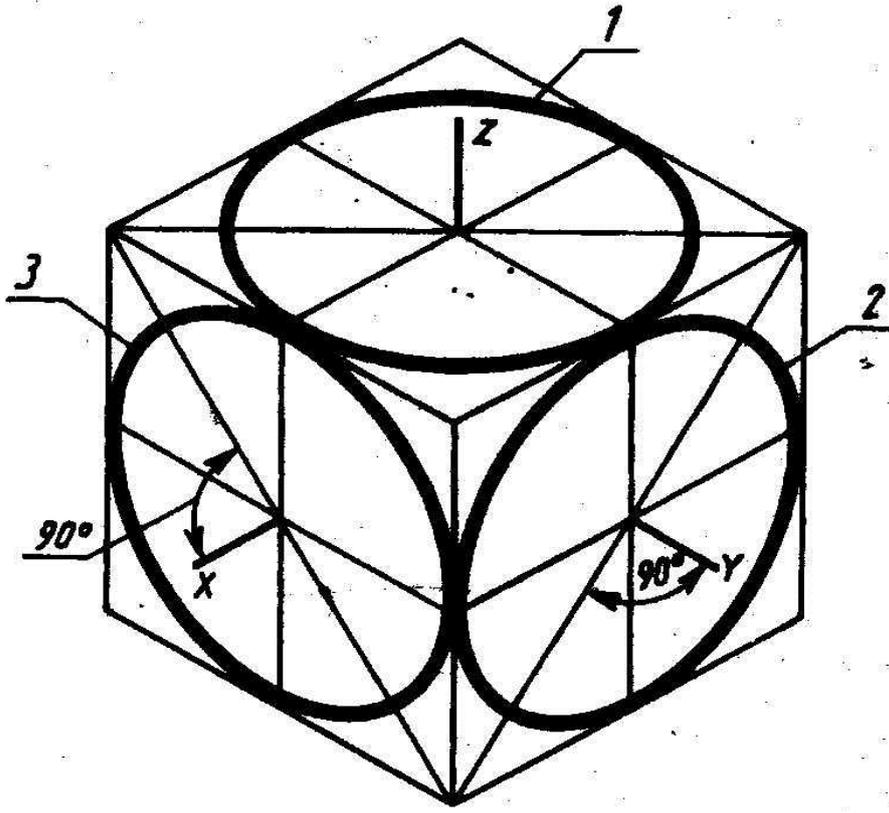
Внешнее сопряжение	Внутреннее сопряжение
<p>Условные обозначения: R- заданный радиус сопряжения, R1- радиус большой окружности, R2 радиус малой окружности, R всп- радиус, полученный сложением или вычитанием R и R1 или R и R2</p>	
<p>Шаг 1. Построение центра сопряжения (точка O)</p>	
<p>Строим вспомогательные дуги для внешнего сопряжения: $R_{всп} = R + R_1$ и $R_{всп} = R + R_2$</p>	<p>Строим вспомогательные дуги для внутреннего сопряжения $R_{всп} = R - R_1$ и $R_{всп} = R - R_2$</p>
<p>Шаг 2. Построение точек сопряжения (точки 1, 2)</p>	
<p>Соединяем центр сопряжения (точка O) с центром окружностей</p>	
<p>Шаг 3. Построение сопрягающей дуги заданного радиуса R</p>	



АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЛИПСА

1. Построить ромб со стороной, равной диаметру отверстия.
2. Поставить ножку циркуля в тупой угол (120°) и провести дугу, соединяющую точки 4 и 2, переставить ножку циркуля и соединить точки 1 и 3.
3. Соединив вершины тупых углов с серединами противоположных сторон, получим точки на горизонтали, поставим циркуль в эти точки и соединим точки 1 и 4, затем 2 и 3, получаем эллипс.





ТЕМА 7. ЧЕРТЁЖ ПЛОСКОЙ ДЕТАЛИ

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Чертеж "плоской" детали, симметричной относительно одной плоскости симметрии.

Общие сведения: алгоритм построения чертежа детали, определение опорных точек, особенности нанесения размеров.

1. Анализ геометрической формы и симметричности детали.

2. Установление главного вида, анализ его графического состава и симметричности.

3. Выбор положения формата.

4. Установление целесообразного масштаба изображения.

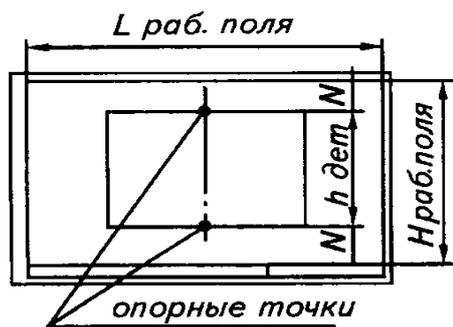
5. Определение рабочего поля чертежа.

6. Композиционное решение чертежа:

а) проведение вертикальной оси симметрии; б) расчет размещения габаритного прямоугольника по высоте рабочего поля по формуле

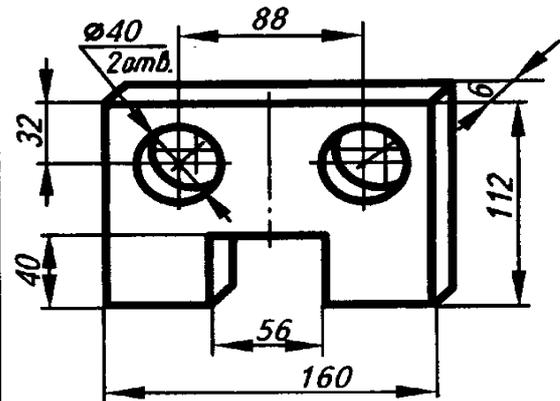
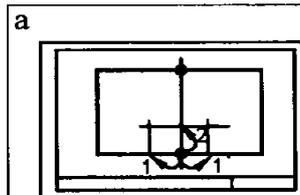
$$N = \frac{H_{\text{раб. поля}} - h_{\text{дет.}}}{2}$$

в) построение габаритного прямоугольника.

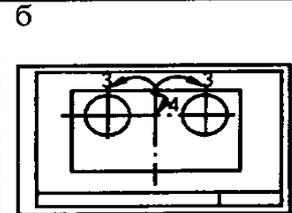


7. Разметка и построение изображения:

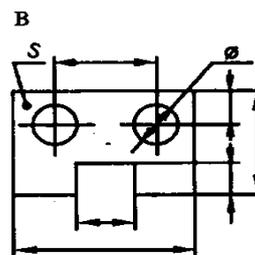
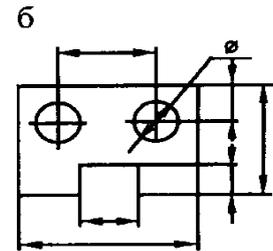
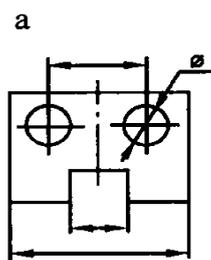
а) уточнение внешнего очертания контура изображения



б) уточнение внутреннего очертания контура детали



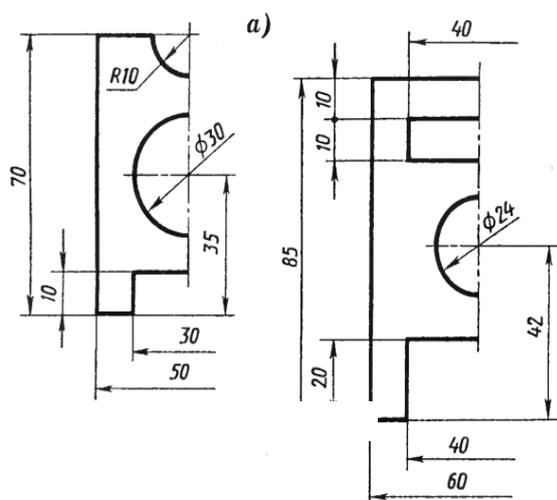
8. Нанесение размеров.



9. Обводка чертежа.

10. Заполнение основной надписи, проверка чертежа.

Чертеж «плоской детали»

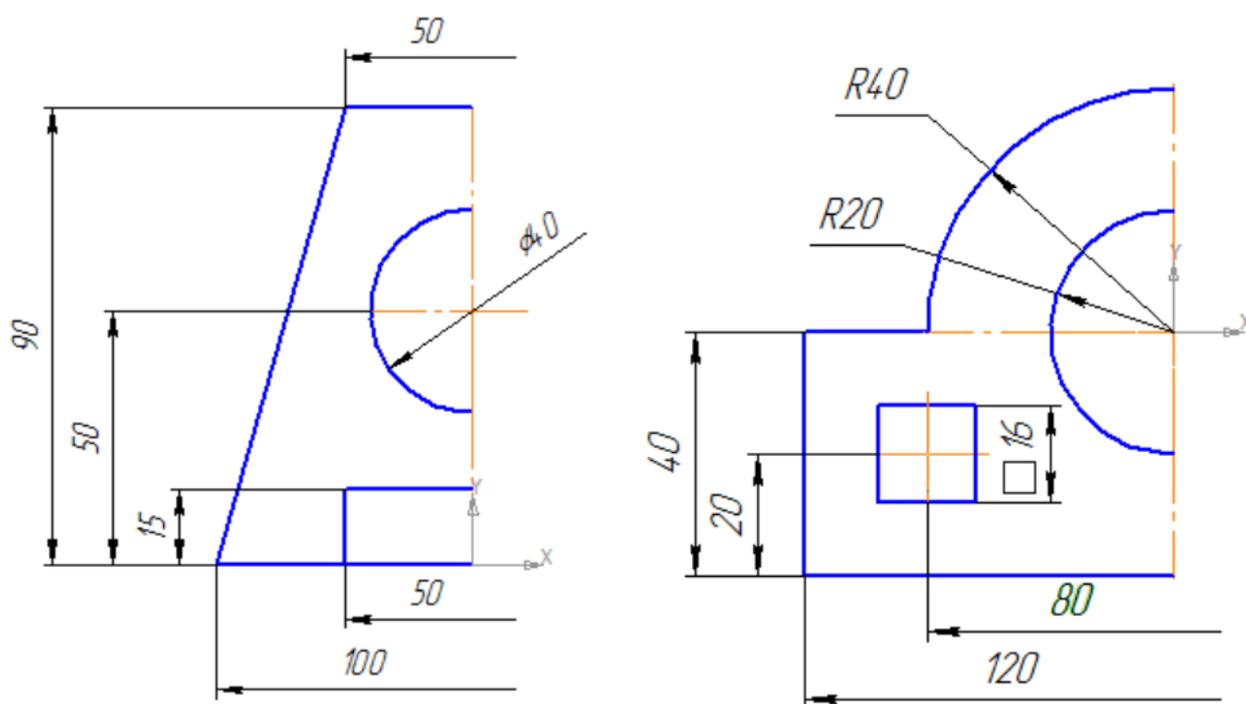


Выполните чертежи деталей «Прокладка» по представленным на рисунке 4, а и б половинам изображений, разделенных осью симметрии. Начертите внутреннюю рамку формата А4 (185×287) и основную подпись. Нанесите размеры, в том числе, укажите толщину детали (5 мм); обведите чертеж линиями, установленными стандартом; заполните основную надпись.

При построении вначале проводят оси симметрии, строят тонкими линиями прямоугольник, соответствующий общей форме детали. После этого размечают изображения прямоугольных элементов детали. Определив положение центров окружности и полуокружности, проводят их.

Задание

Достроить чертеж плоской детали



ТЕМА 8. СПОСОБЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Проецирование – это процесс построения изображения предмета на плоскости. Получившееся при этом изображение называют проекцией предмета. Слово проекция возникло от латинского projection – бросание вперед. В данном случае мы смотрим (бросаем взгляд) и отображаем то, что видим, на плоскости листа.

Проанализируйте геометрическую форму детали на фронтальной проекции и найдите эту деталь среди наглядных изображений (рис.1).

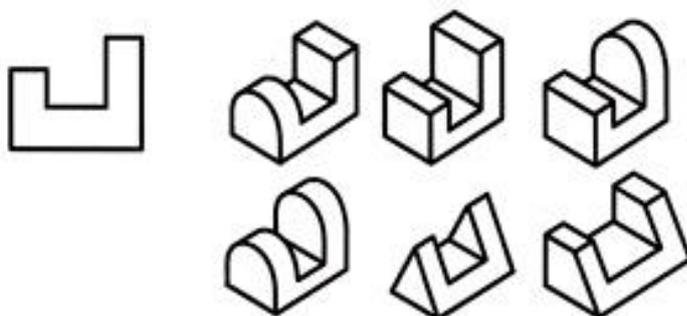


Рисунок 1. Геометрические формы деталей

Из создавшейся ситуации делается вывод, что все 6 деталей имеют одинаковую фронтальную проекцию. Значит, одна проекция не всегда дает полное представление о форме и конструкции детали.

- Какой выход из этой ситуации? (Посмотреть на деталь с другой стороны).

Появилась потребность применения ещё одной плоскости проекций. (Горизонтальная проекция (рис.2)).

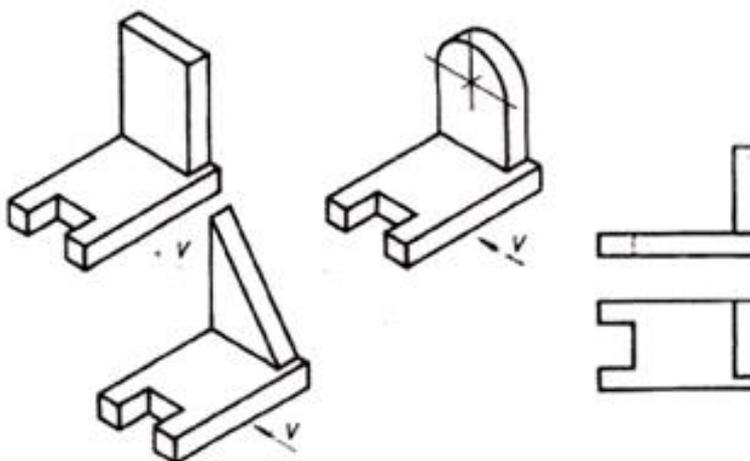


Рисунок 2. Виды деталей

Необходимость в третьей проекции возникает тогда, когда и двух проекций бывает недостаточно для определения формы предмета.

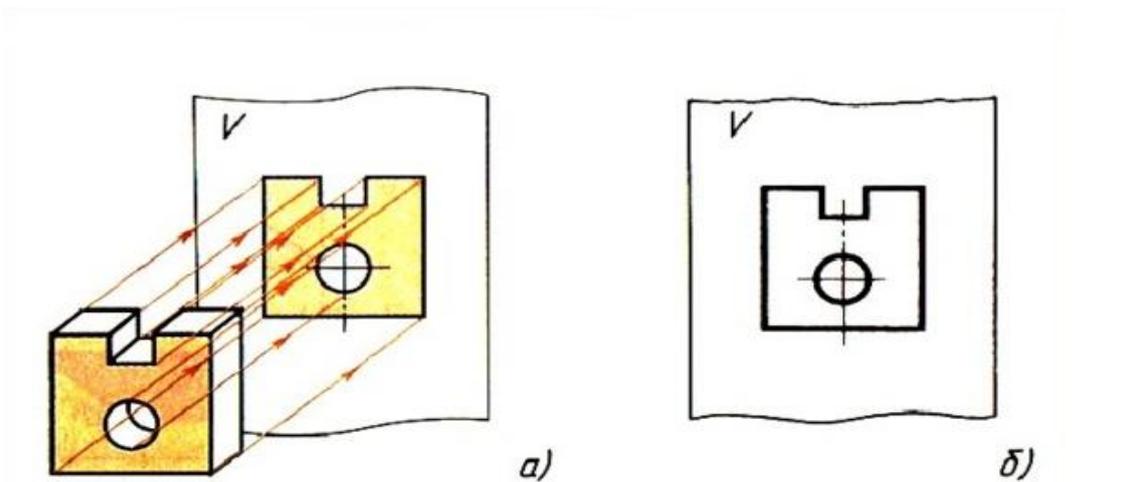


Рисунок 3. Проецирование на одну плоскость

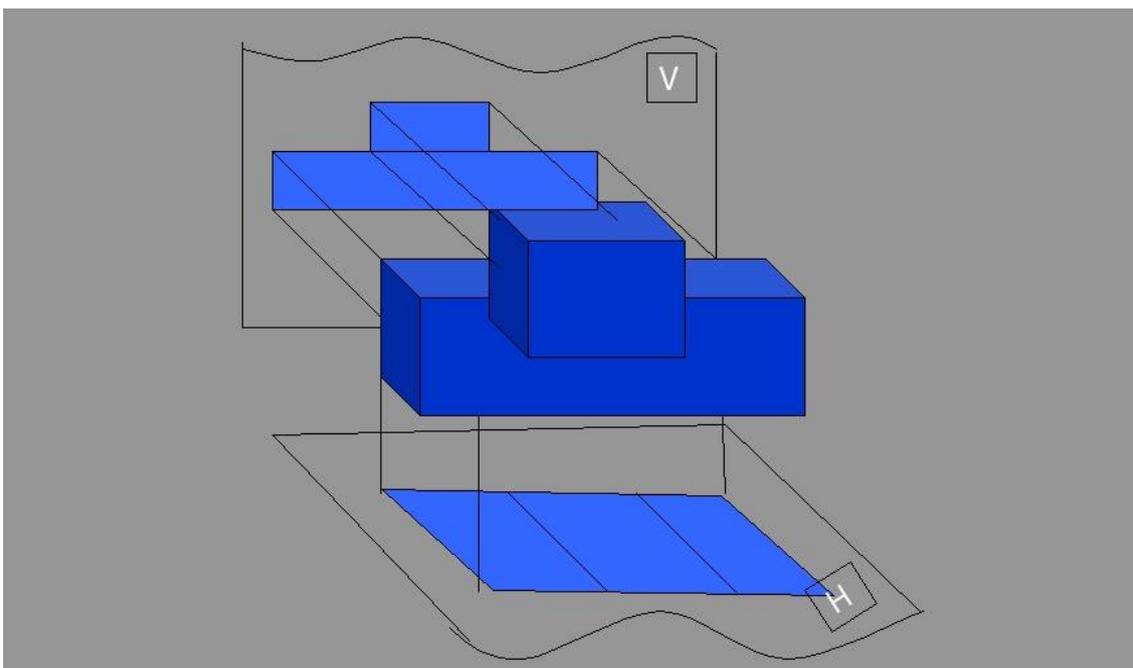


Рисунок 4. Проецирование на 2 плоскости

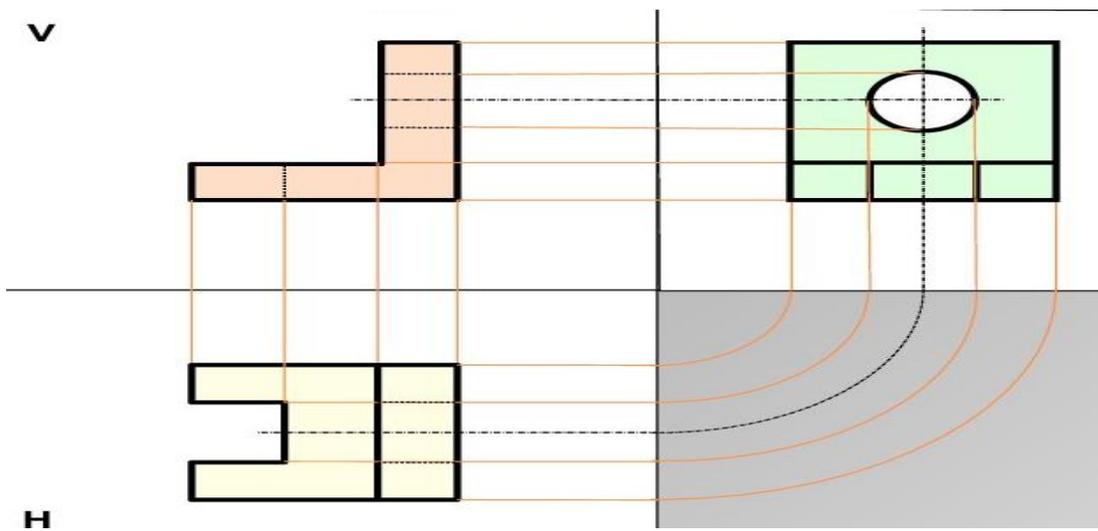
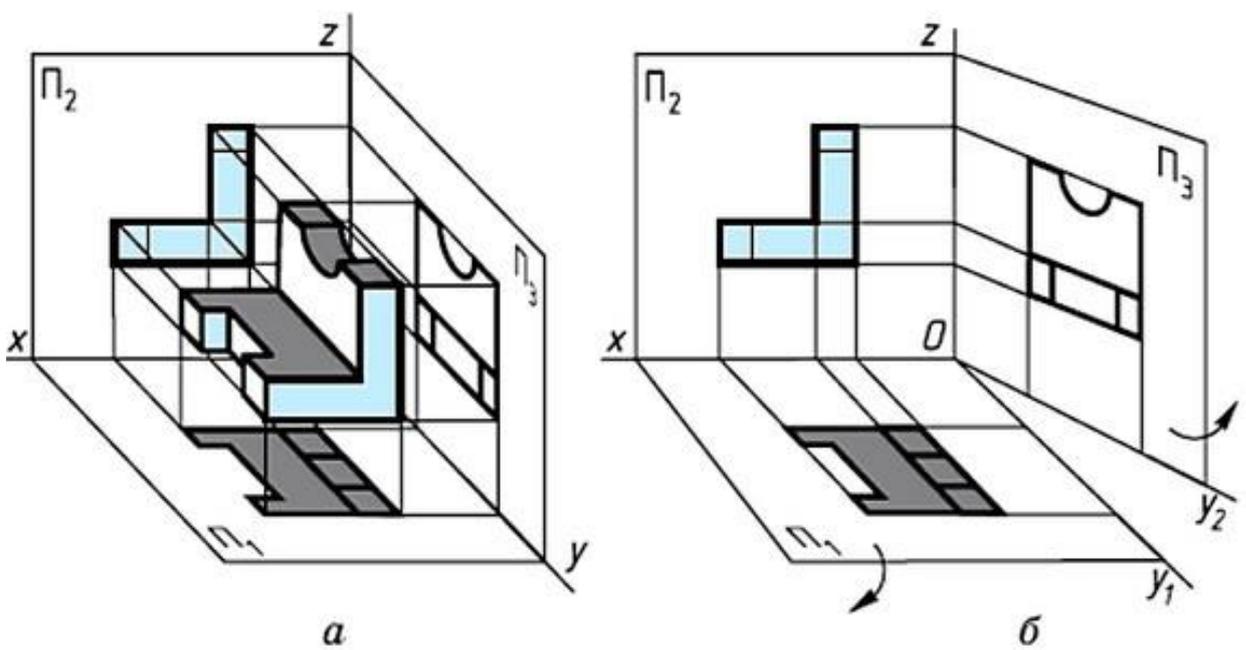


Рисунок 5. Проецирование на 3 плоскости (прямоугольное проецирование)



ТЕМА 9. РАСПОЛОЖЕНИЕ ВИДОВ НА ЧЕРТЕЖЕ

Известно, что фронтальная, горизонтальная и профильная проекции являются изображениями проекционного чертежа. Видами принято именовать те изображения на машиностроительных чертежах, которые представляют собой проекции внешних видимых поверхностей предметов. Можно также сказать, что под видами подразумеваются видимые части поверхностей предметов, обращенные к наблюдателю и показанные на чертежах.

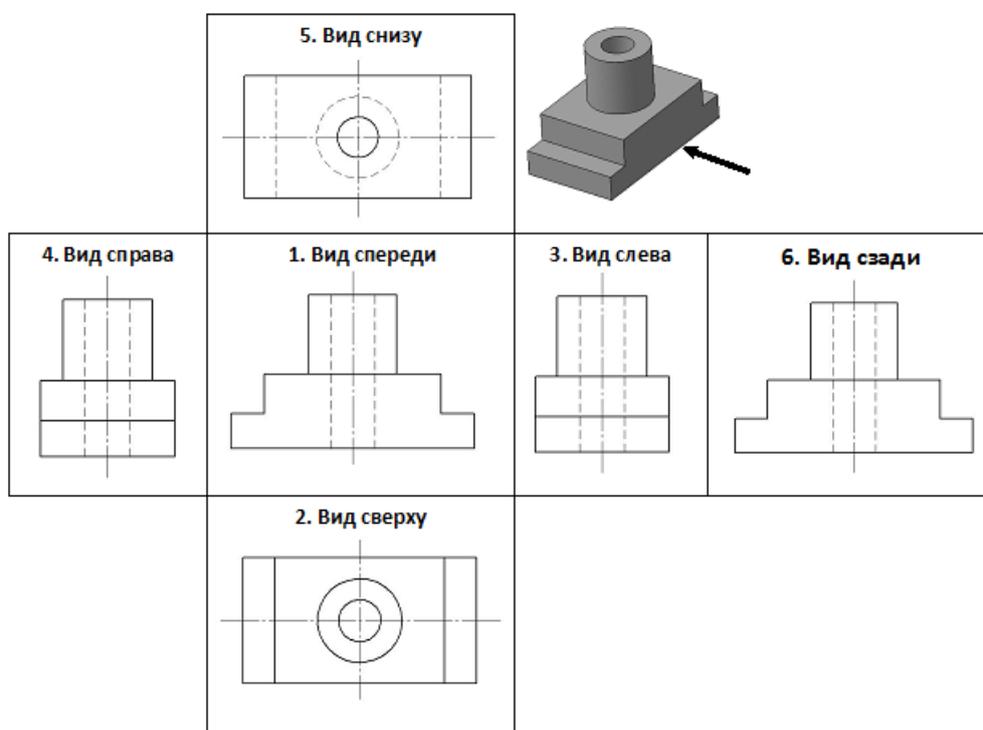


Рисунок 1. Расположение видов

Виды, которые получаются на всех основных проекциях плоскостей по ГОСТ 2.305 – 2017, имеют следующие названия:

Главный вид (вид спереди). Он находится на том месте, где располагается фронтальная проекция

Вид сверху. Находится под главным видом, то есть на том месте, где располагается горизонтальная проекция

Вид слева. Размещается справа от главного вида, на том месте, где располагается профильная проекция

Вид справа. Находится с левой стороны главного вида

Вид снизу. Размещается над главным видом

Вид сзади. Находится с правой стороны от вида слева

Точно так же, как и все проекции, основные виды находятся в проекционной связи. При составлении машиностроительных чертежей разработчики стараются выбирать как можно меньшее количество видов, и в то же самое время, чтобы форма изображенного предмета была представлена точно и во всех подробностях. В тех случаях, если это необходимо, те части поверхностей предметов, которые являются невидимыми, допускается обозначать при помощи штриховых линий.

Самую полную информацию об изображенном на чертеже предмете должен предоставлять главный вид. По этой причине расположение детали относительно фронтальной плоскости проекций необходимо осуществлять таким образом, чтобы можно было спроецировать ее видимые поверхности с указанием самого большого количества элементов, определяющих форму. Кроме того, именно главному виду надлежит демонстрировать все особенности формы детали, уступы, изгибы поверхности, силуэт, отверстия, выемки. Это необходимо производить с целью обеспечения максимально быстрого узнавания той формы, которую имеет изображаемое изделие.

Построение видов на чертеже начинается с выбора главного вида, который строится на фронтальной плоскости проекции.

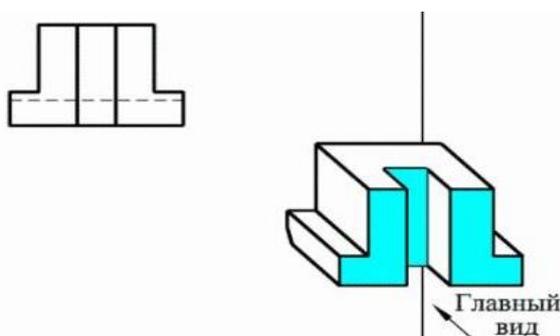


Рисунок 2. Построение главного вида

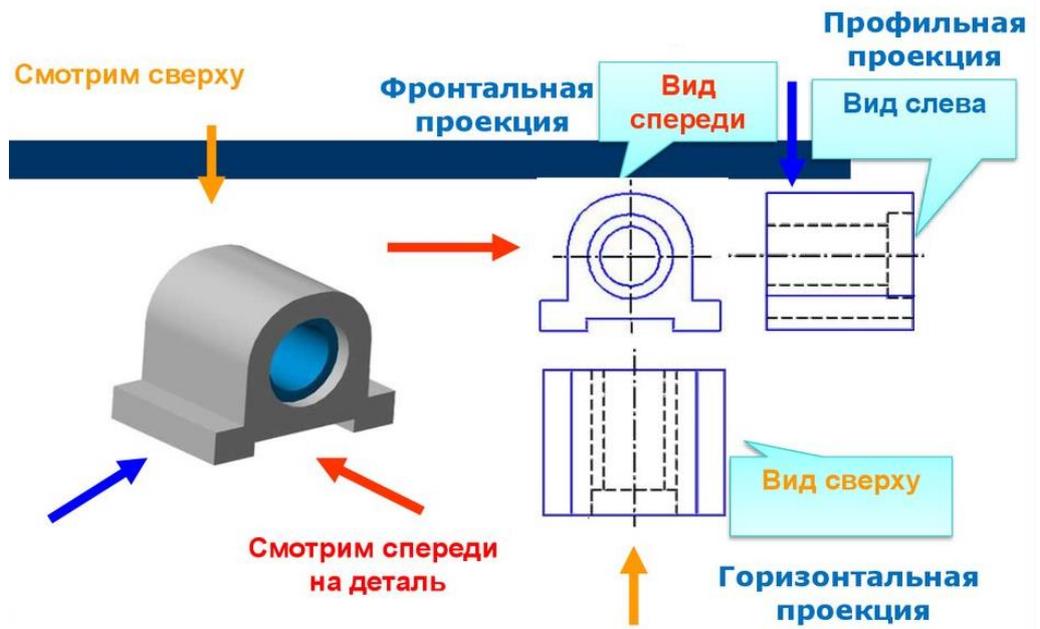


Рисунок 3. Построение видов

МЕСТНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ

Местный вид – это изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета. Он может быть ограничен волнистой линией или контуром изображаемого элемента предмета. Часто изображается в увеличенном масштабе. Если местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующими изображениями, то его не обозначают (аналогично: основные и дополнительные виды).

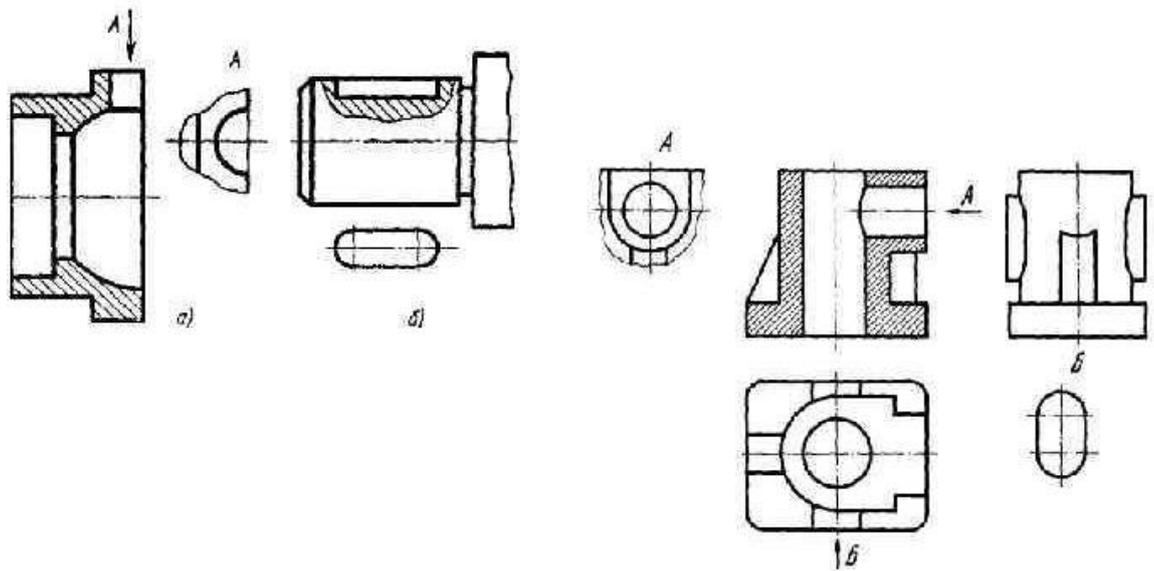


Рисунок 1. Местные виды

Дополнительный вид получается проецированием предмета на плоскость, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций. Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят.

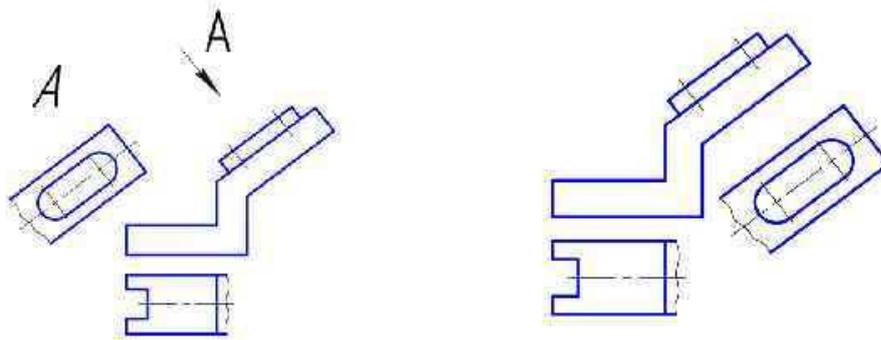


Рисунок 2. Дополнительные виды

Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их сочетание позволяет избежать штриховых линий, или свести их количество до минимума. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений, поэтому их использование должно быть ограничено и оправдано.

ТЕМА 10. ЧТЕНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРЕДМЕТОВ

Порядок чтения чертежей

1. Определить название детали, из какого материала изготовлена деталь.
2. Определить масштаб выполнения изображения на чертеже детали.
3. Определить, какие изображения передают форму детали.
4. Описать форму детали, т.е. из каких геометрических тел она образуется, указать их размеры.
5. Определить габаритные размеры детали.

Пример чтения чертежа (рисунок 1).

1. Деталь – ось, изготовлена из стали.
2. Изображение детали выполнено в масштабе 1:1.
3. Деталь представлена двумя изображениями: главный вид и вид сбоку.
4. Деталь можно представить следующими геометрическими телами (слева направо): усеченным конусом с диаметром основания 30мм, высотой 25мм; цилиндром диаметром 30мм и высотой 10мм; цилиндром диаметром 45 мм и высотой 20мм; шестигранной призмы размером под «ключ» 50мм и высотой 25мм; цилиндром диаметром 40мм и высотой 30мм и цилиндром диаметром 30мм и высотой 25мм.
5. Габаритные размеры детали 60,8мм на 135 мм.

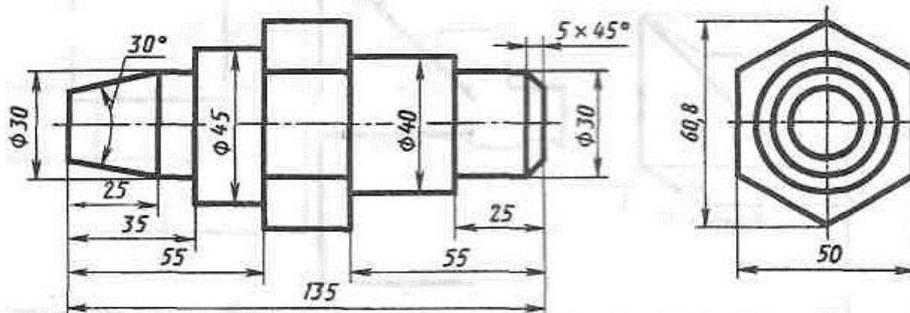
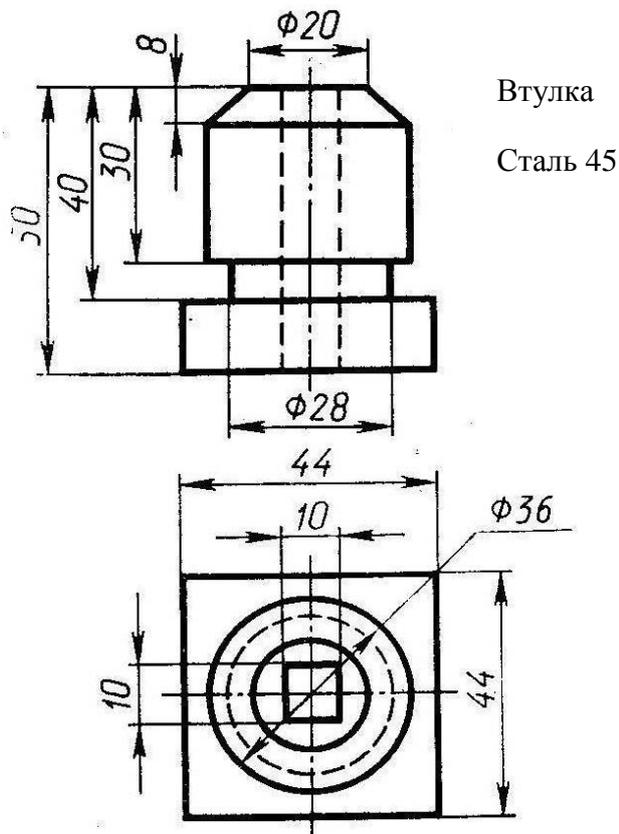


Рисунок 1. Чертеж детали для чтения

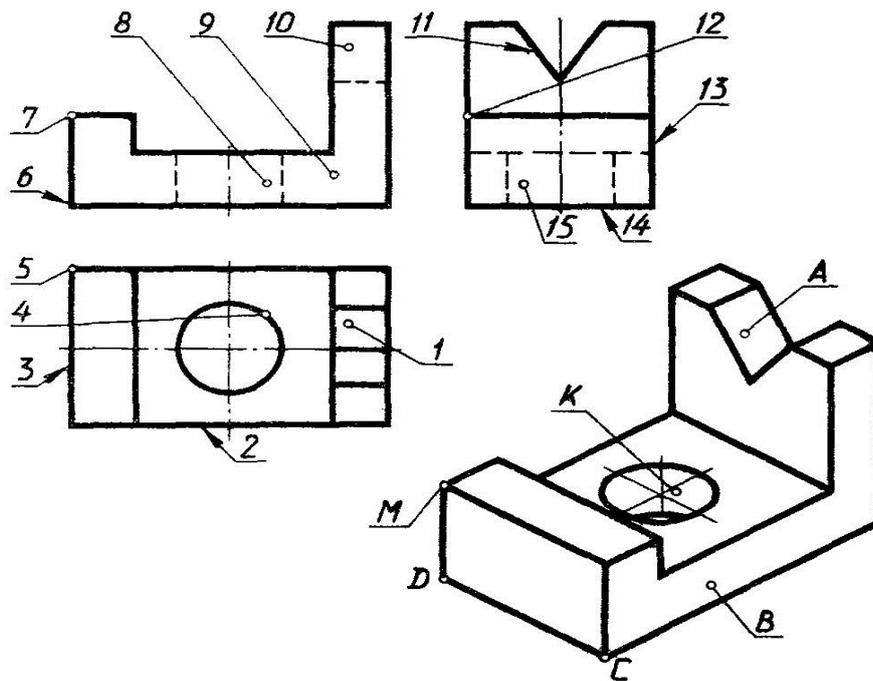
Пример задания на чтение чертежа



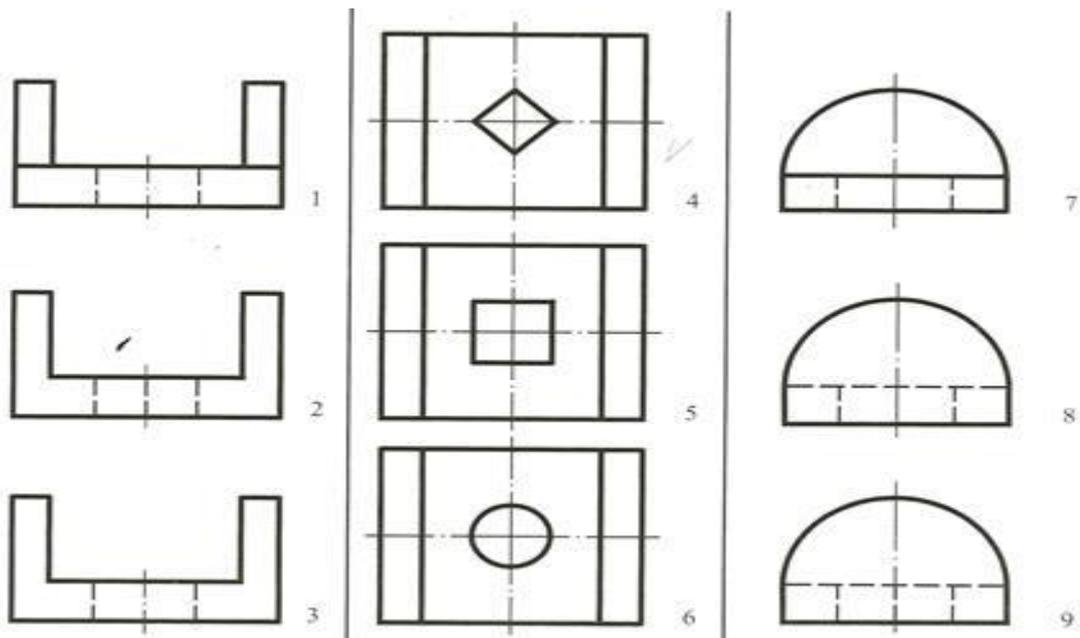
1. Как называется изображенная на чертеже деталь?
2. Из какого материала она должна быть изготовлена?
3. Какие виды детали даны на чертеже?
4. Сочетанием каких геометрических тел образована форма детали?
5. Какой формы отверстие имеется у детали?
6. Чему равны габаритные размеры детали?
7. Каковы размеры каждого из геометрических тел, составляющих форму детали?

Заполните таблицу

Чертеж	Наглядное изображение				
	Грани		Точки		Ребро
	А	В	К	М	СД
Главный вид					
Вид сверху					
Вид слева					



Задание. По словесному описанию найдите виды детали, вычертите их в проекционной связи, нанесите размеры. Деталь имеет форму прямоугольного параллелепипеда, на верхней грани которого расположены два полуцилиндра. В центре детали - сквозное отверстие, имеющее форму правильной четырехугольной призмы, грани которой расположены под углом 45° к осям симметрии детали.



ТЕМА 11. СЕЧЕНИЯ

Сечение – это изображение фигуры, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью.

Этапы в образовании сечений:

- мысленно провести секущую плоскость в том месте детали, где необходимо определить форму внутреннего контура;
- мысленно удаляем одну из частей детали;
- мысленно представляем фигуру сечения;
- представленную фигуру изображаем на чертеже.

ЗАПОМНИТЬ!

На сечениях показывают только то, что находится непосредственно в секущей плоскости.

Действительно, по расположению сечения делятся на вынесенные и наложенные и расположенные в разрыве (рис.1).

Вынесенные сечения располагают на свободном месте поля чертежа (рис.1,а) или в разрыве изображения предмета (рис.1,в). Наложённые сечения располагают на соответствующем изображении предмета (рис.1 б).

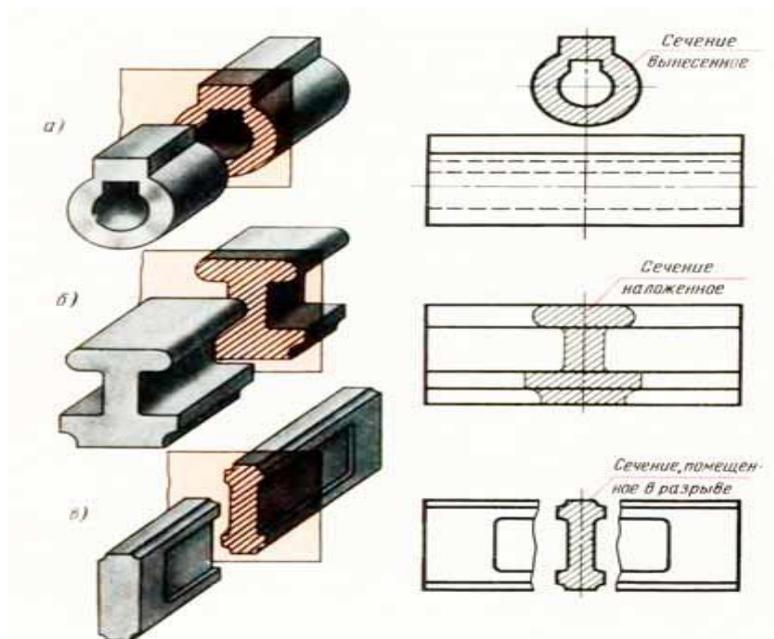


Рисунок 1. Виды сечений

Наложение сечений: а) симметричное; б) несимметричное

Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

Сечения в разрыве. Такие сечения располагают в разрыве основного изображения и выполняют сплошной основной линией. Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

Сечение в разрыве:

а) симметричное; б) несимметричное

Вынесенные сечения располагают:

- на любом месте поля чертежа;
- на месте основного вида;
- с поворотом с добавлением знака «повернуто»

Предпочтительны вынесенные сечения. Их контур вычерчивают сплошными толстыми линиями. Контур наложенных сечений вычерчивают сплошными тонкими линиями.

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой линией такой же толщины, как и линия, принятая для видимого контура. Фигуру сечения на чертеже выделяют штриховкой, которую наносят тонкими линиями под углом 45°. Если вынесенное сечение представляет собой симметричную фигуру и расположено на продолжении линии сечения, то стрелок и букв не наносят (рис.2).

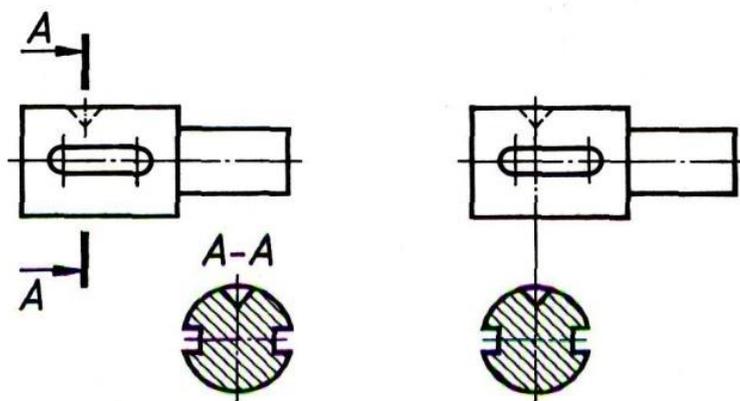
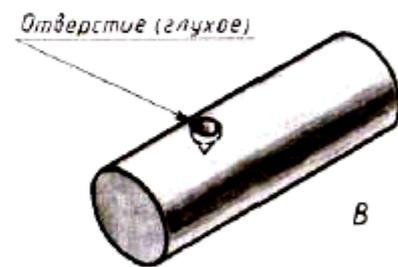
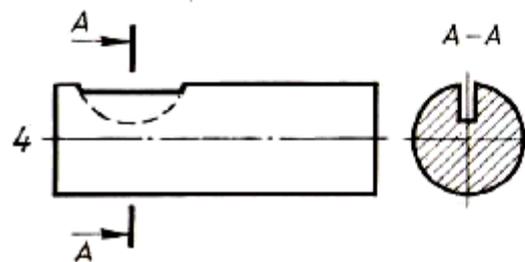
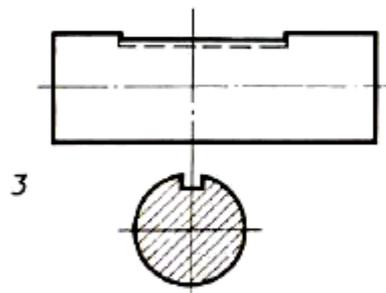
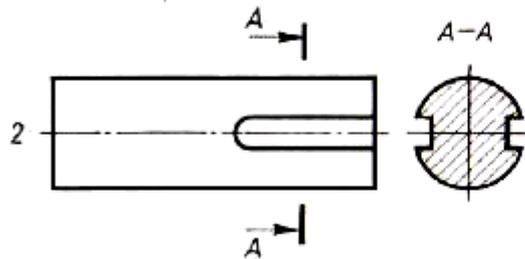
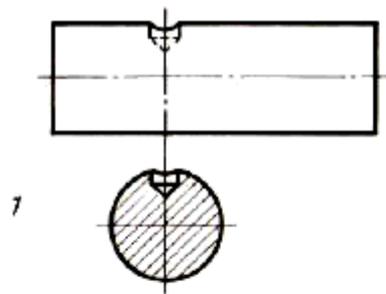


Рисунок 2.Примеры выполнения вынесенный сечений

Упражнение для закрепления.

Найдите наглядные изображения деталей по виду и сечению. Соответствующие буквенные обозначения впишите в таблицу, перечертив ее в тетрадь.

Вид и сечение	1	2	3	4	
Наглядное изображение					



ТЕМА 12. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

Разрез – изображение, полученное при мысленном рассечении детали одной или несколькими секущими плоскостями, при этом на плоскости чертежа изображается то, что попало в секущую плоскость, и то, что расположено за ней.

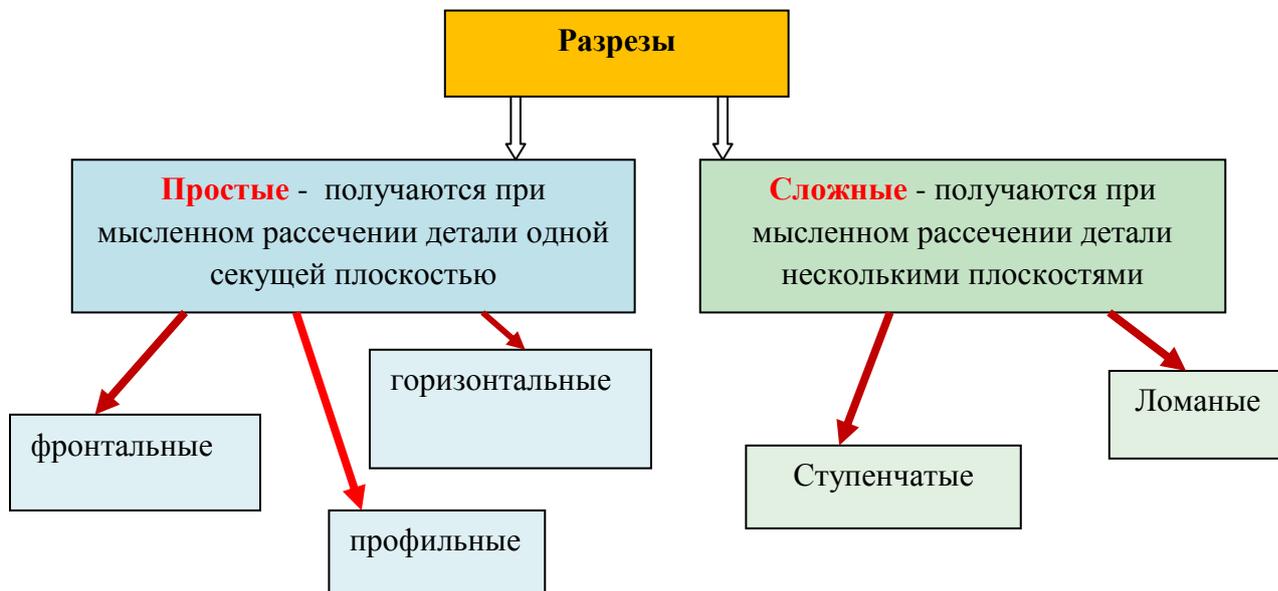


Рисунок 1. Виды разрезов

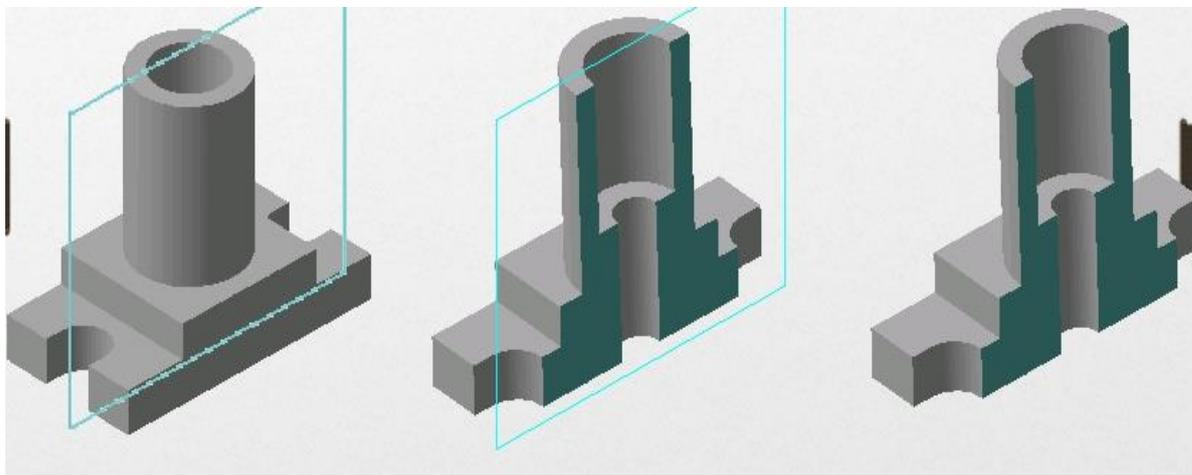


Рисунок 2. Образование разреза

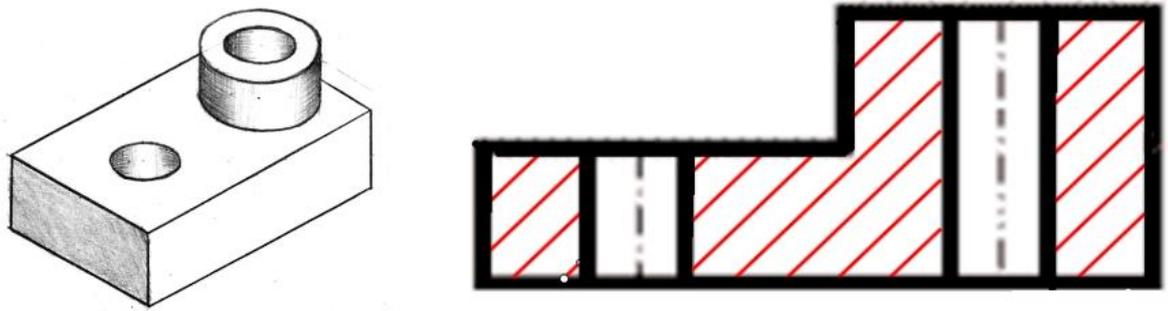


Рисунок 3. Правила выполнения разреза

1. Удаляют линию внешнего вида.
2. Штриховые линии, которыми были изображены внутренние очертания, обводят сплошными основными линиями.
3. Штрихуют фигуру сечения.

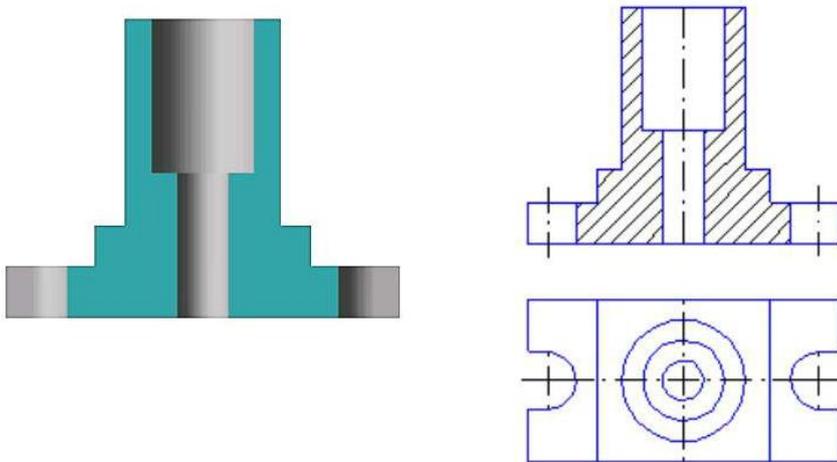


Рисунок 4.Получение разреза

Горизонтальные разрезы - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций Π_1 .

2) **вертикальные разрезы** - секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 5).

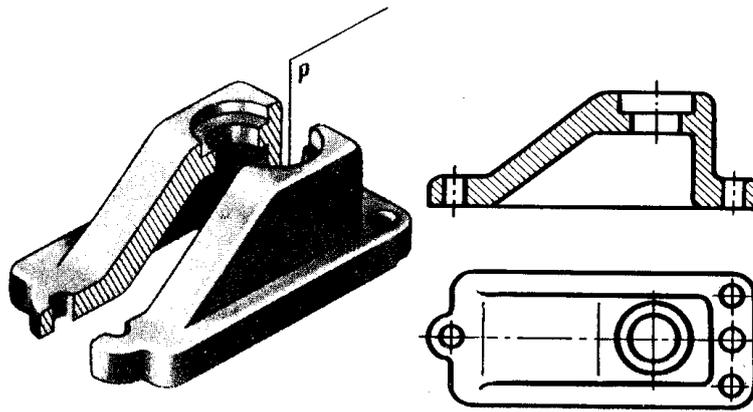


Рисунок 5. Фронтальный разрез

б) секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 6).

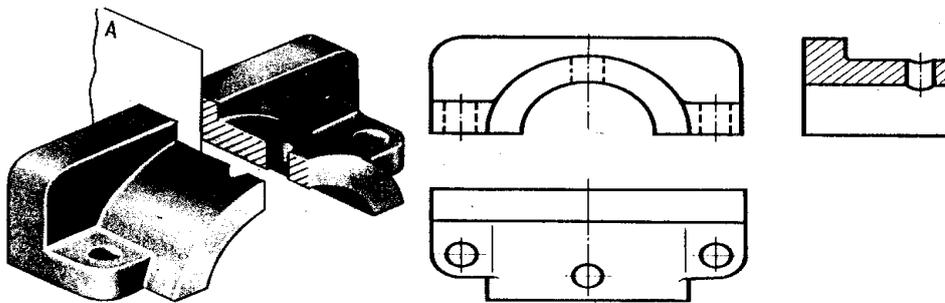


Рисунок 6. Профильный разрез

3) **наклонные** — секущая плоскость не параллельна основным плоскостям проекций (рис. 7).

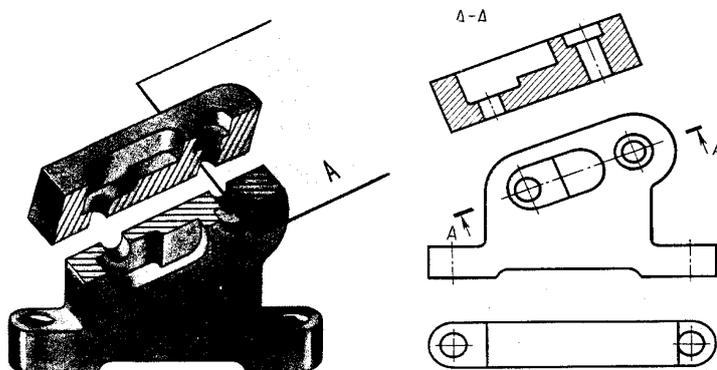


Рисунок 7. Наклонный разрез

Ребра жесткости, спицы шкивов, зубчатых колес, маховичков, тонкие стенки и выступы на разрезах показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

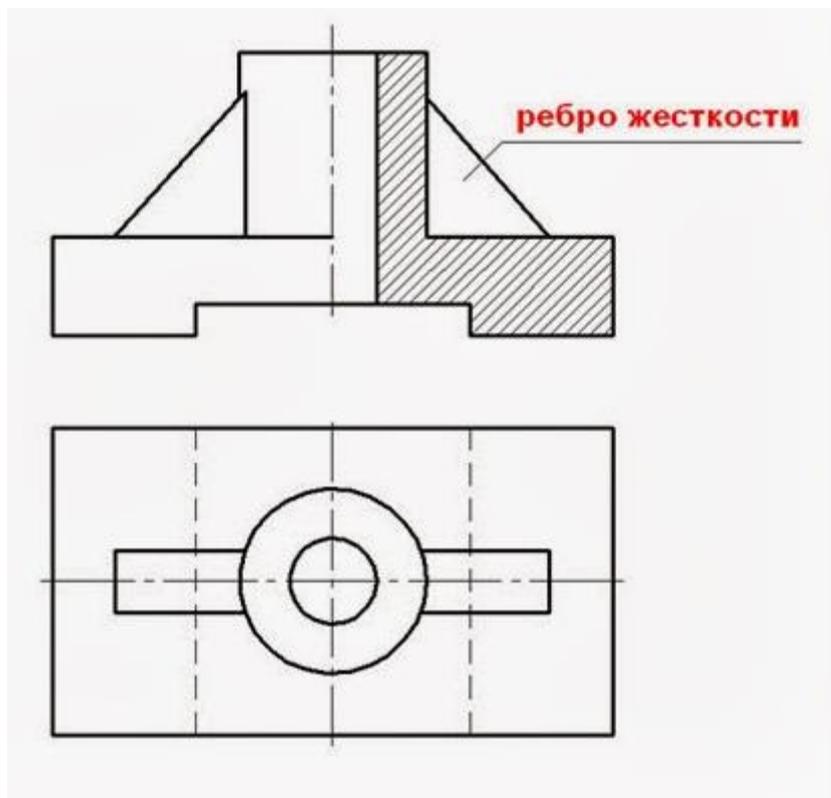


Таблица 1

Различия между сечениями и разрезами

№ п/п	Сходства	Различия	
		Разрезы	Сечения
1	Сечения и разрезы получают при мысленном рассечении плоскостью	Показывают только то, что попало в секущую плоскость	Показывают то, что попало в секущую плоскость и то, что находится за ней
2	В обоих случаях рассматривают плоские фигуры, попавшие в секущую плоскость	Секущая плоскость перпендикулярна оси вращения или общему направлению детали	Секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали или проходит через центры отверстий
3	Фигуры сечения штрихуются в зависимости от материала детали	Выявляется конфигурация детали в конкретном месте	Выявляется внутренне строение всей детали

ТЕМА 13.СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ

Сложными разрезами называются разрезы, полученные при мысленном рассечении детали двумя и большим количеством плоскостей (по школьной программе не изучаются).

Сложные разрезы делятся на:

а) ступенчатые, когда секущие плоскости параллельны между собой (рис. 1);

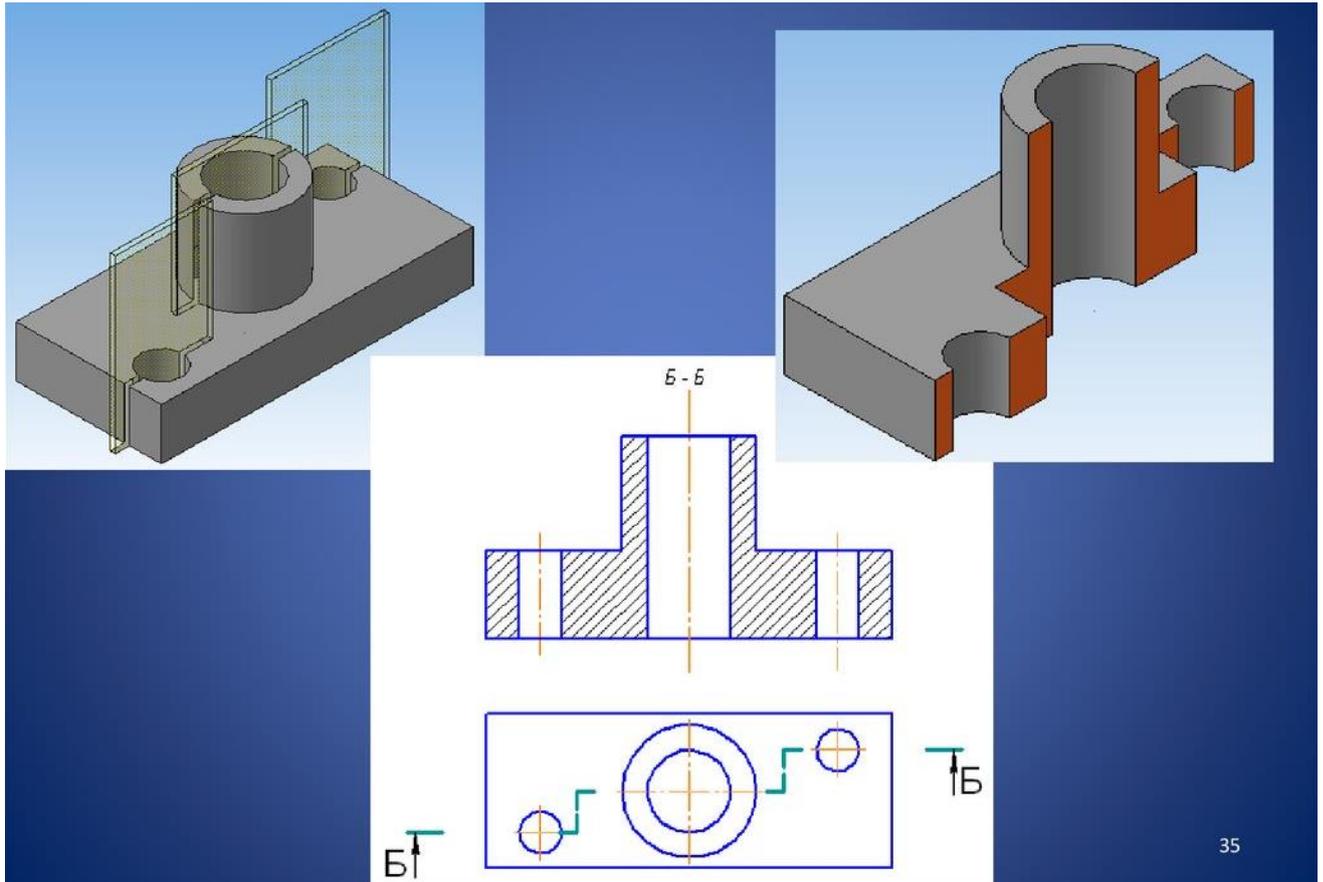


Рисунок 1. Образование ступенчатого разреза

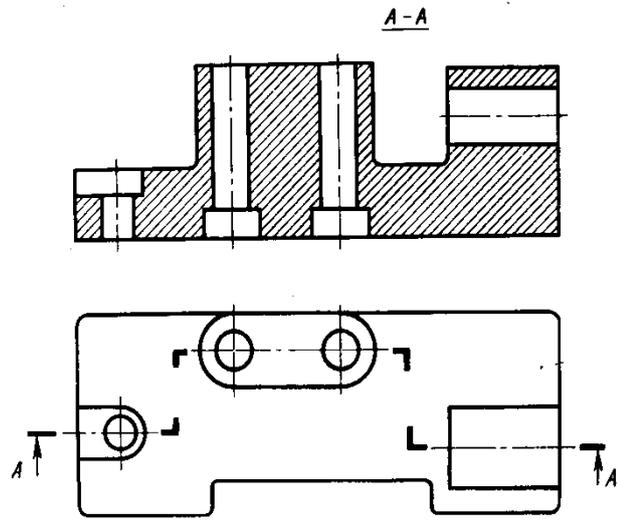


Рисунок 2. Пример ступенчатого разреза

б) **ломаные**, когда секущие плоскости пересекаются (рис. 2).

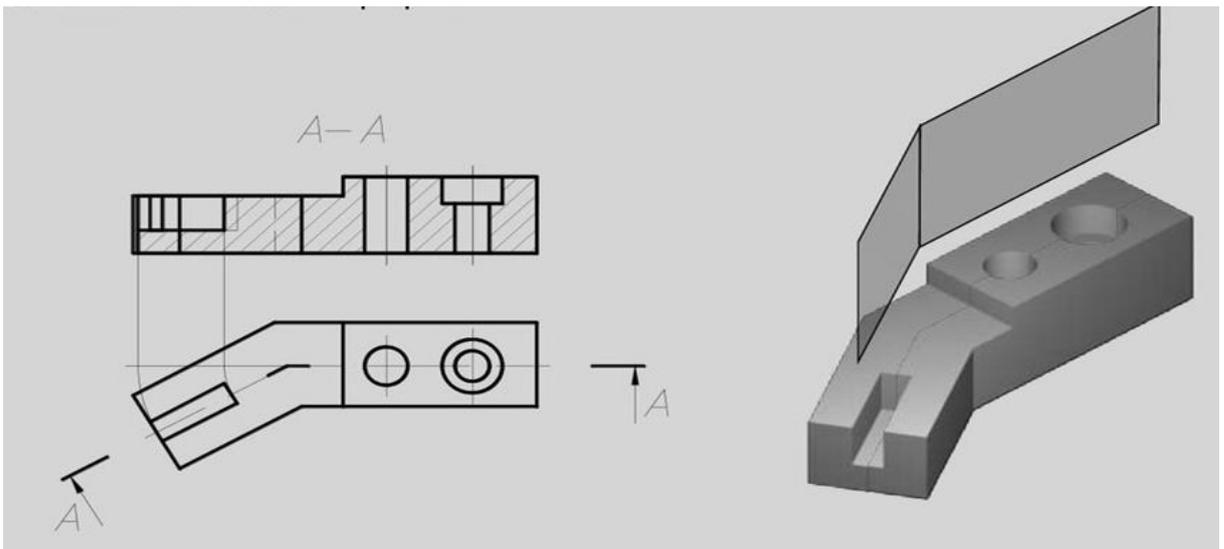


Рисунок 3. Получение ломаного разреза

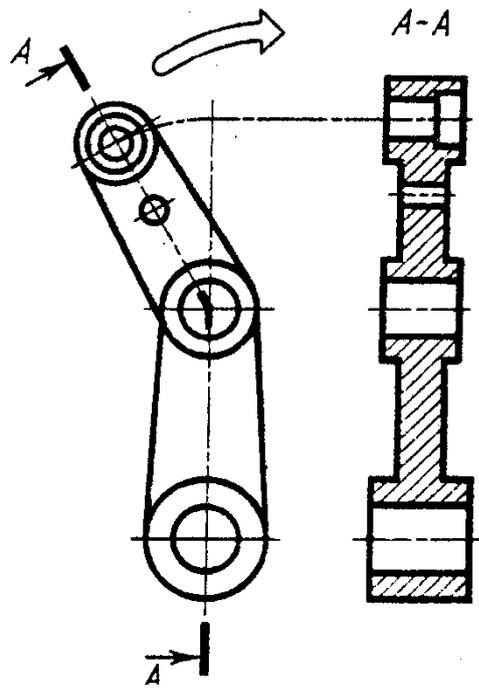
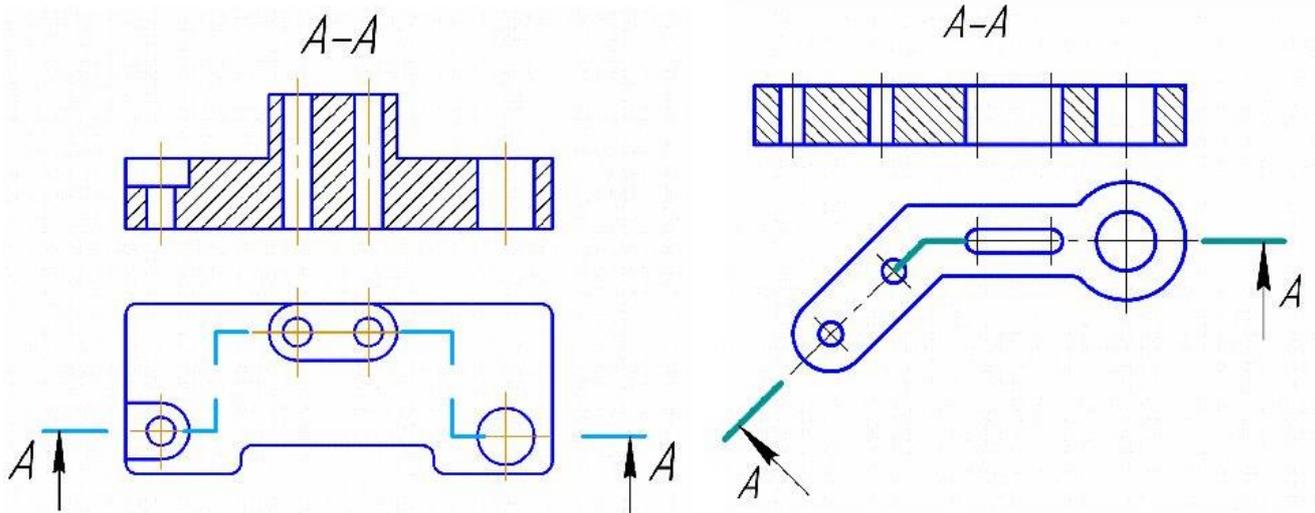


Рисунок 4. Ломаный разрез

Задание. Подписать название разрезов в приведенных примерах



ТЕМА 14. МЕСТНЫЙ РАЗРЕЗ

Местным называют разрез, служащий для выяснения устройства детали в отдельном ограниченном месте.

Местный разрез ограничивают на виде волнистой линией. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения. При выполнении местных разрезов их не обозначают (рис.1).

Одну и ту же деталь штрихуют одинаково (направление штриховки и расстояние между штрихами) на всех изображениях.

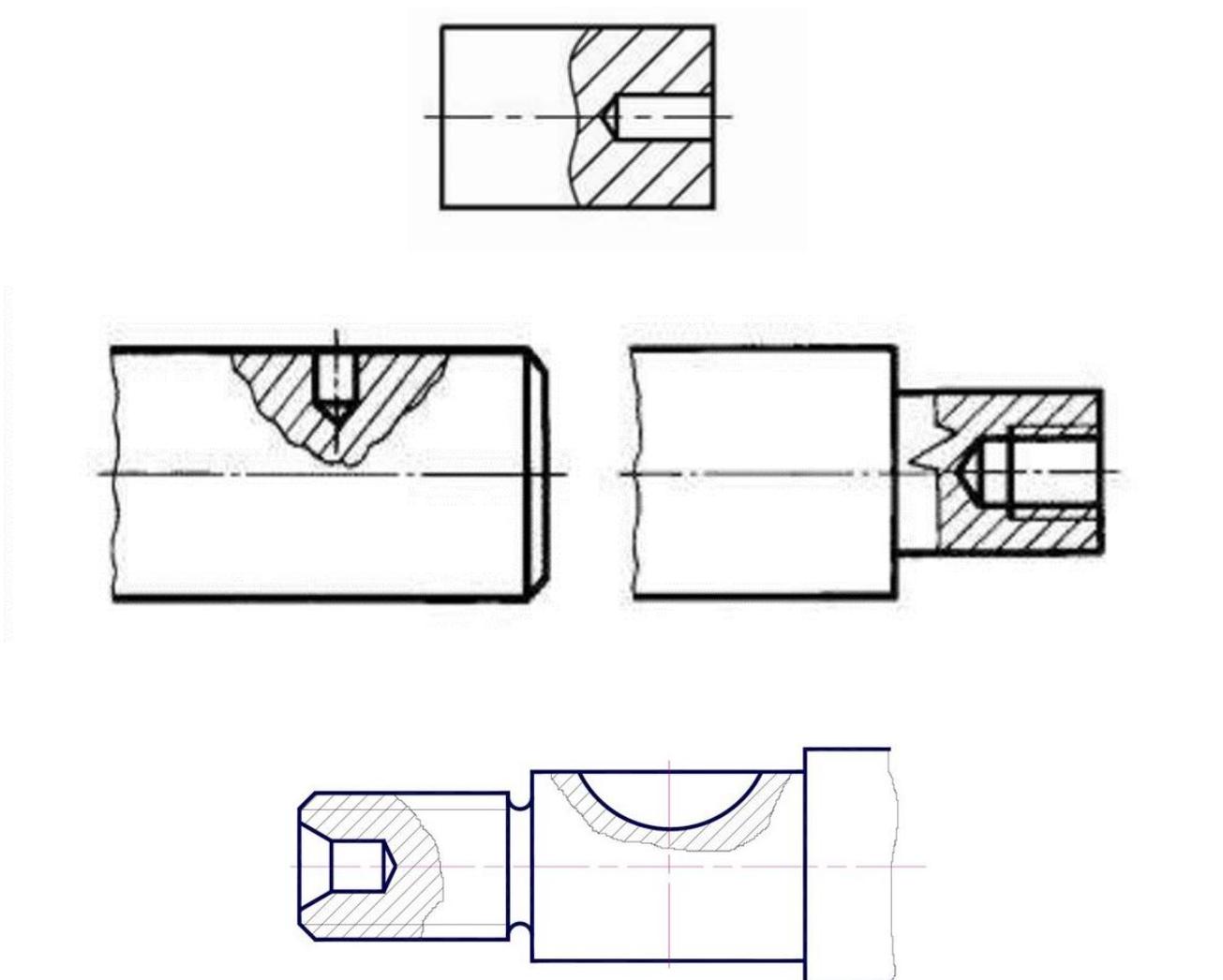


Рисунок 1. Местные разрезы

ТЕМА 15. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА

Форма многих деталей не может быть выявлена только разрезом или видом.

Выполнять же два изображения — вид и разрез — нерационально. Поэтому допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза (рис. 1).

Соединение половины вида и половины разреза.

Границей между видом и разрезом должна служить ось симметрии, тонкая штрихпунктирная линия;

Разрез на чертеже располагается справа от оси симметрии или под ней.

На половине вида штриховые линии, изображающие контур внутренних очертаний, не проводят.

Соединение половины вида и половины разреза, каждый из которых — симметричная фигура, является частным случаем предыдущего. Разделяют их сплошной волнистой линией, которую проводят от руки.

Алгоритм решения задач на соединение вида с разрезом.

1. Провести анализ геометрической формы детали, определить её симметричность.
2. Определить место и направление секущей плоскости.
3. Представить фигуру сечения, попавшую в разрез
4. Определить наличие рёбер, совпадающих с осью симметрии, их принадлежность к внешней или внутренней поверхности детали, определить место проведения тонкой волнистой линии при их наличии.
5. Снять линии видимого контура, относящиеся к удаляемой части детали со стороны разреза
6. Преобразовать невидимые линии в видимые со стороны разреза.
7. Снять линии невидимого контура, изображающие внутреннюю конструкцию детали, со стороны вида.
8. Обвести контур, заштриховать фигуру сечения, попавшую в разрез.

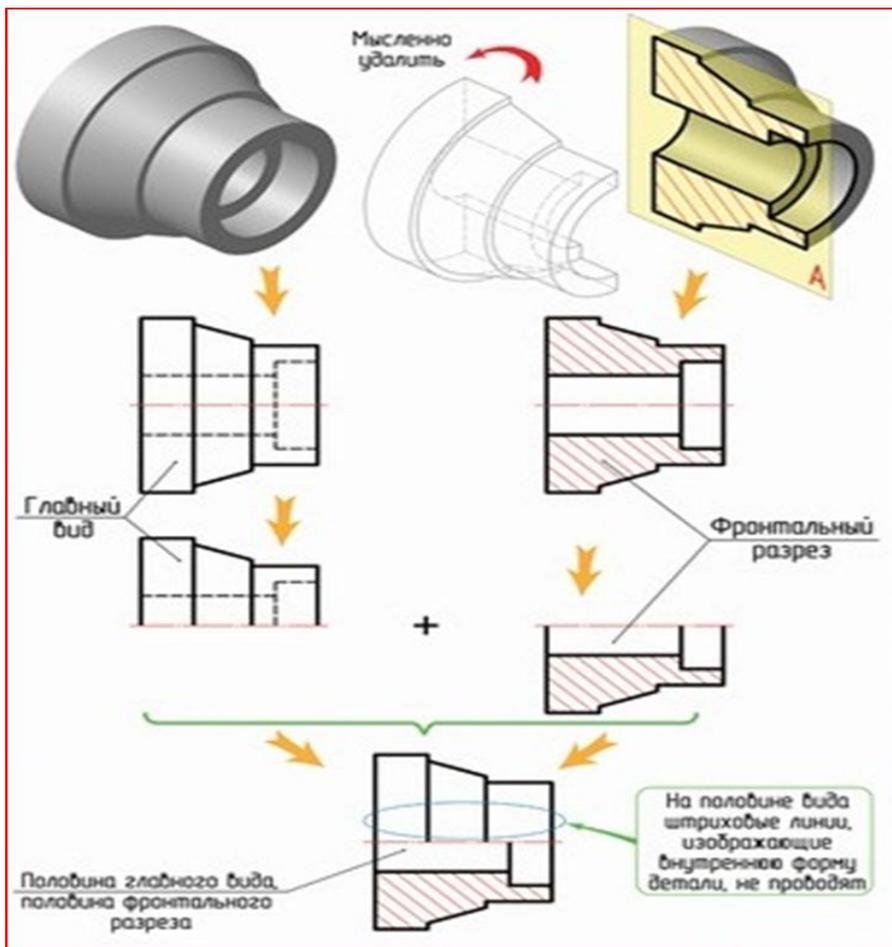


Рисунок 1. Соединение части вида и разреза

Если осевая линия разграничения вида и разреза совпадает с ребром, то соединение выполняют, используя волнистую линию, обязательно указав на чертеже ребро (рис.2).

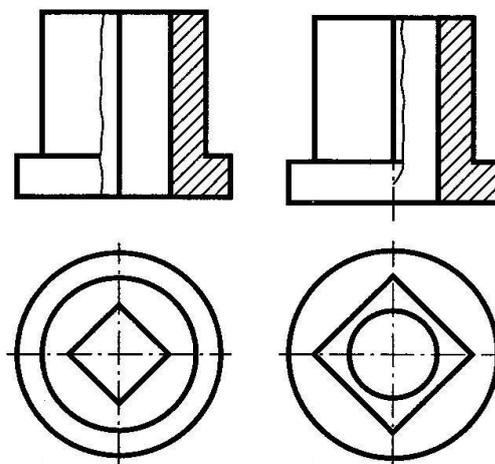


Рисунок 2. Соединение вида с разрезом с помощью волнистой линии

Задание. Определить, где верно выполнено соединение части вида с частью разреза (рис.3).

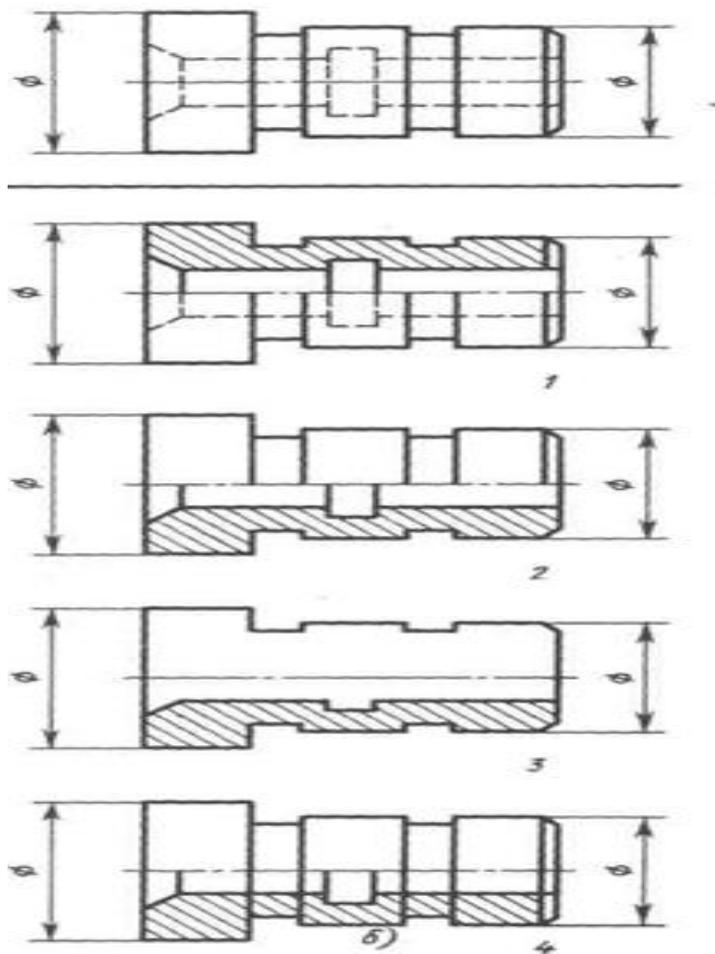


Рисунок 3. Соединение части вида и части разреза

ТЕМА 16. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЯ. ИЗОМЕТРИЯ

При составлении технических чертежей иногда возникает необходимость наряду с изображениями предметов в системе ортогональных проекций иметь более наглядные изображения. Для таких изображений применяют метод аксонометрического проецирования (аксонометрия — греческое слово, в дословном переводе оно означает измерение по осям; аксон — ось, метрео — измеряю).

Рассмотрим, под какими углами выполняются чертежи в диметрии и изометрии (рис.1).

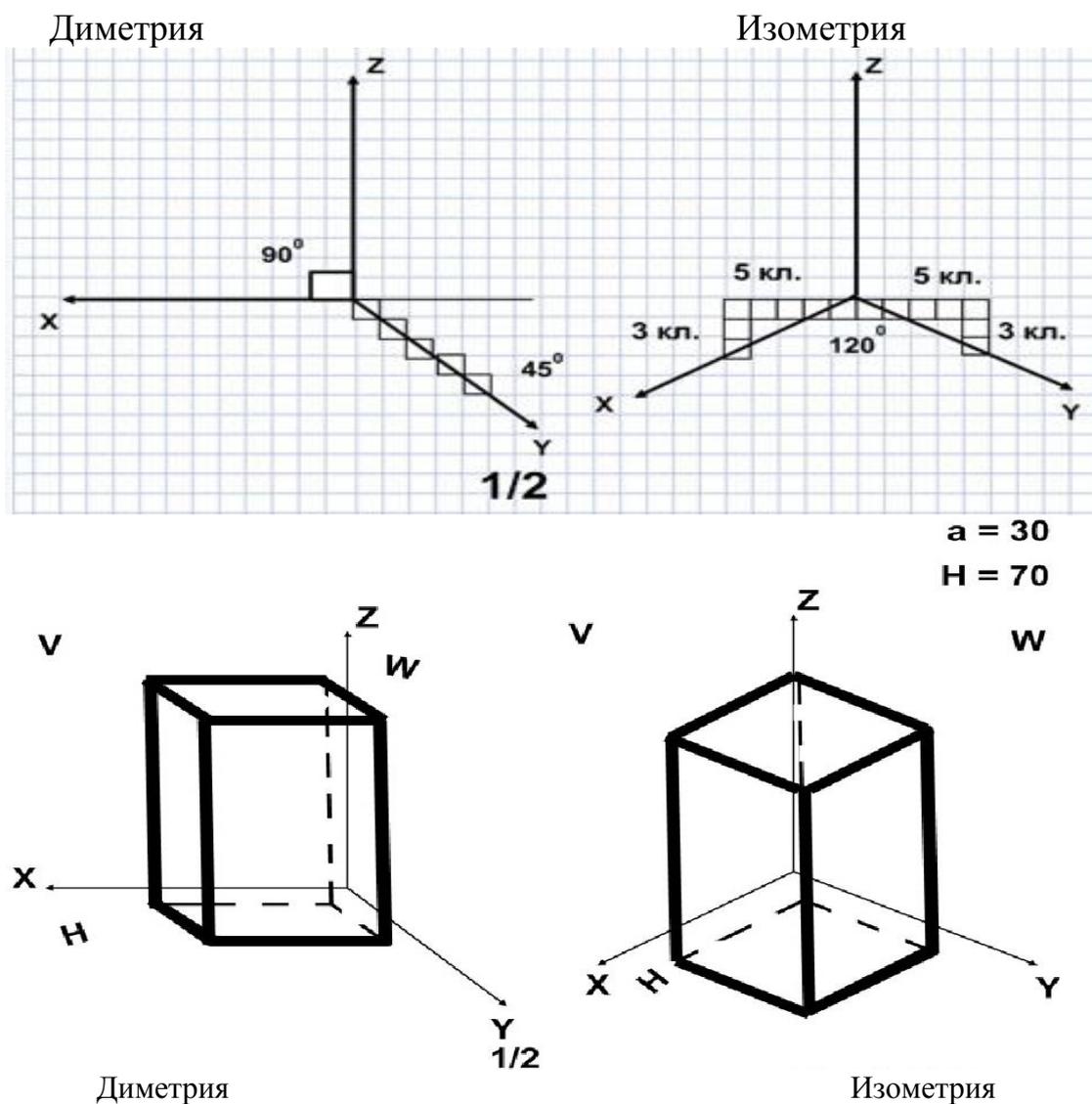


Рисунок 1. Выполнение чертежей в диметрии и изометрии

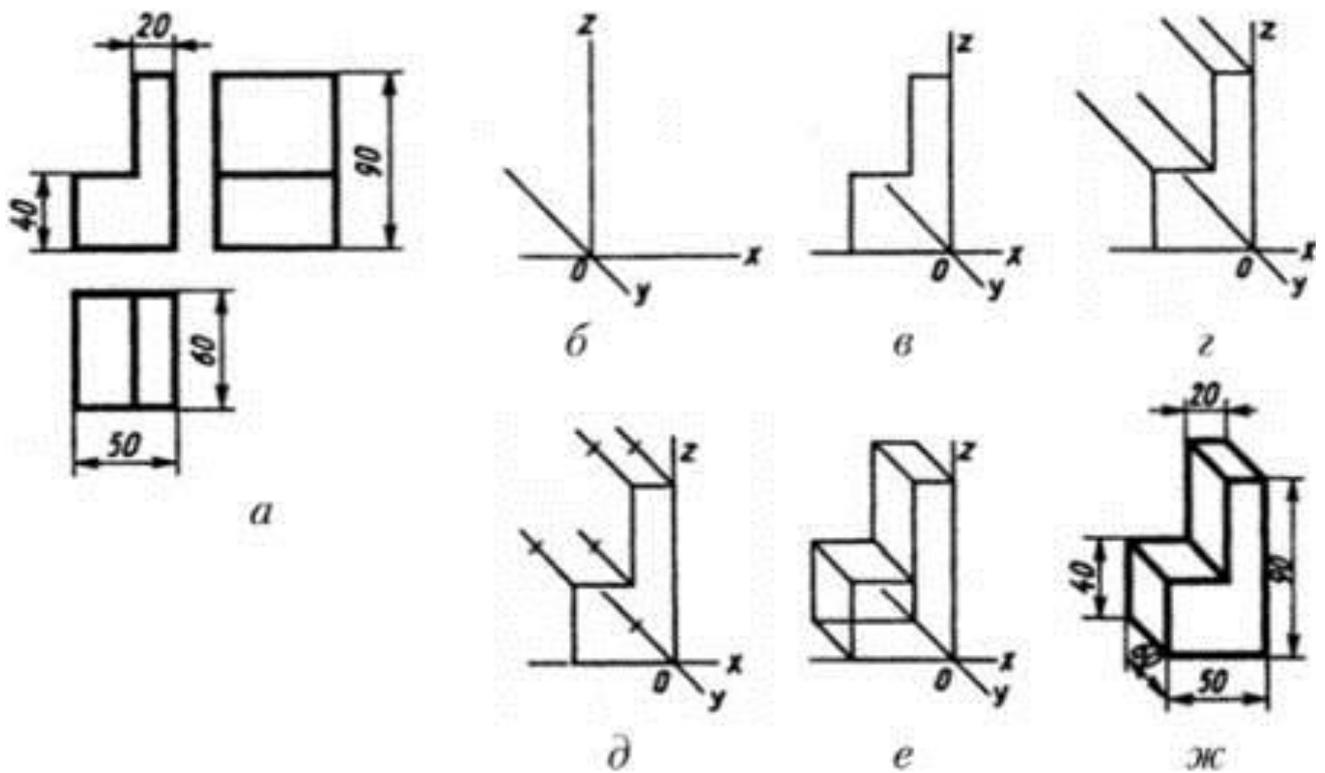


Рисунок 2. Порядок построения детали в диметрии

Разница в выполнении детали в разных проекциях (диметрия и изометрия) (рис.3: а-два вида детали; б- диметрия; в- изометрия).

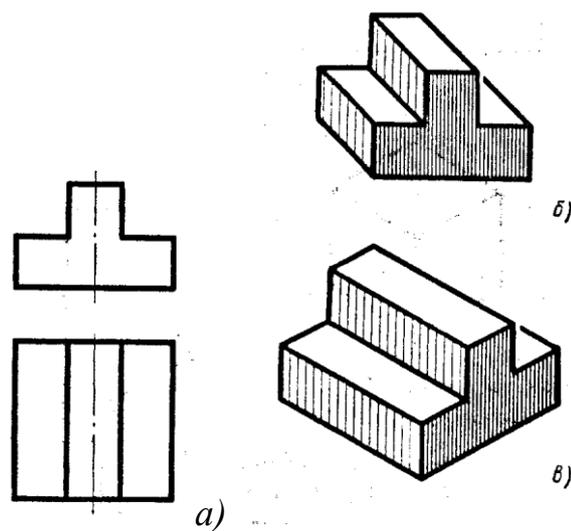
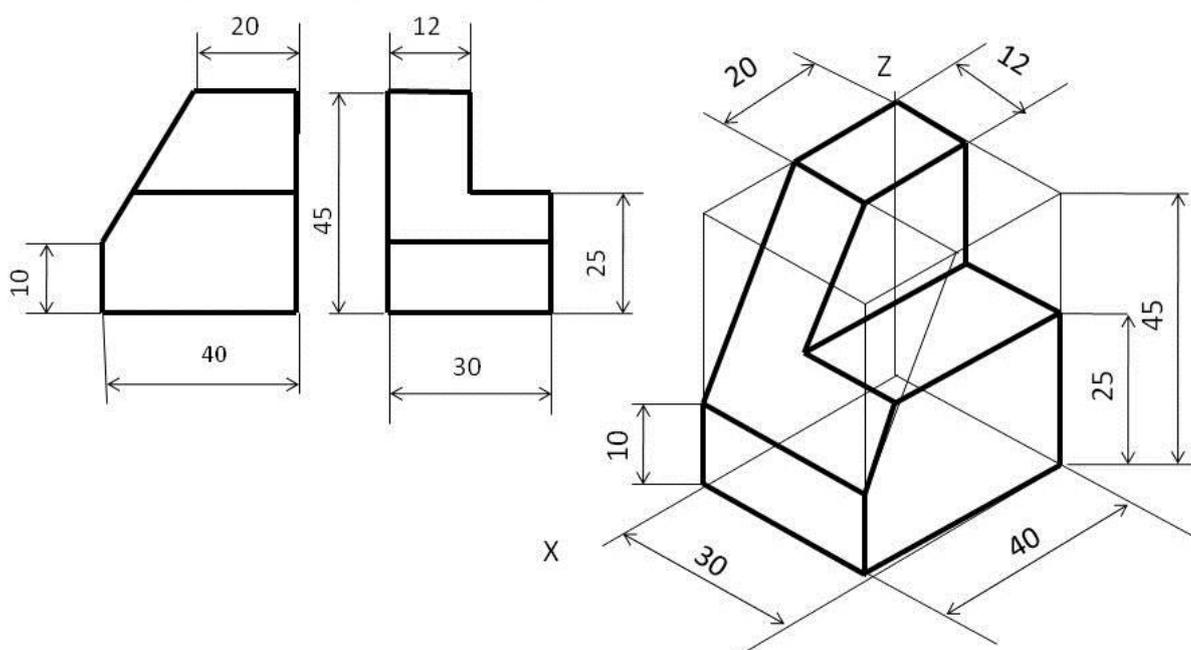


Рисунок 3. Различные изображения

Задание. Построение детали в изометрии



АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ПЛОСКОГРАННЫХ ПРЕДМЕТОВ

Общие правила в выполнении аксонометрических проекций как в диметрии, так и в изометрии:

1. Ось Z всегда вертикальна.
2. Все измерения производятся только по аксонометрическим осям или по прямым, параллельным им.

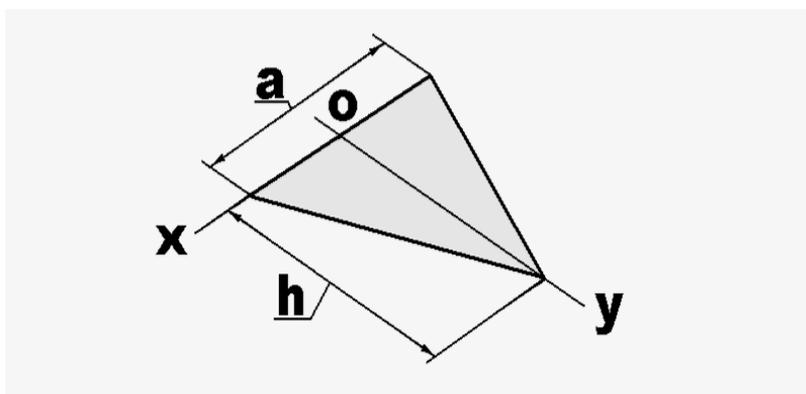


Рисунок 4. Построение изометрической проекции треугольника

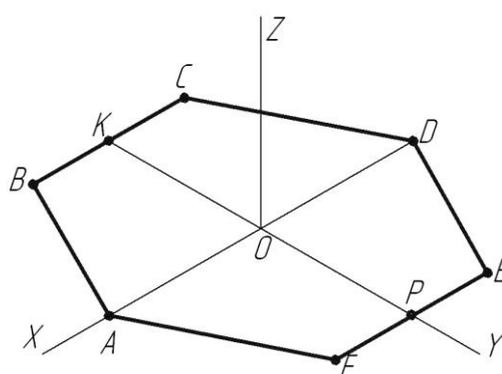
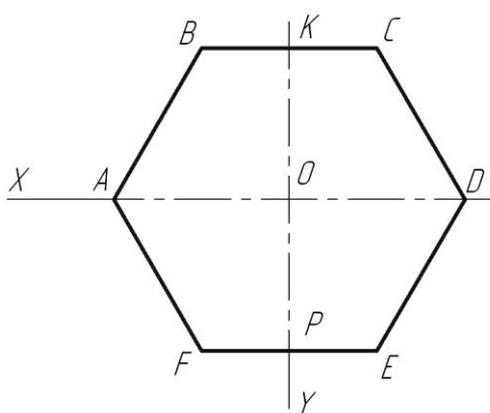
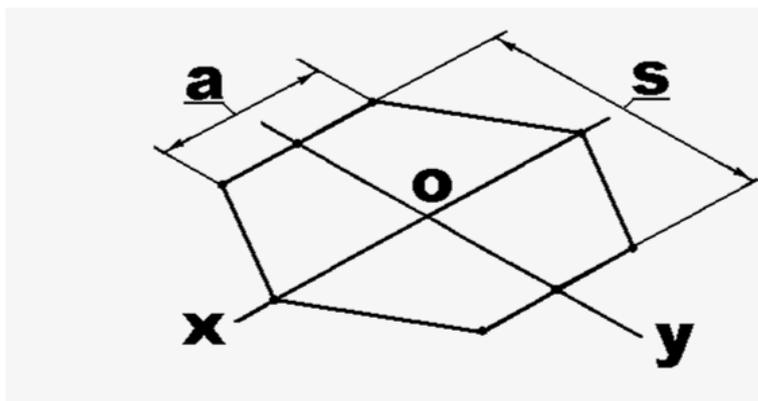


Рисунок 5. Построение изометрической проекции шестиугольника

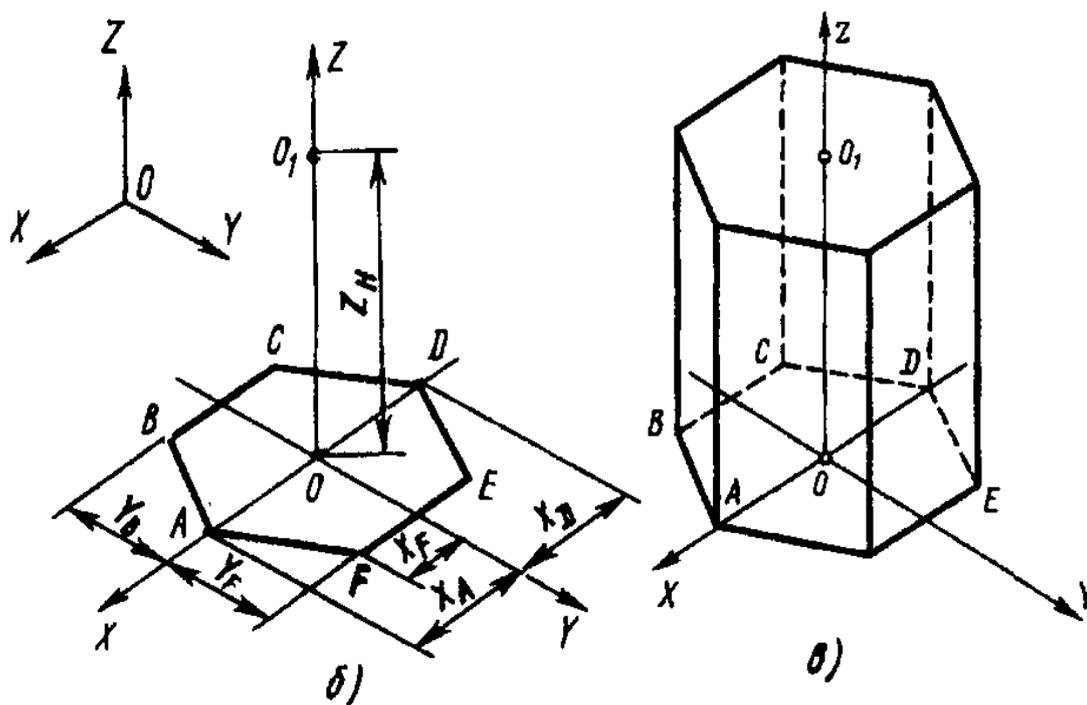
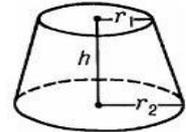
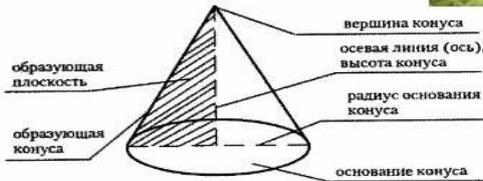


Рисунок 6. Построение изометрии шестигранной призмы

ТЕМА 17. АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРЕДМЕТА

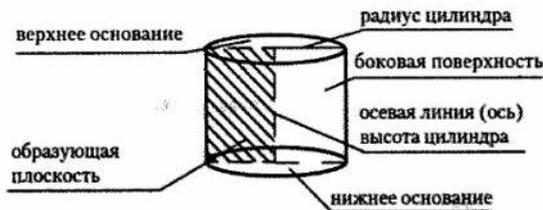
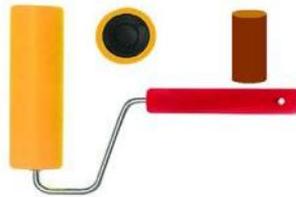
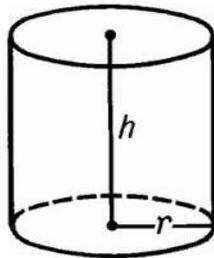
Конус

Поверхность **конуса** состоит из круга, который является основанием конуса и боковой поверхности.



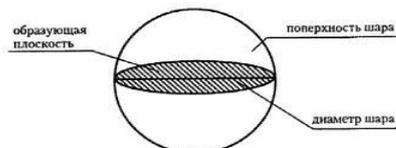
Цилиндр

Поверхность **цилиндра** состоит из 2 оснований и боковой поверхности.

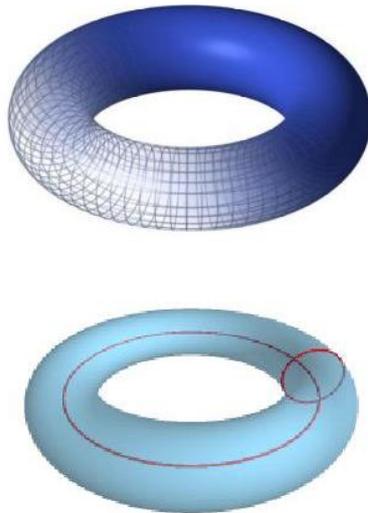


Шар и полусфера

Поверхность шара называют **сферой**.
Половину шара называют **полусферой**.

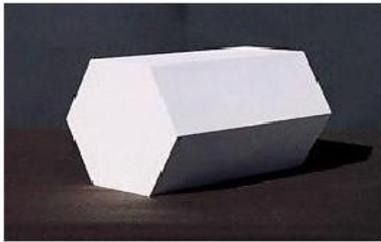


Тор

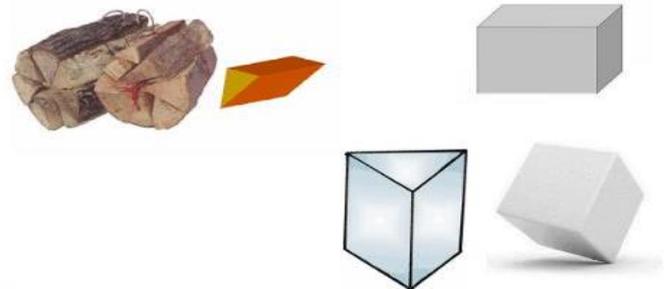
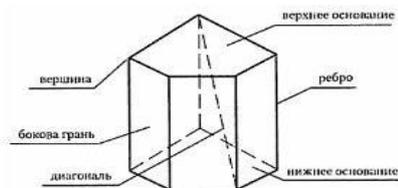


Тор — поверхность вращения, получаемая вращением образующей окружности вокруг оси, лежащей в плоскости этой окружности.

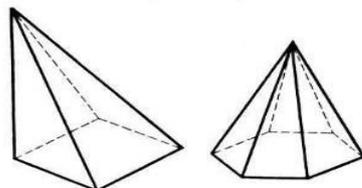
Призма



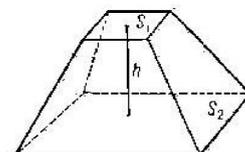
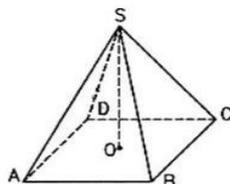
Призма — это многогранник, у которого две грани, называемые основаниями, — равные многоугольники, а все остальные — боковые грани, состоящие из параллелограммов, плоскости которых параллельны одной прямой, называемой ребром многогранника.

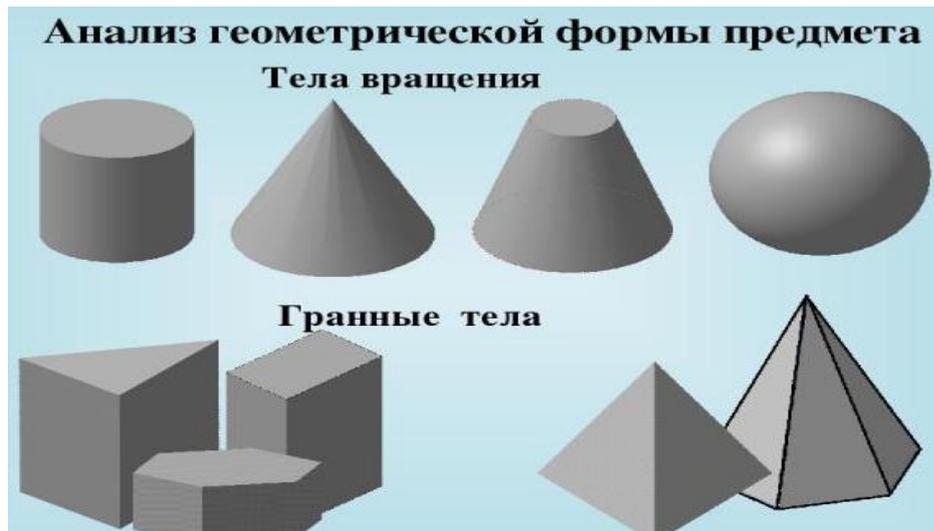


Пирамида

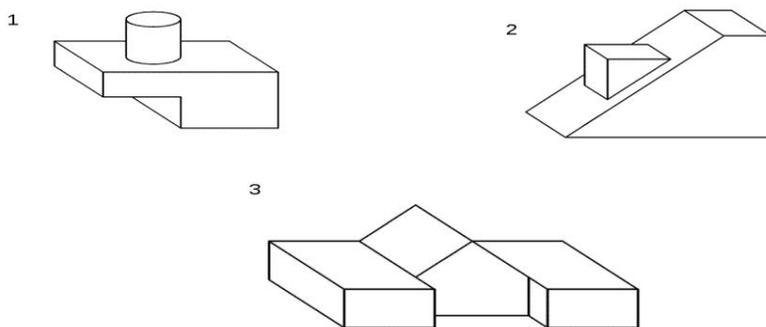


Пирамида — основание какой-либо многоугольник, а боковые грани — треугольники, имеющие общую вершину.





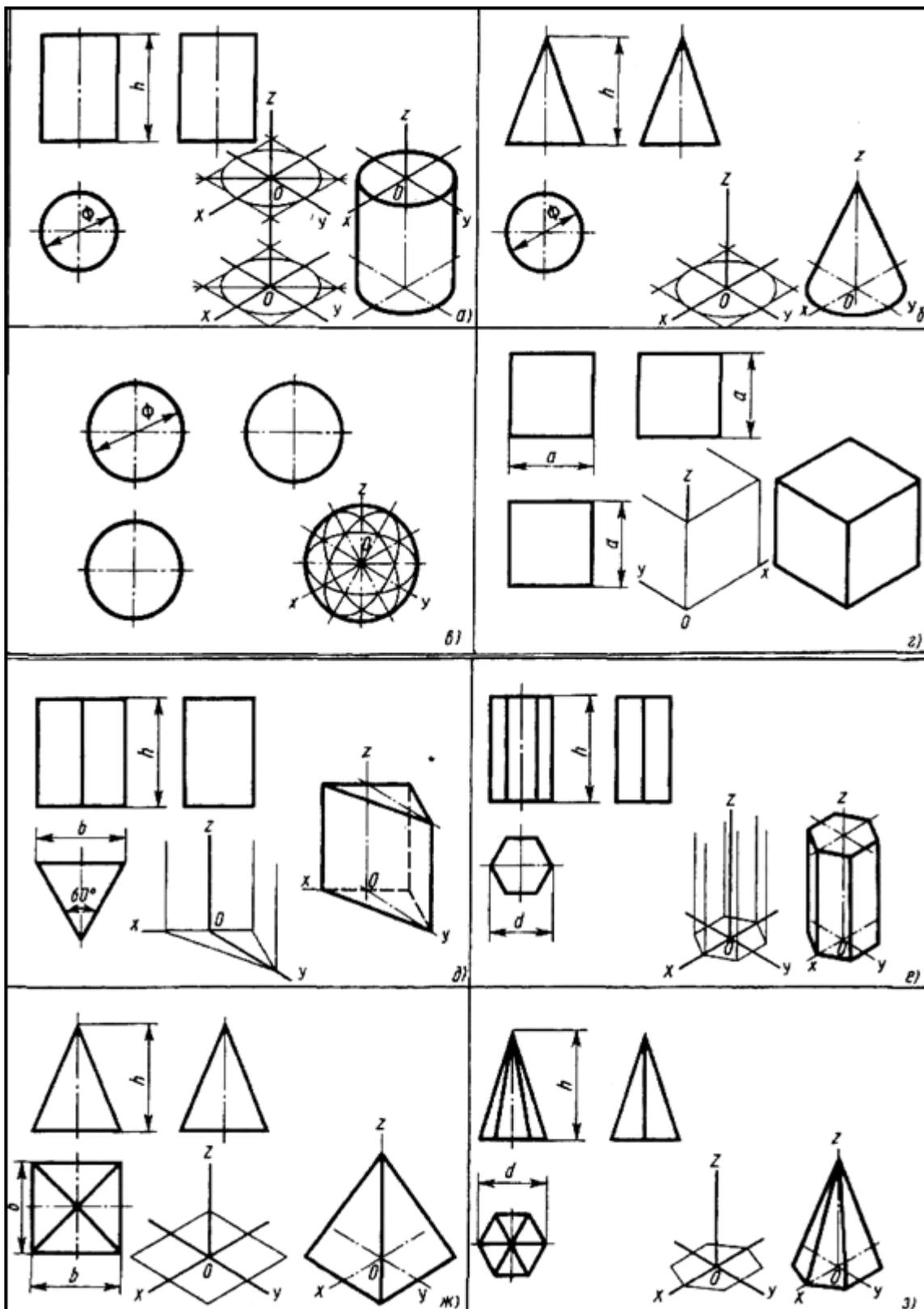
Задание. Из скольких геометрических тел состоит предмет? Какие это тела? Как они называются?



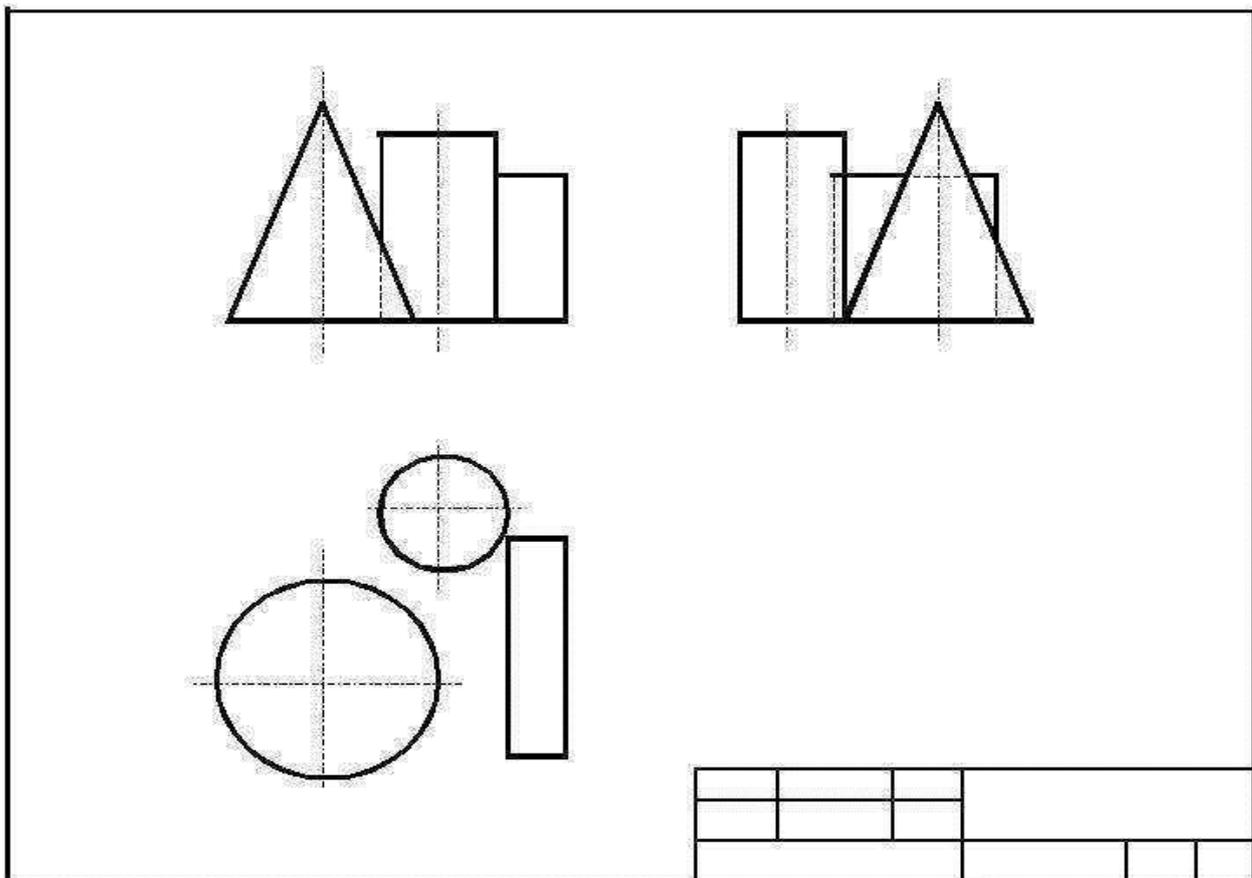
Задание. Найдите среди моделей, обозначенных цифрами, модели составленные из тех же геометрических тел, что и модели, обозначенные буквами.



ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ



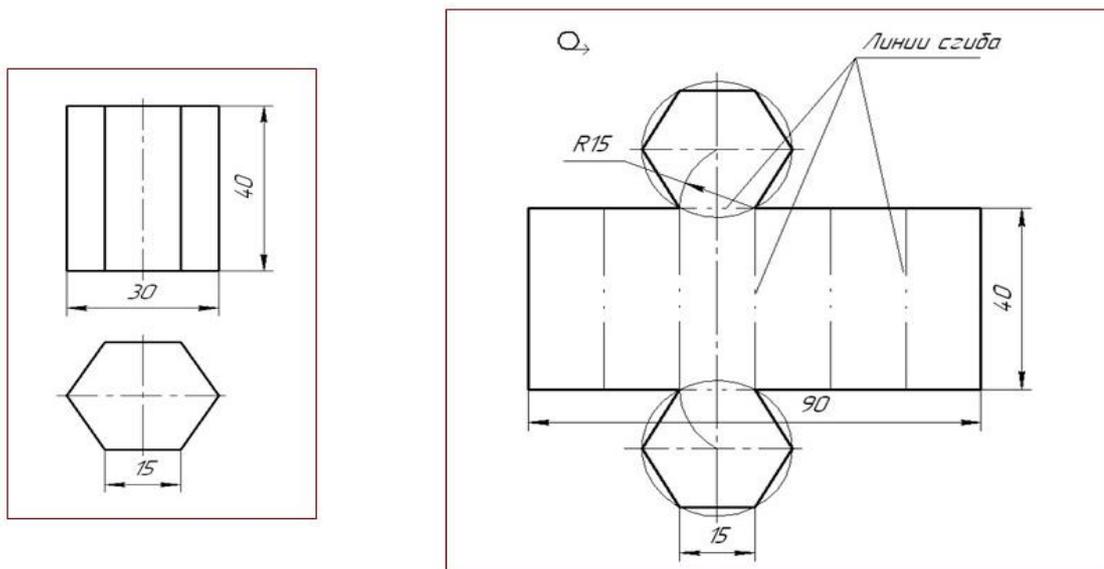
Проекции группы геометрических тел



ТЕМА 18. ЧЕРТЕЖИ РАЗВЁРТОК ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

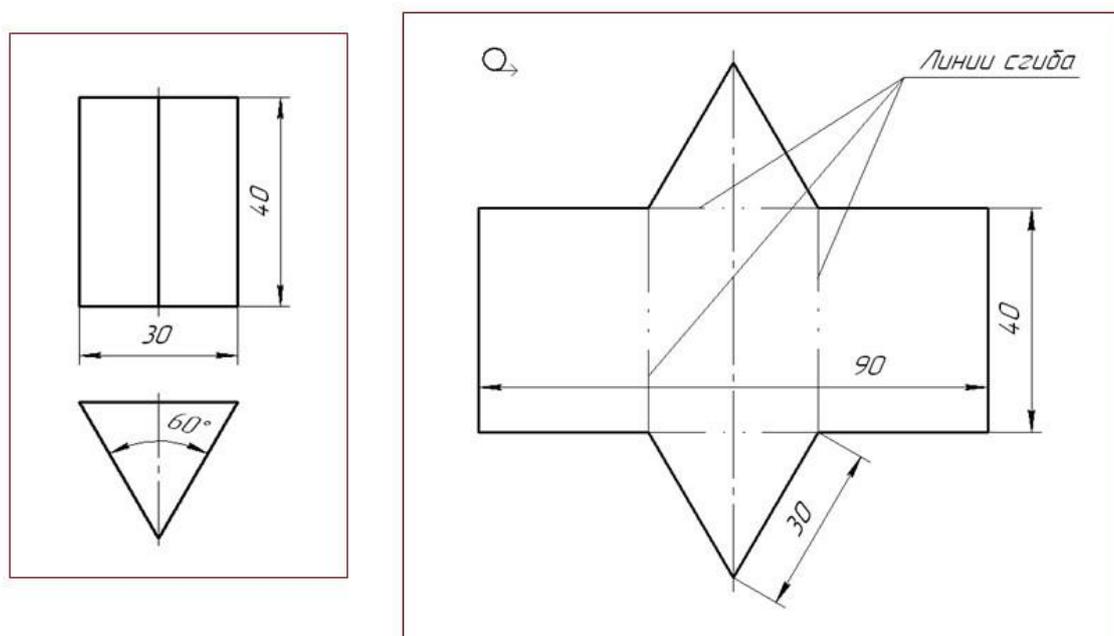
При построении разверток тел, необходимо уточнять, из каких геометрических фигур они состоят.

Построение чертежа развертки шестигранной призмы.



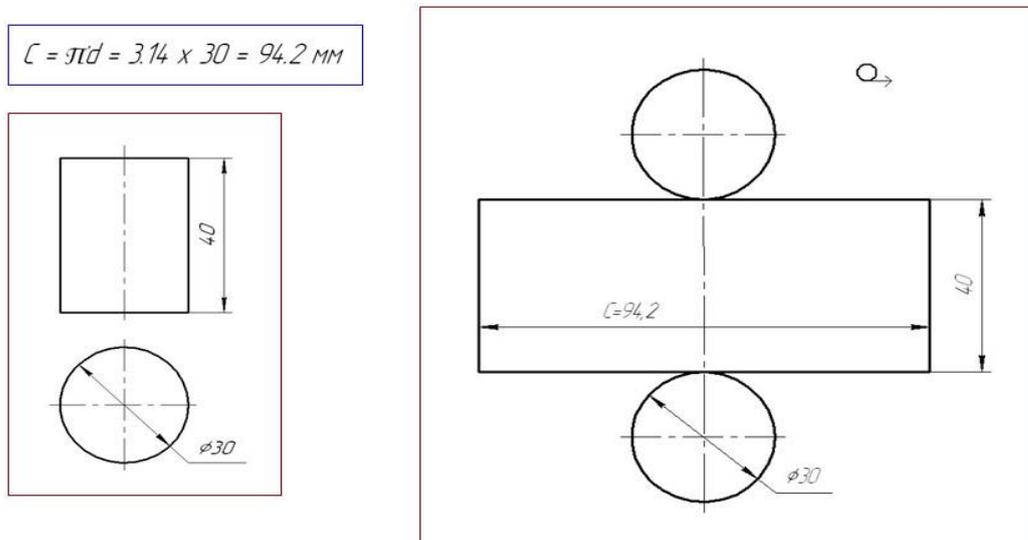
Развертка поверхностей правильной шестиугольной призмы представляют собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней-прямоугольников и двух оснований-шестиугольников.

Построение чертежа развертки поверхностей треугольной призмы



Развертка поверхностей правильной треугольной призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней - прямоугольников и двух оснований - треугольников.

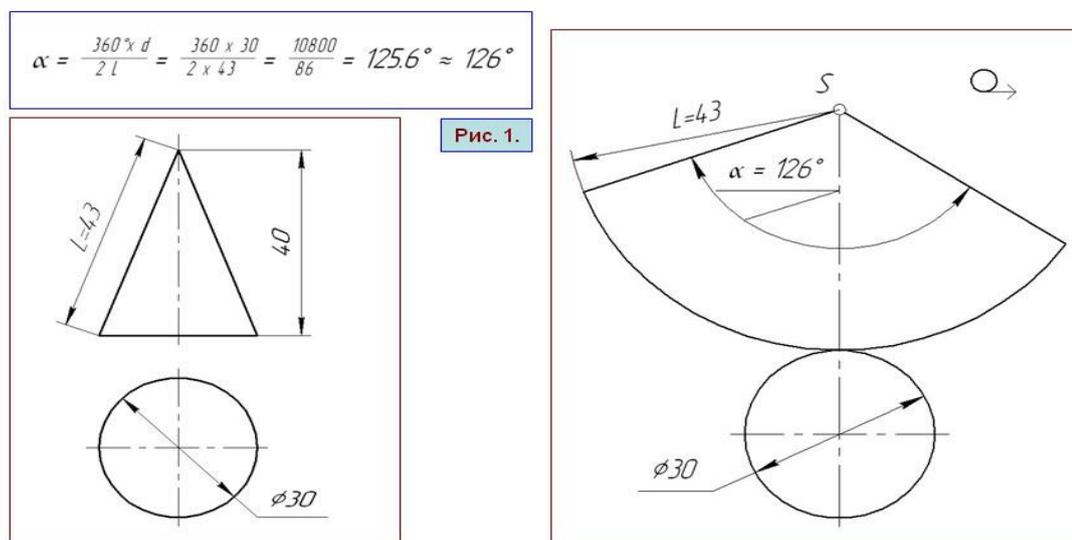
Построение чертежа развертки поверхностей цилиндра.



Развертка поверхностей цилиндра состоит из прямоугольника и двух кругов-оснований. Одна сторона прямоугольника равна высоте цилиндра, а другая - длине окружности основания. Длину окружности находят по формуле $l = \pi d$.

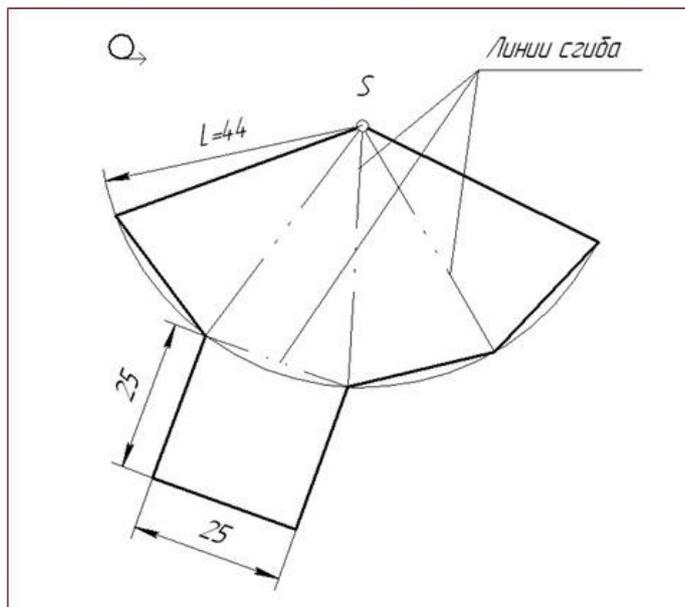
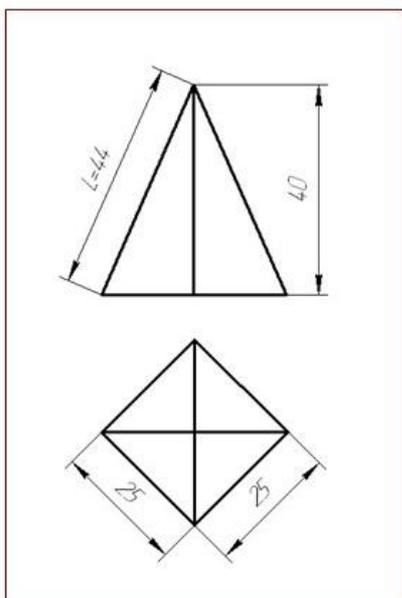
Построение чертежа развертки конуса

Развертка поверхностей конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из сектора - развертки боковой поверхности и круга основания конуса.



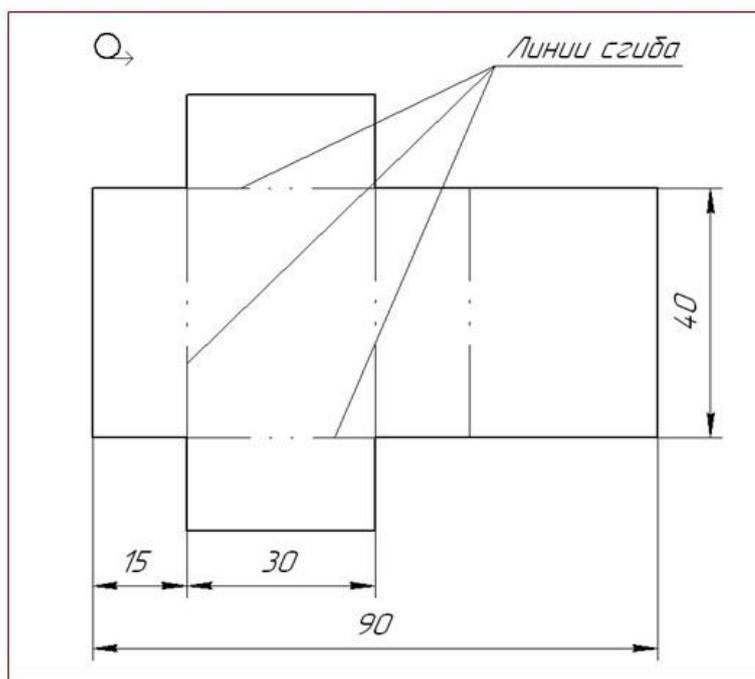
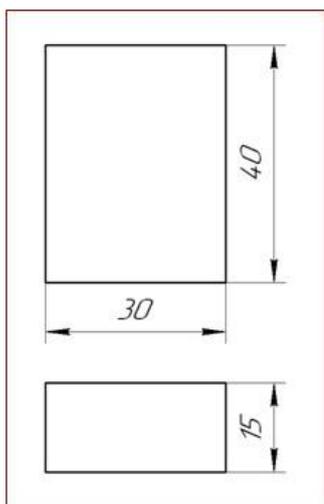
Построение чертежа развертки поверхностей правильной четырехугольной пирамиды.

Развертка поверхности четырехугольной призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней - четырех равносторонних треугольников при вершине S и основании квадрат.



Построение развертки поверхностей прямоугольного параллелепипеда.

Развертка поверхностей прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней – прямоугольников и двух оснований-прямоугольников.



ТЕМА 19. ВЫРЕЗ ЧЕТВЕРТИ

В технике широко распространены детали, форма которых усложнена различного рода *срезами и вырезами*. Чтобы начертить или прочесть и чертежи надо представить форму заготовки, из которой получается деталь и форму среза или выреза

В большинстве случаев плоскости, образующие вырез, параллельны одной из плоскостей проекций и перпендикулярны к двум другим. Поэтому плоскости выреза проецируются или в натуральную величину (на ту плоскость проекций, которой параллельна плоскость выреза), или в отрезок прямой линии (на те плоскости проекций, к которым плоскость выреза перпендикулярна).

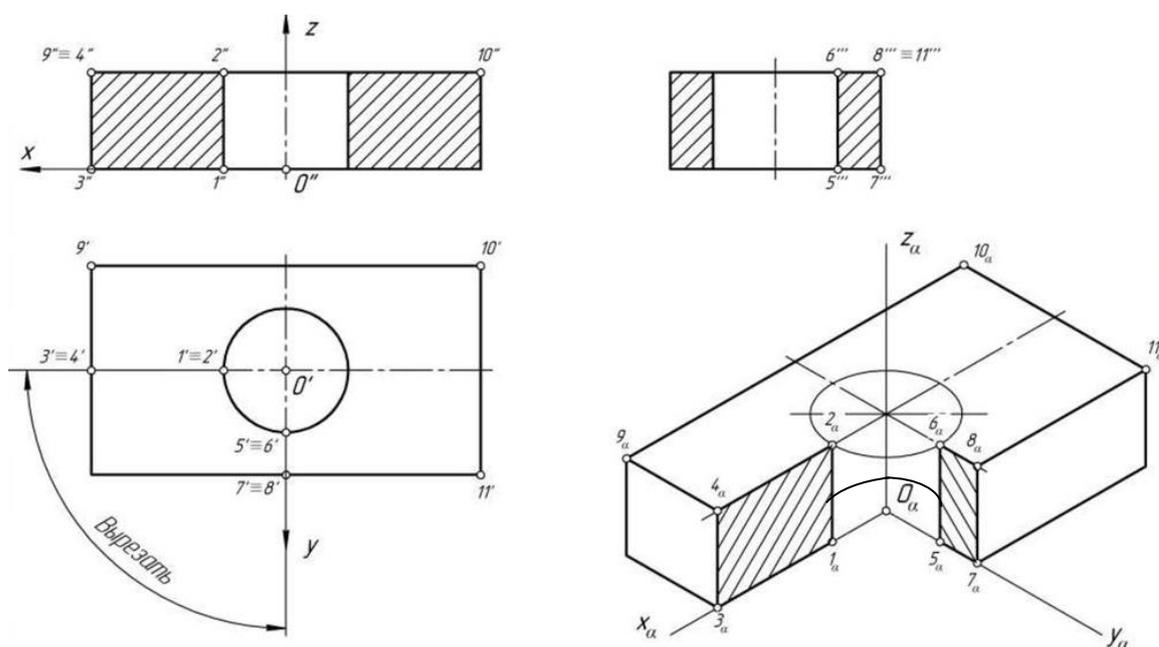


Рисунок 1. Построение выреза четверти

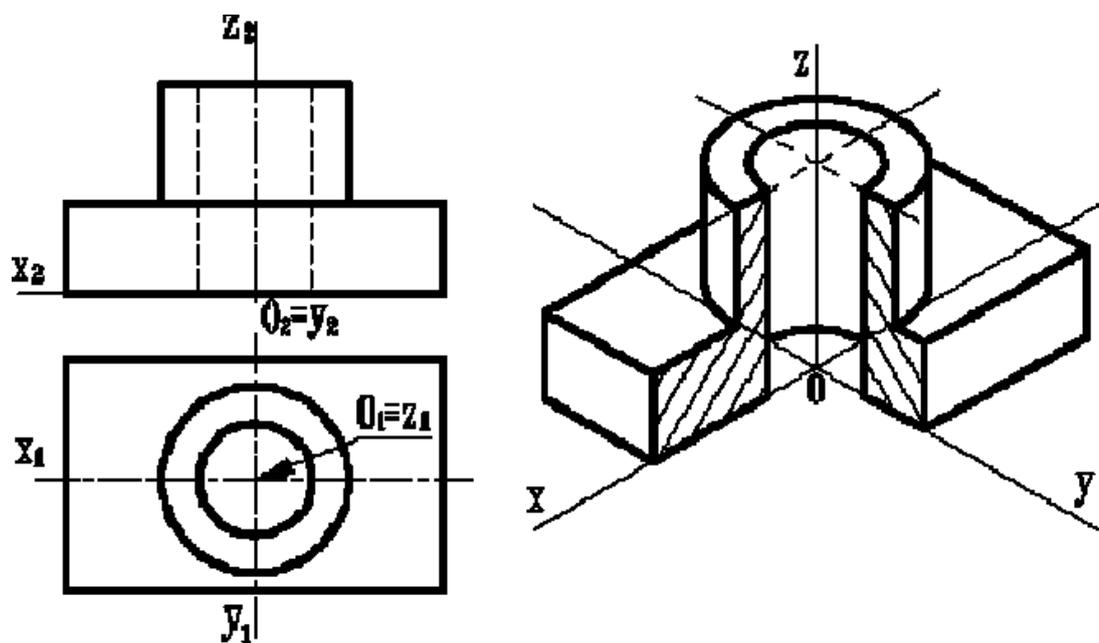


Рисунок 2. Пример детали с вырезом четверти

ТЕМА 20. ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Технический рисунок. Правила выполнения технического рисунка

Техническим рисунком люди пользуются давно. Так знаменитый итальянский художник Леонардо да Винчи при помощи технического рисунка донес до нас свою конструкцию вертолета (рис.1).

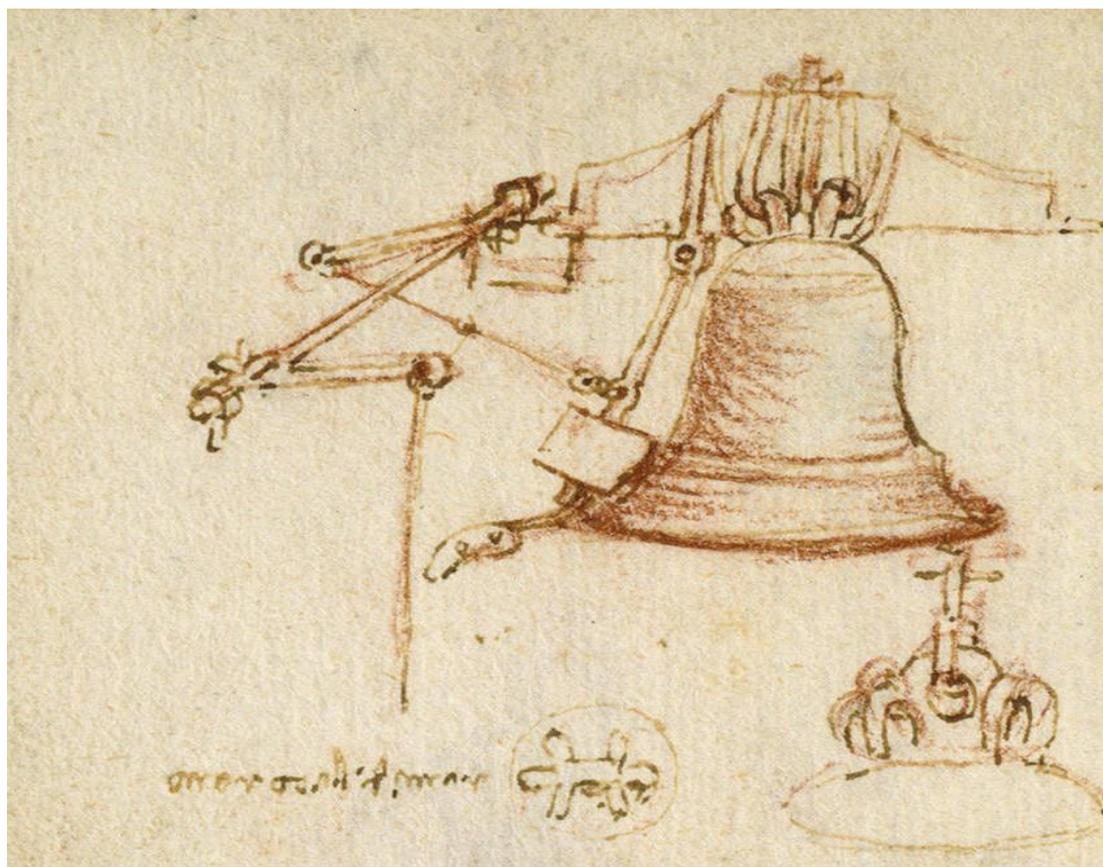


Рисунок 1. Копия технического рисунка, выполненного Леонардо да Винчи

При помощи технического рисунка инженеры - конструкторы часто применяют такой рисунок для выражения своей технической мысли.

Изображение детали, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, с соблюдением глазомерного масштаба называют *техническим рисунком*.

На выполнение технического рисунка требуется меньше времени, так как его выполняют на бумаге в клетку мягкими карандашами.

Технический рисунок всегда выполняют по правилам аксонометрии.

В отличие от чертежа технический рисунок обводят линиями разной толщины.

Чем ближе к нам элемент детали, тем толще линия, чем дальше, тем тоньше контурная линия.

Для придания изображению большей наглядности используют оттенение.

Показать объем детали можно *штриховкой*, *точечным оттенением*, *шраффировкой* (*сетчатая штриховка линиями разной толщины*).

Например, на многогранниках штрихи наносят параллельно направлению аксонометрических осей, на цилиндрических поверхностях вращения – параллельно их образующим, на конических – пучком прямых, исходящих из вершин конуса (*рис.2*).

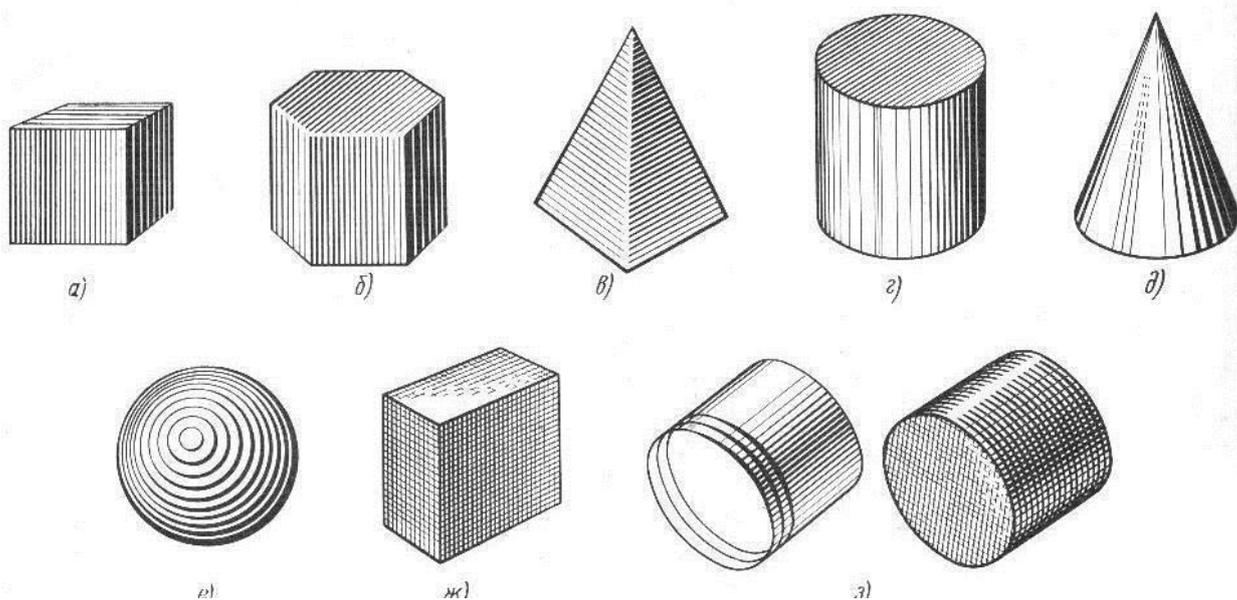


Рисунок 2. Способы придания объема с помощью различных методов штриховки

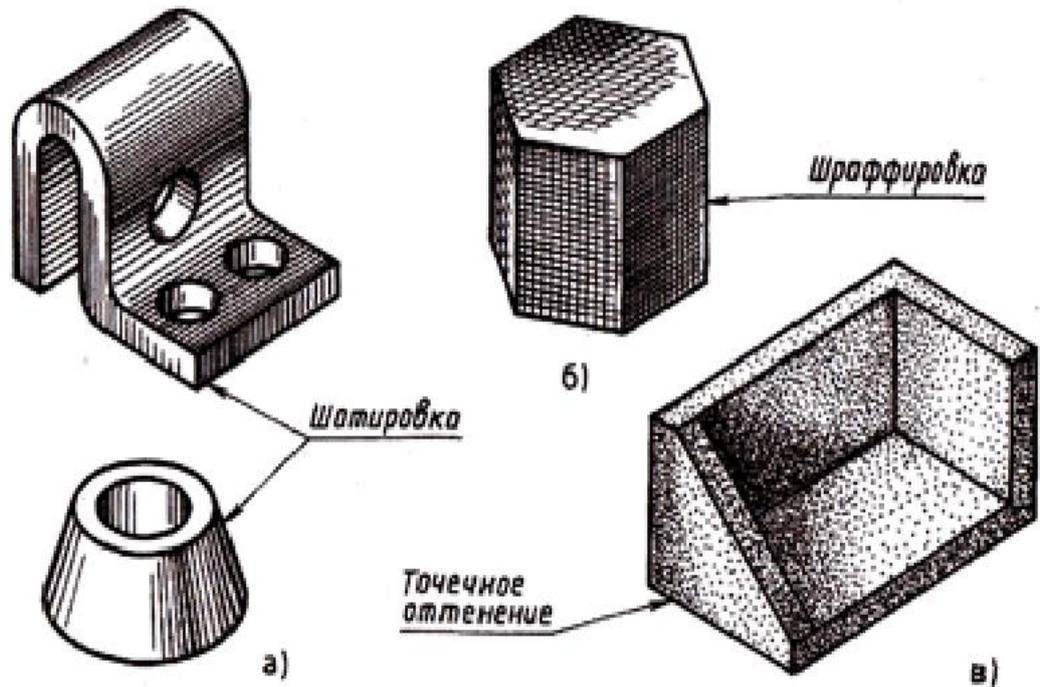


Рисунок 3. Примеры деталей

Выполнение технического рисунка ведется в следующей последовательности:

- анализ геометрической формы;
- определение положения детали, наиболее наглядно передающего его форму;
- выбор способа построения (изометрия или диметрия);
- построение осей;
- построение общей формы, уточнение формы ее элементов;
- выбор способа оттенения и его выполнение;
- обводка технического чертежа.

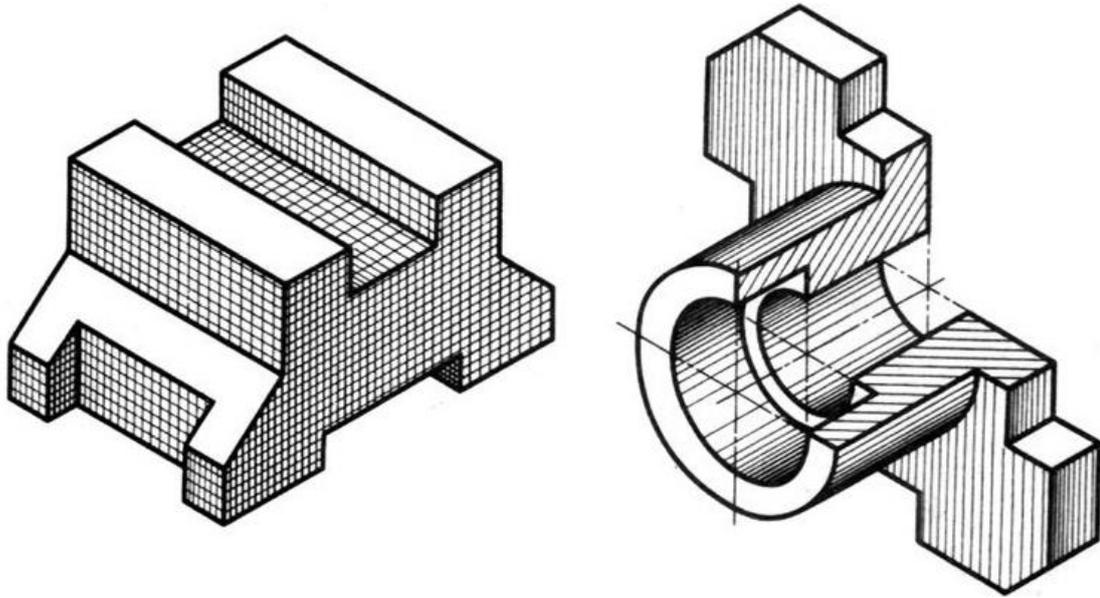


Рисунок 4. Применения шрафировки и штриховки

ТЕМА 21. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Сборочный чертёж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и данные, необходимые для её сборки и контроля.

Чертёж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и принцип работы изделия.
Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.

Деталь – изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Например: втулка, литой корпус, резиновая манжета (неармированная), отрезок кабеля или провода заданной длины.

К деталям относятся так же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки сшивки. К примеру: корпус, покрытый эмалью; стальной винт, подвергнутый хромированию; коробка, склеенная из одного листа картона, и т.п.
Сборочная единица – изделие, состоящее из двух и более составных частей, соединённых между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, пайкой, клёпкой, развальцовкой, склеиванием и т.д.).

Одним из основных требований, предъявляемых к сборочным чертежам, является то, что их должно быть минимум, однако в совокупности они должны обеспечивать весь процесс сборки и контроля качества готовой продукции. В тех случаях, когда это необходимо, на сборочных чертежах указываются данные о том, каким образом происходит взаимодействие различных частей конструкций и сборочных единиц.

Одним из главных предназначений сборочного чертежа является создание полного представления о том, какой состав имеет сборочная единица, а также каково ее функциональное назначение.

На основании сборочных чертежей можно составить готовые технические устройства, причем как самые простые узлы, так и очень сложные по конструкции механизмы.

Сборочные чертежи дают представление о том, каким образом располагаются друг относительно друга различные детали машин и механизмов, а также о том, как именно они взаимодействуют между собой.

Все изделия на сборочных чертежах изображаются только в собранном виде.

На сборочных чертежах изображаются различные сечения, разрезы и стандартные виды изделий. Благодаря которым появляется возможность выявить то, какое именно устройство имеют сборочные единицы, а также каким образом взаимосвязаны входящие в их состав детали.

Основным правилом выполнения штриховки на сечениях и разрезах сборочных чертежей является то, что производится она линиями определенной толщины, направленными в одну и ту же сторону. При этом расстоянии между ними должно быть одинаковое.

В тех случаях, когда на разрезах или сечениях сборочных чертежей требуется изобразить соприкасающиеся между собой детали, штриховка под углом 45° осуществляется линиями, расположенными друг по отношению к другу встречно. При этом допускается также менять расстояние между штриховыми линиями. Кроме того, можно выполнять штриховку без изменения направления линий, однако со сдвигом между ними или с изменением расстояний.

Обязательными атрибутами всех сборочных чертежей являются размеры, задаваемые для того, чтобы охарактеризовать как сам узел или устройство в целом, так и те параметры, которым следует соответствовать как при его сборке, так и при контроле отдельных параметров. Эти размеры подразделяются на габаритные, установочные, присоединительные, монтажные и справочные.

Помимо размеров, на сборочных чертежах могут быть указаны и такие показатели, как те размеры, которые определяют крайние положения отдельных движущихся частей конструкции, а также те, которые необходимы для проведения дополнительной обработки различных составных ее частей.

Изображениям деталей, которые имеются на сборочных чертежах, присваивают отдельные порядковые номера, называемые позициями.

С помощью позиций осуществляется связь между текстовой информацией, содержащейся в спецификации, и изображениями отдельных деталей. Позиции существенно облегчают поиск изображений необходимых деталей.

Номера позиций изображаются на сборочных чертежах шрифтами, имеющими размер на один-два номера больший, тем тот, который используется для отображения размерных чисел.

Для изображений линий-выносок на сборочных чертежах используют тонкие линии, причем существуют определенные правила их нанесения и группирования в колонки и строчки. Важным требованием, предъявляемым к ним, является то, что они между собой не должны пересекаться. Кроме того, очень желательно, чтобы они пересекали как можно меньше изображений, имеющих на чертежах.

Рекомендуемая последовательность чтения сборочных чертежей.

Ознакомление с изделием. По основной надписи выяснить наименование изделия, масштаб изображения и др.

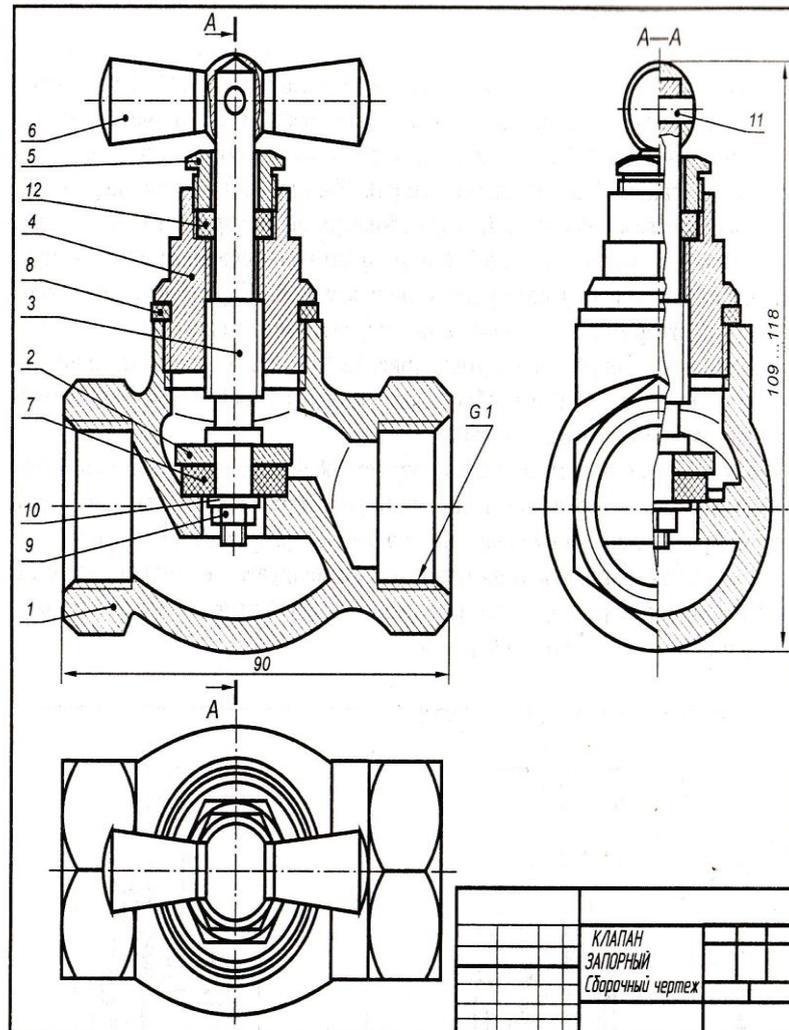
Чтение изображений. Определить, какие виды, разрезы, сечения даны на чертеже, и каково назначение каждого изображения. Выяснить положение секущих плоскостей, с помощью которых выполнены разрезы и сечения, а при наличии дополнительных и местных видов — направления их проецирования.

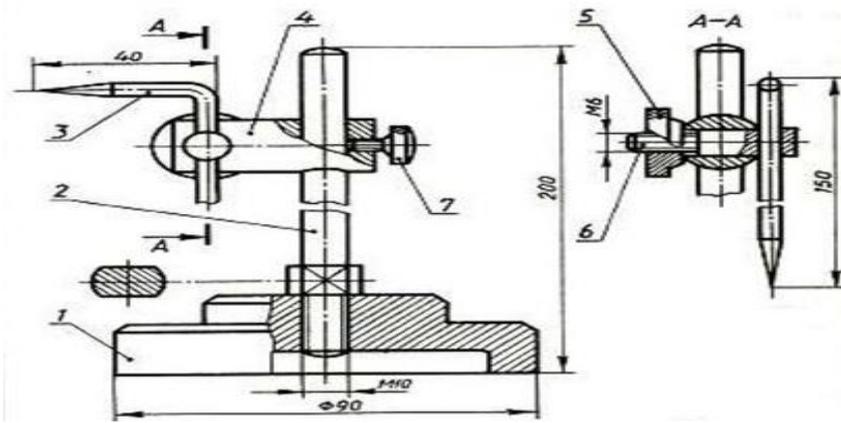
Изучение составных частей изделия. По спецификации выяснить их наименования, по чертежу — форму и взаимное положение. Изучить составные части изделия по порядку номеров позиций спецификации, причем изображения деталей сначала следует найти на том виде, на котором указан номер позиции, а затем — на остальных. Учсть, что при наличии разрезов выявлению формы детали способствуют одинаковые наклон и частота линий штриховки ее сечений.

Изучение конструкции изделия. Выяснить характер соединения отдельных деталей между собой. Для неразъемных соединений (сварных,

клепаных, паяных и т.п.) определить каждый элемент и места их соединения, а для разборных — выявить все крепежные детали.

Определение последовательности сборки и разборки изделия. Это завершающая стадия чтения чертежа.





Рейсмус

Позиция	Наименование	Количество	Материал	Примечание
1	Основание	1	сталь 30	
2	Стержень	1	сталь 45	
3	Чертилка	1	сталь 5	
4	Каретка	1	сталь 30	
5	Гайка	1	сталь 5	
6	Винт зажимной	1	сталь 5	
7	Винт M2,5x8	1	сталь 5	

1. Как называется изделие?
2. Каковы его габаритные размеры?
3. Перечислите детали, входящие в состав изделия? Определите их количество.
4. Какими изображениями задано изделие?
5. Проанализируйте геометрическую форму стержня и основания.
6. Какая резьба нарезана на зажимном винте?
7. Есть ли в данном изделии стандартные детали, каковы их размеры?
8. Какую роль в изделии играет винт (поз.7)
9. Перечислите способы соединения деталей в изделии?

ТЕМА 22. ДЕТАЛИРОВАНИЕ

Деталирование - это процесс выполнения рабочих чертежей деталей, входящих в изделие, по сборочному чертежу изделия. Порядок выполнения рабочего чертежа детали из сборочного чертежа аналогичен выполнению чертежа детали с натуры. При этом формы и размеры детали определяются при чтении сборочного чертежа. Главный вид детали выбирается исходя из общих правил, а не из расположения ее на сборочном чертеже. Например, детали, обрабатываемые на токарных станках (валы, оси, втулки), на чертеже изображаются в горизонтальном положении. Число и содержание изображений детали может не совпадать со сборочным чертежом. Если деталь простая, то достаточно меньшее число видов, и наоборот. На рабочем чертеже должны быть показаны и те элементы детали, которые на сборочном чертеже совсем не изображены или изображены условно или упрощенно. К ним относятся: литейные радиусы, уклоны, проточки, канавки, фаски на резьбах, гнезда под винты, шпильки, болты, гайки и т.д., размеры которых определяются из соответствующих стандартов. Общие размеры детали определяются путем замеров по сборочному чертежу исходя из масштаба изображения.

Деталирование выполняют в следующем порядке.

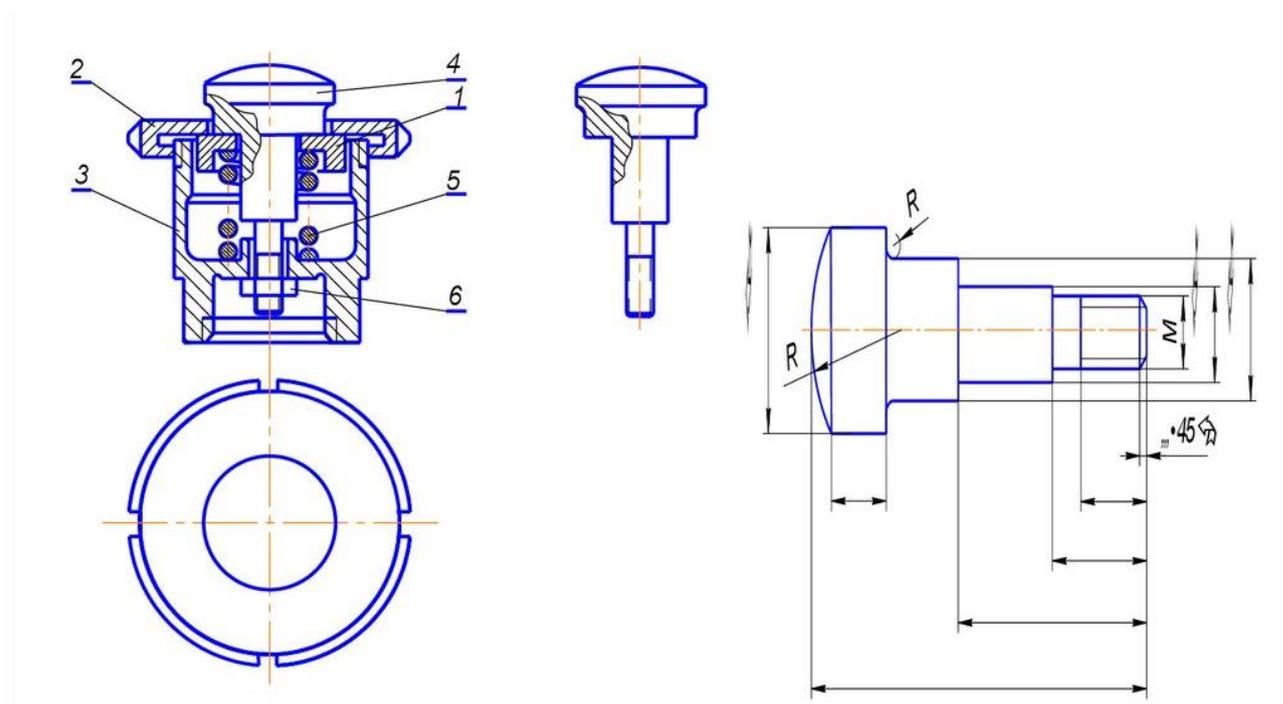
- Изучить сборочную единицу, прочитав ее чертеж в указанной ранее последовательности.
- Установить детали, чертежи которых необходимо выполнить. Процесс деталирования необходимо начинать с простых деталей.
- Найти и проанализировать имеющиеся на чертеже изображения намеченной детали, определить ее главное изображение, а также число и состав необходимых изображений. (Число и состав изображений детали на рабочем чертеже могут не соответствовать изображениям на чертеже сборочной единицы.)
- Выбрать масштаб изображений, причем нужно обязательно выдерживать один и тот же масштаб для всех деталей: мелкие детали, особенно сложной формы, следует изобразить более крупно,

- Выбрать необходимый формат листа для выполнения чертежа.
- Скомпоновать и последовательно выполнить изображения. На чертеже детали изображают и те ее элементы, которые на сборочном чертеже не показаны или показаны упрощенно, например: фаски и др. Размеры этих конструктивных элементов определяют не по сборочному чертежу, а по соответствующим стандартам.

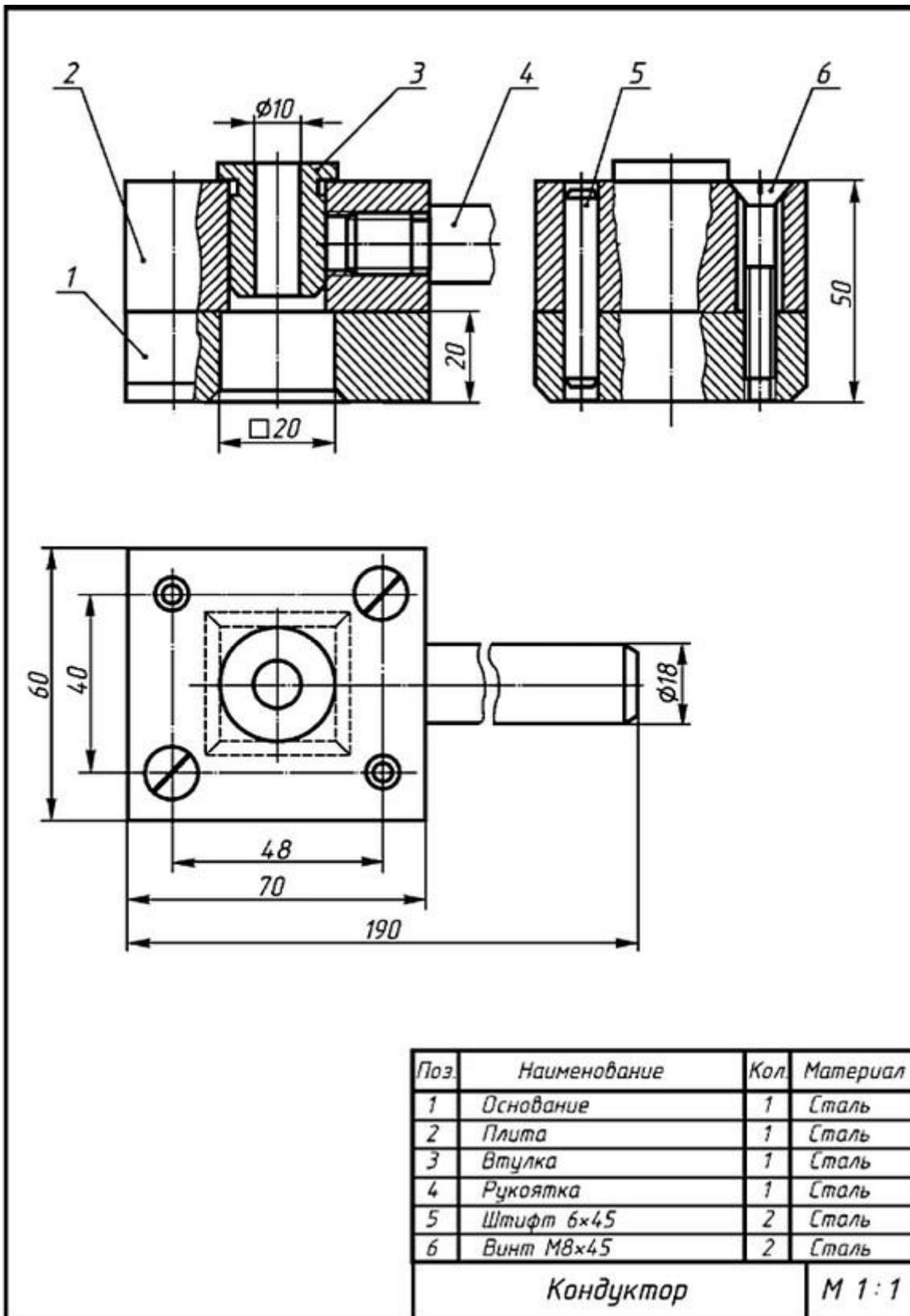
- Нанести на чертеже необходимые размеры, обозначения.
- Проверить чертеж и окончательно его оформить: заполнить основную надпись и указать при необходимости технические требования.

Пример чтения и детализации сборочной единицы (вычленение детали позиции 4 и ее детализация).

Позиция 4



Задание. Выполнить детализацию деталей 2,3 и 4.



СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбов С.К. Черчение. Учебник для машиностроительных специальностей сред. спец. учеб. заведений. – М.: Машиностроение, 2012. – 336 с., ил.
2. Соловьев С.А. Черчение и перспектива. _М.: Высшая школа, 2014.
- 3.Балягин С.Н. Черчение. Справочное пособие. Изд-во: АСТ, Астрель, 2019, 424с.
- 4.Беляева. И.А., Т.В. Кучуков, Н.Г. Преображенская. Черчение. Аксонометрические проекции, рабочая тетрадь №4, изд-во «Вентана-Граф», 2016., 48с.
5. Вышнепольский И.С. Черчение.: НИЦ ИНФРА-М, 2021,400с.
6. Учаев П.Н., Локтионов А.Г., Учаева К.П. Инженерная графика.:Инфра-Инженерия,-2021, 304с.
- 7.Преображенская Н.Г. Черчение. Прямоугольное проецирование и построение комплексного чертежа. Рабочая тетрадь №3, изд-е 2-е перераб., доп., 2015.
- 8.Твердохлебов В.А. Инженерная графика: Флинта, 2021, 99с.
- 9.Чекмарев А.А.Инженерная графика. Машиностроительное черчение.: НИЦ ИНФРА-М, 2022, 396с.
10. <http://shlicc.narod.ru/> – Оформление чертежей.
11. <http://cherch.ru/> - Всезнающий сайт про черчение.
12. <http://nacherchy.ru/> - Техническое черчение.