

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

С.Н.Михайлова, Р.Н.Хусаинов, Л.А.Смирнова

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Учебно-методические указания

Казань
Издательство КНИТУ
2021

УДК
ББК

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:
доцент кафедры «Машиноведения» Кондрашева С.Г.
доцент кафедры «Физики» Шарафутдинов Р.А.

Михайлова С.Н.

М Оформление чертежей: учебно-методические указания /
С.Н.Михайлова, Р.Н.Хусаинов, Л.А.Смирнова:- Минобрнауки России, Казан.
Нац. исслед. Технол. Ун-т, – Казань : Изд-во КНИТУ, 2021, – 29 с.

В учебно-методических указаниях изложены правила оформления чертежей в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), знание которых необходимо при выполнении графических заданий по дисциплинам: «Начертательная геометрия», «Инженерная и компьютерная графика».

Предназначены для студентов бакалавров, обучающихся по всем направлениям подготовки.

Подготовлены на кафедре «Инженерная компьютерная графика и автоматизированное проектирование».

Печатается по решению методической комиссии по циклу общеобразовательных дисциплин.

УДК
ББК М

© Михайлова С.Н.,
© Хусаинов Р. Н.;
© Смирнова Л.А. 2021
© Казанский национальный исследовательский
Технологический университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Конструкторские документы оформляют в соответствии с требованиями ЕСКД. В процессе учебы студенты должны научиться создавать конструкторскую документацию, используя существующие технологии ее создания.

В учебном процессе разрабатывают такие конструкторские документы, как чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, схемы, пояснительные записки и др. к курсовым и дипломным проектам. Навыки и умения являются необходимыми для профессиональной инженерной деятельности. Эти документы должны разрабатываться близкими по содержанию к производственным конструкторским документам. Подробное описание и правила выполнения каждого вида конструкторских документов регламентированы в соответствующих стандартах ЕСКД.

Составление технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД является одной из приоритетных задач дисциплин «Начертательная геометрия». «Инженерная и компьютерная графика».

Цель данных учебно-методических указаний - научить студента бакалавра выполнять чертежи, соблюдая правила и нормы, установленные ЕСКД.

В учебно-методических указаниях излагаются правила оформления чертежей согласно следующим стандартам: ГОСТ 2.301-68 Форматы, ГОСТ 2.302-68 Масштабы, ГОСТ 2.303-68 Линии, ГОСТ 2.304-81 Шрифт, ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров, ГОСТ 2.104-2006 Основная надпись, ГОСТ 2.306-68 графическое изображение материалов.

Знание современных требований и правил разработки и оформления конструкторской документации является необходимым условием при подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности.

СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

К стандартам оформления чертежей относят стандарты на форматы, масштабы, линии, шрифты, основную надпись, графические обозначения материалов, нанесение размеров.

Форматы чертежей

Форматом называется размер конструкторского документа. Стандарт ГОСТ 2.301-68 устанавливает форматы листов чертежей и других документов, выполненных в электронной и (или) бумажной форме, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки. Площадь формата А0 равна 1 м^2 . Каждый последующий меньший формат получается делением пополам предыдущего формата параллельно его меньшей стороне (табл. 1).

Таблица 1

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

При необходимости допускается применение формата А5 с размерами сторон 148x210.

Расположение форматов, внутренней рамки, расположение и размеры основной и дополнительной надписей приведены на рис. 1.

Формат А4 располагается только вертикально. Основная надпись на нем только вдоль короткой его стороны. Дополнительная надпись на формату А4 располагается в левом верхнем углу.

Формат А3 можно располагать горизонтально или вертикально. Основная надпись у формата А3 размещается в нижнем правом углу.

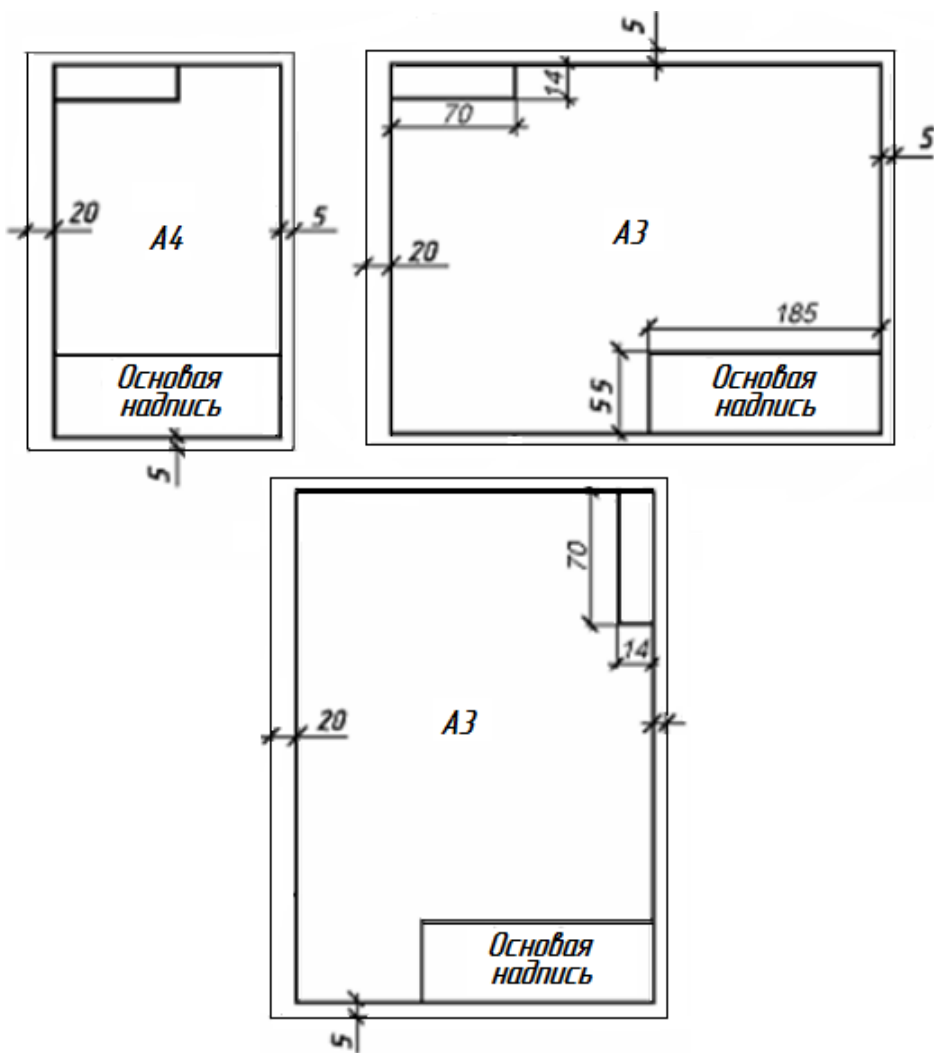


Рис. 1. Расположение форматов

Дополнительная надпись у форматов А3 – А0 при вертикальном положении располагается в верхнем правом углу, т.е. вдоль длинной стороны, а при горизонтальном положении в верхнем левом углу. Заполняется дополнительная надпись 7-ым прописным шрифтом на го-

ризонтальном формате «вверх ногами», на вертикальном формате – снизу-вверх.

Масштабы чертежей

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к его действительным размерам. Стандарт ГОСТ 2.302–68 устанавливает масштабы изображений и их обозначения на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину, так и с уменьшением или с увеличением. В зависимости от сложности и величины изображаемых изделий масштабы выбирают из следующего стандартного ряда (табл. 2):

Таблица 2

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
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

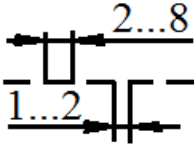
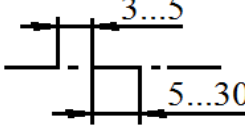
При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом. Масштаб указывают в графе основной надписи с заголовком «Масштаб». Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, проставляют в скобках рядом с обозначением изображения, например А (2:1).

Линии чертежа

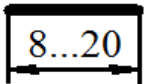
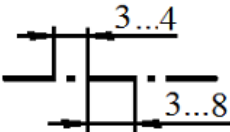
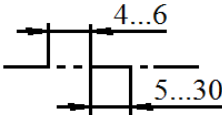
ГОСТ 2.303-68 устанавливает наименование, начертание, толщину и назначение линий, применяемых на чертежах. Толщина сплошной толстой основной линии s должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа (на учебных чертежах, выполняемых на формате

A3, рекомендуется принимать s от 0,8 до 1 мм). Наименование, начертание, основное назначение линий приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Толщина	Начертание	Основное назначение
Сплошная толстая основная линия	S (0,5 - 1,4) мм		Линии видимого контура, линии перехода видимого контура, линии контура сечения (вынесенного)
Сплошная тонкая линия	$S/3 \dots S/2$		Выносные линии, размерные линии, линии штриховки, линии контура наложенного сечения, линии-выноски, полки линии-выносок и т.д.
Штриховая линия	$S/3 \dots S/2$		Линии невидимого контура, линии перехода невидимые
Штрихпунктирная линия	$S/3 \dots S/2$		Осевые линии, центровые линии, линии сечения, являющиеся осями симметрии для наложенных и вынесенных сечений
Сплошная волнистая линия	$S/3 \dots S/2$		Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза

Окончание табл. 3

Разомкнутая линия	$S \dots 1,5 S$		Линии сечения
Штрихпунктирная утолщенная линия	$S/2 \dots 2/3 S$		Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию
Сплошная тонкая линия с изломами	$S/3 \dots S/2$		Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная линия с двумя точками тонкая	$S/3 \dots S/2$		Линии сгиба на развертках, линии для изображения части изделий в крайних или промежуточных изображениях и линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Толщина линии одного и того же типа должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже.

Для разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединять штрихпунктирной тонкой линией.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи и промежутки между штрихами в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны заканчиваться штрихами, а в центре окружности штрихи должны – пересекаться. Штрихпунктирные линии следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур менее 12 мм. На рис. (рис. 2) показаны примеры применения некоторых линий.

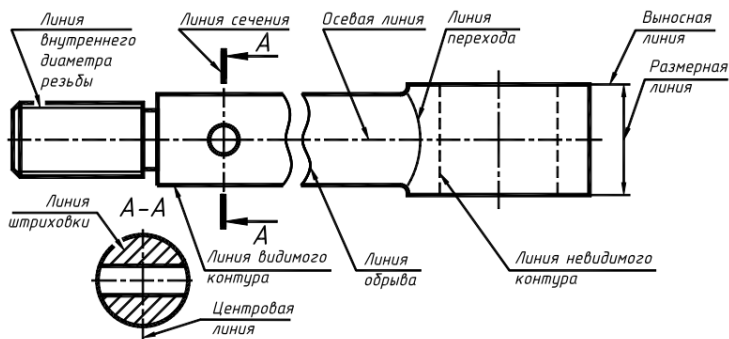


Рис. 2. Примеры применения некоторых линий

Шрифты чертежные

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые надписи: название изделий, размеры, данные о материале и другие. Чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности, устанавливает ГОСТ 2.304-81.

Этим стандартом устанавливаются следующие типы шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнять с наклоном или без наклона. Рекомендуется использовать шрифт тип Б с наклоном 75° к основанию строки.

Основным параметром шрифта является его размер h , который определяется высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв измеряется перпендикулярно к основанию строки.

Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта 1,8 допускается только для типа Б. Предельное отклонение шрифта букв и цифр $\pm 0,5$ мм.

Применение шрифта типа А с наклоном приведен на рис.3, а – без наклона, соответственно, на рис. 4.

Применение шрифта типа Б с наклоном приведен на рис. 5, а без наклона на рис. 6.

Размеры шрифтов А и Б приведены, в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Шрифт типа А

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм						
Размер шрифта: высота прописных букв; высота строчных букв	h	(14/14) h	14 d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
	c	(10/14) h	10 d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами Минимальное расстояние между словами	a	(2/14) h	2 d	0,35	0,05	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
	e	(6/14) h	6 d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	(1/14) h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

Таблица 4

Шрифт типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм						
Размер шрифта: высота прописных букв Высота строчных букв	h	(14/14) h	14 d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
	c	(10/14) h	10 d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0

Расстояние между буквами	a	$(2/14)h$	$2d$	$0,35$	$0,5$	$0,7$	$1,0$	$1,4$	$2,0$	$2,8$	$4,0$
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/14)h$	$6d$	$1,1$	$1,5$	$2,1$	$3,0$	$4,2$	$6,0$	$8,4$	$12,0$
Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$	d	$0,18$	$0,25$	$0,35$	$0,5$	$0,7$	$1,0$	$1,4$	$2,0$



Рис. 3. Шрифт типа А с наклоном

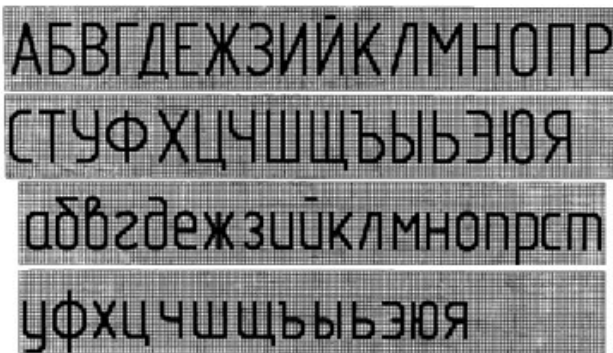


Рис. 4. Шрифт типа А без наклона



Рис. 5. Шрифт тип Б с наклоном

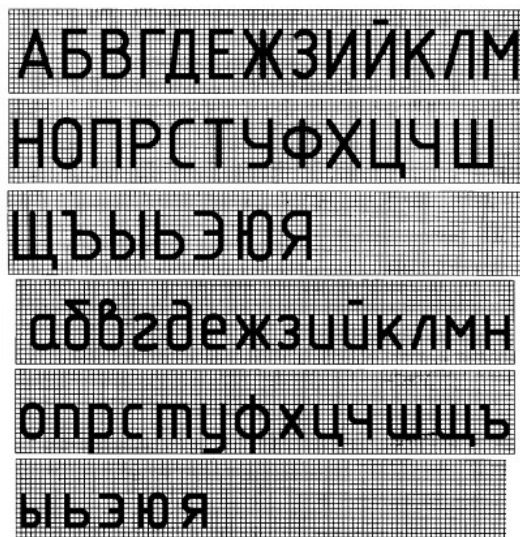


Рис. 6. Шрифт типа Б без наклона

Основные надписи

Стандарт ГОСТ 2.104–2006 устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, дополнительных граф к ней, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (рис. 7), а в текстовых документах – формам 2а и 2б (рис. 8, 9).

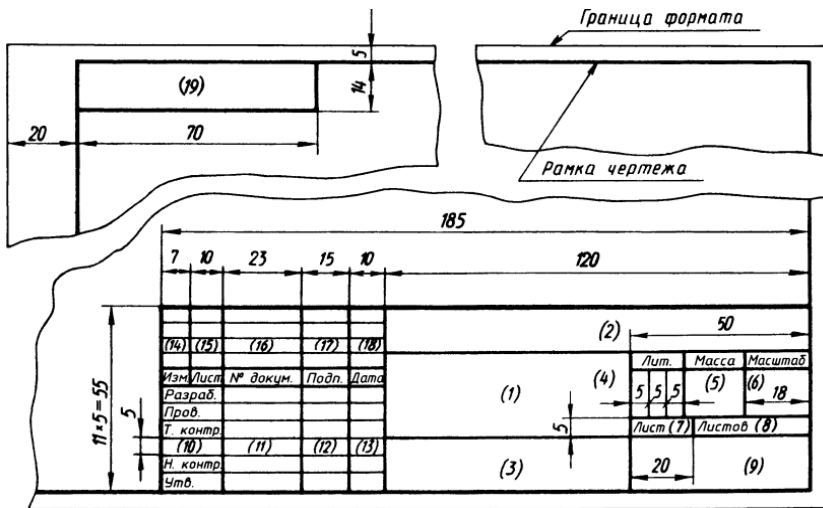


Рис. 7. Основная надпись по форме 1

На учебных чертежах обычно заполняют не все графы основной надписи (номера граф указаны в скобках), а только некоторые из них, например:

1. Наименование изделия.
2. Обозначение документа по ГОСТ 2.201–80 (для учебных чертежей обозначение устанавливает соответствующая кафедра).
3. Обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей).
4. Литера чертежа (для учебных чертежей буква У).
5. Масса изделия.

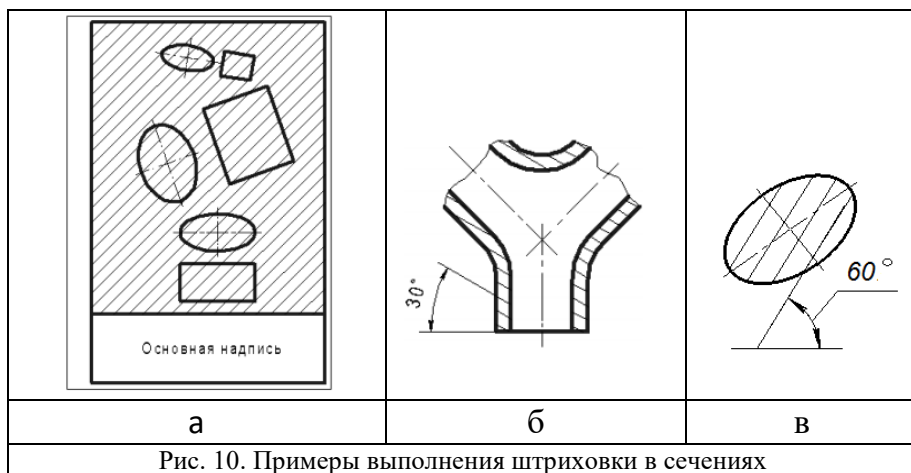
6. Масштаб изображения (в соответствии с ГОСТ 2.302–68).
 7. Порядковый номер листа (заполняется, если документ выполнен на двух и более листах).
 8. Общее число листов документа (заполняется только на первом листе).
 9. Название учебного заведения и номер учебной группы.
 10. Характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ.
 11. Фамилии лиц, подписавших документ.
 12. Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.
 13. Дата подписания документа.
- Содержание соответствующих граф форм 2а и 2б то же, что и для формы 1 основной надписи.

Рис. 8. Основная надпись по форме 2а

Рис. 9. Основная надпись по форме 2б

Обозначения графических материалов в разрезах и сечениях

Правила нанесения материалов в разрезах и сечениях и их графическое изображение устанавливает ГОСТ 2.306–68. Согласно требованиям этого стандарта графическое обозначение металлов выполняется сплошными тонкими линиями. Штриховку в сечениях черных, цветных металлов и их сплавов выполняют сплошными тонкими параллельными линиями под углом 45° к горизонтальным линиям рамки чертежа (рис. 10 а). В случае, когда направление штриховки совпадает с направлением линий контура, разрешается выполнять ее под углом 30° (рис. 10 б) или 60° (рис. 10 в). Нанесение линий штриховки должно производиться с наклоном вправо или влево таким образом, чтобы его направление на всех сечениях детали было одинаковым независимо от количества этих сечений и количества чертежей. Согласно стандарту, расстояние между штриховыми линиями от 1 до 10 мм в зависимости от размеров изображений.



Нанесение размеров

Основанием для определения величины изображенного на чертеже изделия служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размер на чертеже – число, показывающее истинную величину изделия или его элементов независимо от масштаба и точности.

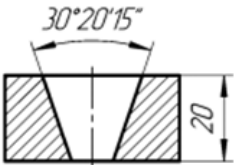
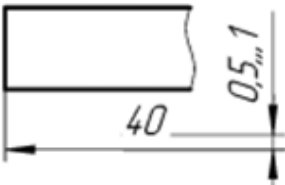
Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307–2011. Нанести размеры на чертеже – значит расположить выносные и размерные линии, размерные числа так, чтобы исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа. Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия

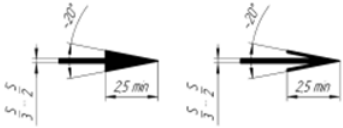
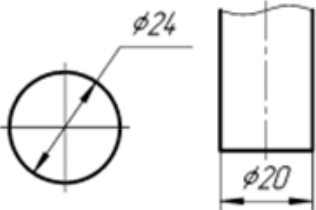
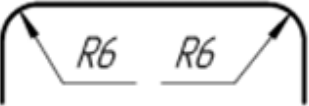
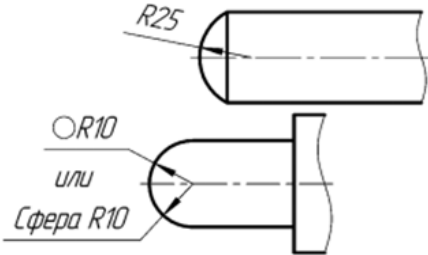
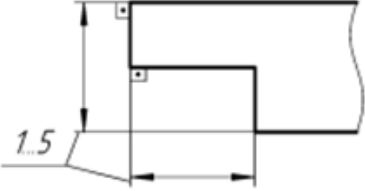
Согласно ГОСТ 2.307–2011 линейные размеры на чертеже приводят в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах, секундах с обозначением единицы измерения. Каждый размер наносят на чертеже только один раз, повторять его недопустимо. При указании размеров прямолинейных отрезков размерные линии проводят параллельно этим отрезкам на расстоянии не менее 10 мм от линии контура и 7 мм друг от друга, а выносные линии проводят перпендикулярно размерным. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Стрелка размерной линии должна иметь длину не менее 2,5 мм и угол при вершине около 20°. Размеры и форма стрелок должны быть одинаковыми на всем чертеже.

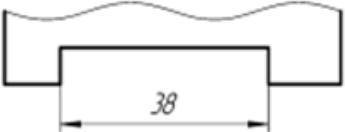
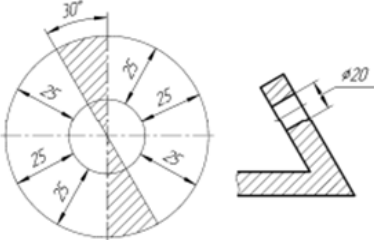
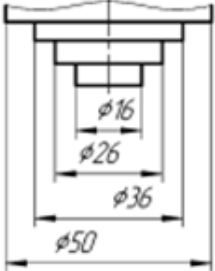
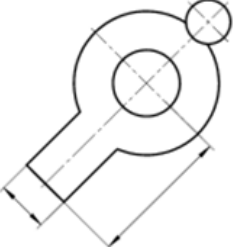
Основные правила, регламентирующие технику нанесения размеров на чертежах деталей, приводятся в табл. 5.

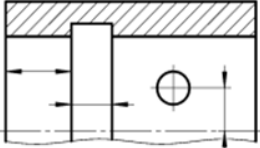
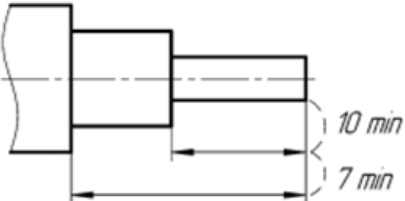
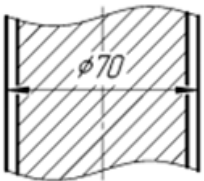
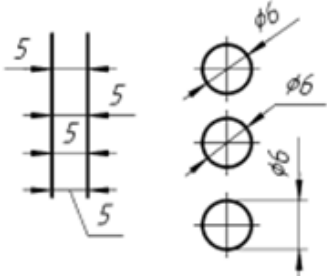
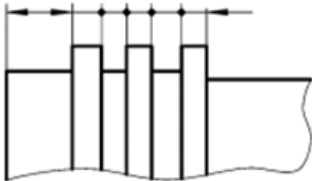
Таблица 5

Краткие сведения из ГОСТ 2.307 – 2011

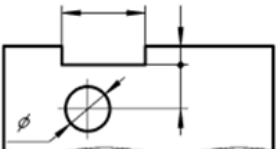
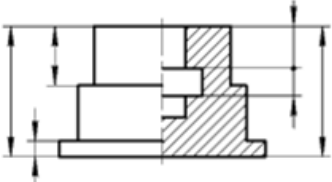
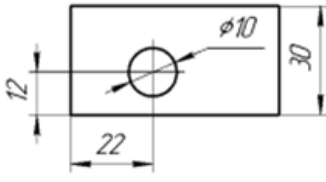
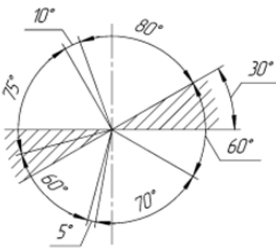
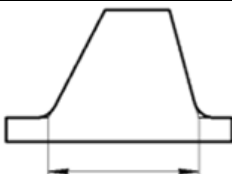
Графические примеры	Содержание правила
	Размеры указывают размерными числами и размерными линиями. Линейные размеры проставляют в миллиметрах без указания размерности. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах
	Размерные числа в пределах чертежа пишут шрифтом одного размера (рекомендуется 5 мм). Между шрифтами и размерной линией должен быть промежуток 0,5...1 мм

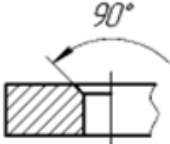
	Размерные линии (прямые или дуги окружностей) ограничивают узкими стрелками, форма и размеры которых должны быть приблизительно одинаковыми на всем чертёже (при $s=0.8 \dots 1$ мм длина стрелок 4...5 мм)
	При указании размера диаметра перед размерным числом ставят знак Ø. Его высота равна высоте размерного числа
	Перед размерным числом, определяющим величину радиуса, ставят прописную букву R. Ее высота равна высоте размерного числа
	Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак Ø или R. Если сферу трудно отличить от других поверхностей, то выполняют надпись «Сфера R25» или «OR25». Диаметр знака сфера равен высоте размерных чисел
	Выносные линии, относящиеся к вспомогательным, проводят, как правило, перпендикулярно прямолинейным отрезкам, размеры которых указывают на чертеже. Концы выносных линий, выходящие за стрелки размерных линий, принимают равными 1...5 мм

	Размерные числа наносят, как правило, над размерной линией возможно ближе к середине
	В зоне угла 30° размерное число наносят на полке линии-выноски
	При указании диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерной линии
	Над параллельными или концентрическими размерными линиями размерные числа располагают в шахматном порядке; меньшие размеры располагают ближе к контуру изображения
	Размерные линии наносят предпочтительно вне контура изображения и параллельно тем отрезкам, длину которых они указывают

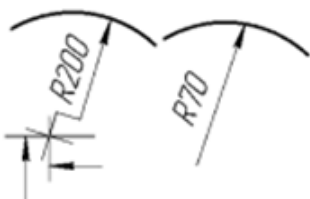
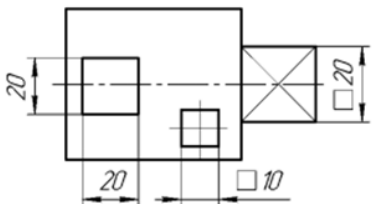
	Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым
	Расстояние между размерной линией и параллельной ей линии контура должно быть не менее 10 мм, расстояние между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм
	В месте нанесения размерного числа осевые и центровые линии, а также линии штриховки прерываются. Если места для стрелки недостаточно из-за близко расположенных линий видимого контура, то эти линии прерывают
	При недостаточной длине размерной линии размерные числа допускается выносить, как показано на примере
	При недостатке места для вычерчивания стрелок их наносят, как показано на примерах; точки могут быть заменены засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям

Продолжение табл. 5

	Следует избегать пересечения размерных линий, а также пересечения размерных и выносных линий
	Размерные линии для наружных и внутренних размеров рекомендуется располагать по разным сторонам изображения
	Размерные числа, относящиеся к одному и тому же элементу, необходимо группировать в том месте, где геометрическая форма этого элемента показана более полно
	Угловые размеры наносят, как показано на примере. В зоне выше горизонтальной осевой линии размерные числа наносят над размерной линией; в зоне ниже горизонтальной осевой линии – над размерной линией со стороны вогнутости; в заштрихованной зоне – на полке линии-выноски
	При показе вершин округленных углов выносные линии проводят от точки пересечения сторон округленных углов

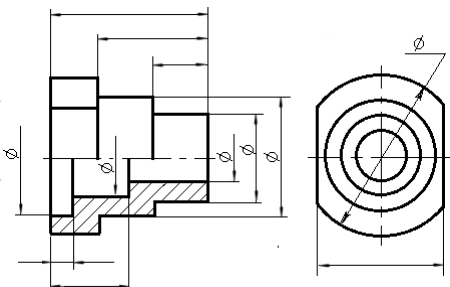
	Допускается проводить размерную линию с обрывом
---	--

Окончание табл. 5

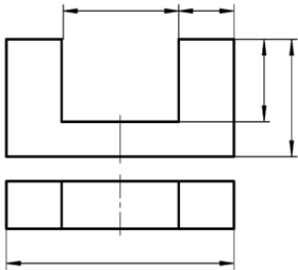
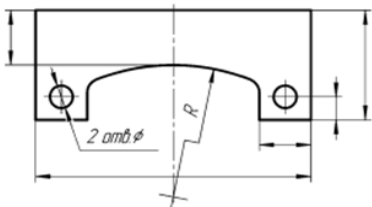
	При большом радиусе дуги, когда необходимо показать координаты центра, размерную линию выполняют с изломом под углом 90°. Если центр дуги не закоординирован, то его не указывают
	Размеры элементов квадратной формы наносят в соответствии с вариантами, изображенными на примерах, высота знака  равна высоте размерных чисел. Толщина диагональных линий $s/3 \dots s/2$

Примеры нанесения размеров на изображения изделий и их элементах даны в табл. 6.

Таблица 6

Графические примеры	Содержание правила
	На изображении, представляющем соединении вида и разреза, размеры внешних элементов детали наносят со стороны вида, а размеры внутренних элементов – со стороны разреза

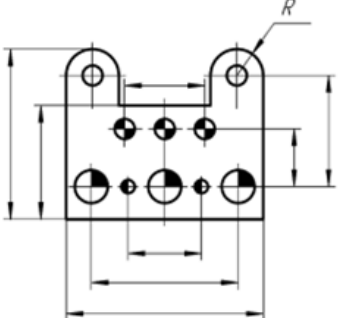
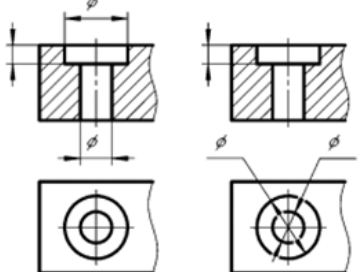
Продолжение табл. 6

	Наибольшее число размеров должно быть сгруппировано на главном виде, отображающем наиболее полную форму детали
	Размеры двух симметрично расположенных элементов (кроме отверстия) наносят один раз без указания их количества, группируя размеры в одном месте
	Когда деталь имеет несколько одинаковых по форме и размерам элементов, то в неясных случаях, например, при отсутствии симметрии, размеры этих элементов повторяют

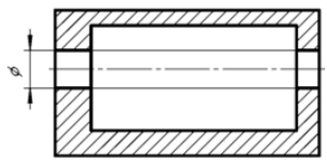
	При расположении несколько элементов детали (отверстий, зубьев, пазов и т.п.) на одной оси или окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят: - от одной общей базы; - от нескольких общих баз; - цепочкой
--	--

Продолжение табл. 6

	Положение центров отверстий или других одинаковых элементов, неравномерно расположенных по окружности, задают угловыми размерами. При равномерном расположении одинаковых элементов ограничиваются указанием их количества
	Если в детали имеются одинаковые равномерно расположенные элементы (отверстия, пазы и т.п.), то вместо размерной цепи повторяющихся размеров наносят размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка

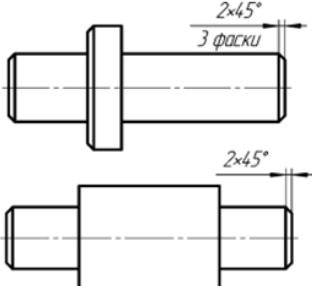
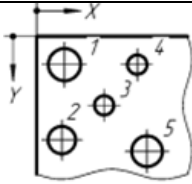
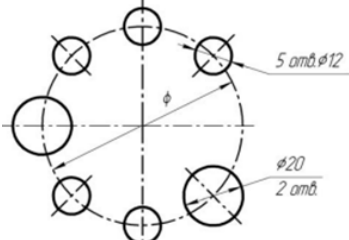
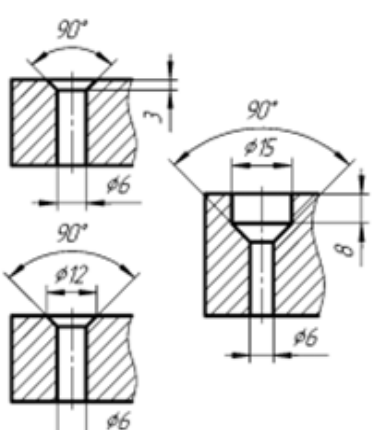
	Если деталь имеет несколько групп близких по размерам отверстий, то изображения каждой группы помечают условным знаком
	Размеры, относящиеся к одному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), группируют на том изображении, на котором геометрическая форма элемента показана наиболее полно

Продолжение табл. 6

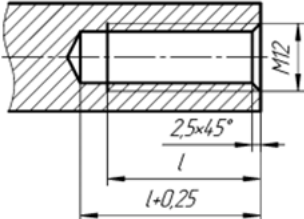
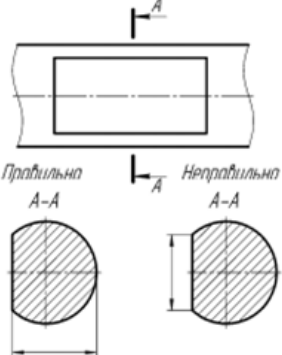
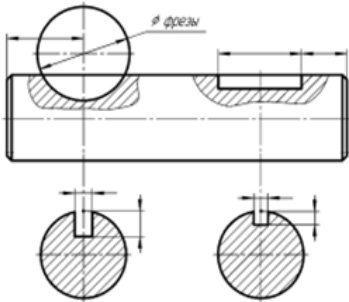
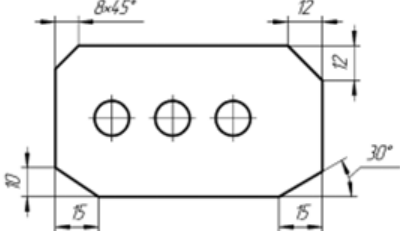
	Одинаковые элементы, расположенные в равных частях детали, рассматриваются как один элемент, если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями. В противном случае указывают полное количество элементов
---	---

	Размеры отверстий различных форм на видах (при отсутствии размеров или сечений) рекомендуется проставлять так, как показано на рисунках
--	--

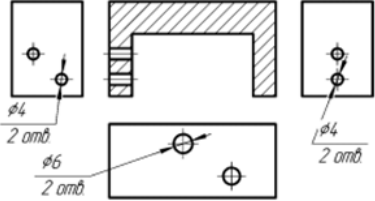
Продолжение табл. 6

	Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на цилиндрических или конических поверхностях разного диаметра, то наносят размер фаски только один раз с указанием их количества																								
 <table data-bbox="362 421 553 612"><tr><th>№ отв</th><th>φ</th><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td>10</td><td>25</td></tr><tr><td>3</td><td>5</td><td>15</td><td>18</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td>22</td><td>8</td></tr><tr><td>5</td><td>8</td><td>23</td><td>32</td></tr></table>	№ отв	φ	X	Y	1	8	10	9	2	7	10	25	3	5	15	18	4	5	22	8	5	8	23	32	Допускается координатный способ нанесения размеров с указанием размерных чисел в сводной таблице
№ отв	φ	X	Y																						
1	8	10	9																						
2	7	10	25																						
3	5	15	18																						
4	5	22	8																						
5	8	23	32																						
	Количество одинаковых отверстий всегда показывают полностью, а их размеры – один раз																								
	Способы нанесения размеров раззенкованных отверстий показаны на рисунках																								

Продолжение табл. 6

	Глубину глухого цилиндрического отверстия показывают без учета конического дна
	Размеры на чертеже проставляют такие, чтобы при изготовлении детали не производить подсчетов
	Размеры, определяющие положение шпоночных пазов, проставляют с учетом технологического процесса их получения
	Размеры плоских фасок (скосов) наносят так, как показано на рисунке

Окончание табл. 6

	Если одинаковые элементы детали расположены на разных поверхностях, то их количество записывают отдельно для каждой поверхности
---	--

Для выполнения чертежей деталей при обучении на кафедре «ИКТ и АП» достаточно ограничиться двумя вопросами: выявлением всех форм и грамотной простановкой размеров. Причем эти два вопроса взаимосвязаны.

Поэтому, прежде чем приступить к графическому выполнению чертежа, следует установить количество изображений детали, необходимое для выявления формы, и выбрать формат, в котором нужно выполнить изображение детали. При выборе формата необходимо учитывать место для нанесения размеров.

В этой связи рассмотрим некоторые положения по нанесению размеров:

1. Размерные линии с размерами наносят, как правило, вне контура изображения. Это облегчает чтение чертежа и обеспечивает достаточно места для нанесения условных знаков и обозначений.

2. При нанесении нескольких параллельных размерных линий следует избегать взаимного пересечения выносных и размерных линий (пересечение выносных линий допускается). Расстояние между размерными линиями и параллельной им линией контура должно быть не менее 7; 10 мм, соответственно.

3. Перед размерным числом диаметра во всех случаях следует наносить знак диаметра $\varnothing$, а перед размерным числом радиуса – букву R. Размер радиуса или диаметра сферической поверхности может сопровождаться словом “сфера” в случае, когда это неясно из чертежа. В результате таких обозначений упрощается чтение чертежа и иногда появляется возможность уменьшить число изображений.

4. Не рекомендуется проставлять размеры внутреннего контура детали, изображенного на чертеже штриховыми линиями.

5. При нескольких изображениях размеры, определяющие какой-либо элемент, следует давать только один раз и проставлять их на

том изображении, на котором данный элемент детали дается наиболее полно.

6. По возможности, размеры, относящиеся к внутренним очертаниям, проставляют отдельно от размеров, характеризующих наружные очертания.

7. Для деталей тел вращения или сочетания различных тел вращения размеры диаметров следует проставлять на изображении, полученном проецированием детали на плоскость, параллельную оси тела. При таком нанесении размеров можно легко прочесть форму детали.

8. Угловые размеры осей отверстий $\varnothing 10$ (рис.4), равномерно расположенных по окружности, обычно не проставляют, а указывают только их количество.

9. При нанесении размеров на детали сложной конфигурации с плавными переходами фиксируют основной контур, составленный из прямолинейных участков.

10. При отсутствии на чертеже места для нанесения размерных чисел на изображении мелких элементов последние следует выносить на свободное поле чертежа в увеличенном масштабе.

11. Прежде чем приступить к простановке размеров, на детали выбирают поверхности, от которых проставляют размеры, т.е. выбирают базу.

12. Правильный выбор базы – необходимое условие создания работоспособного изделия. Базы подразделяют на конструкторские, технологические и измерительные.

13. Конструкторская база определяет положение детали в собранном механизме. Технологическая база характеризует положение детали при изготовлении. Измерительная база определяет относительное положение изделия и средств измерения.

Библиографический список

1. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для бакалавров / В.С. Левицкий. 8-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт. 2011. –435 с. – Серия : Бакалавр
2. Чекмарев А.А. Инженерная графика: : учебник для прикладного бакалавриата /А.А. Чекмарев. – 13-е изд. испр. и доп.– Москва: Издательство Юрайт, 2018. – 389 с.