

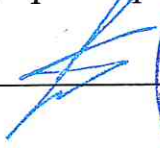
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра архитектуры, градостроительства и графики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


О.Т. Пуктиконова
« 24 » 04 2026 г.



**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ
И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Методические указания по выполнению самостоятельной работы
для студентов, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия.
Инженерная и компьютерная графика» всех форм обучения

Курск 2026

УДК 621.

Составители: Ю.В. Скрипкина, Е.В. Мельник

Рецензент

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Архитектуры, градостроительства и графики» *О.В. Будникова*

Начертательная геометрия: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» всех форм обучения / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Ю.В. Скрипкина, Е.В. Мельник. – Курск, 2026. – 19 с.: ил. 8, табл.4. – Библиогр.: с. 19.

Настоящие методические указания написаны с целью оказать помощь студентам в организации самостоятельной работы при выполнении графических работ.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать *24.09*. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 1,1. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно. *424*

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	4
<u>ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ</u>	5
<u>1.1. Форматы</u>	5
<u>1.2. Масштабы</u>	9
<u>1.3. Линии</u>	9
<u>1.4. Шрифты</u>	10
<u>2. Общие сведения. Изделие и чертеж</u>	13
<u>3. Виды конструкторских документов</u>	14
<u>4. Сборочные чертежи. Общие сведения</u>	15
<u>5. Детализование</u>	16
<u>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</u>	19

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой по курсам «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика является теоретической основой построения чертежей. Основная задача сводится к развитию пространственного представления и воображения, к изучению способов конструирования различных пространственных объектов и способов выполнения их чертежей.

Чертежом называют изображение предмета на плоскости. По чертежу можно определить форму, устройство, размеры изображенного предмета и материал, из которого он сделан. Чертеж может содержать также сведения о способах изготовления предмета.

Изображать окружающие предметы люди научились очень давно, раньше, чем научились писать. Сохранились рисунки на скалах, стенах пещер, существование которых исчисляется тысячелетиями. Однако чертежи как своеобразное средство выражения технической мысли появились значительно позднее. Они возникли тогда, когда людям потребовалось передавать друг другу замыслы, т. е. когда возникло разделение труда

По мере изучения курса студенты выполняют домашние задания по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике (эпюры, чертежи).

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Характерным для этой системы является то, что она охватывает не только графическую часть, но включает и все элементы, связанные с использованием технической документации.

Основное назначение стандартов ЕСКД заключается в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, возможность взаимообмена конструкторской документации без её переоформления при параллельном проектировании, оптимальную комплектность конструкторской документации, механизацию и автоматизацию обработки конструкторской документации, высокое качество изделий, возможность создания единой информационной базы автоматизированных систем (САПР, АСУП и др.).

Стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп (табл.

15.1). В каждой классификационной группе насчитывается 99 стандартов. Поэтому группы стандартов ЕСКД могут пополняться без нарушения их нумерации. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Шрифты чертёжные» – ГОСТ 2.304-81. Цифра 2 обозначает класс, присвоенный комплексу стандартов в ЕСКД, 3 – классификационная группа стандартов, 4 – порядковый номер стандарта в группе, 81 – год утверждения стандарта.

1.1. Форматы

Чертежи выполняют на чертежной бумаге с размерами, установленными ГОСТ 2.301-68. В таблице 1.1 приведены основные форматы.

Таблица 1

Основные форматы чертежей

Обозначение формата	Размеры, мм	Рекомендуемая область применения
A0	841x1189	Чертежи общих видов, сборочные

		чертежи
--	--	---------

Окончание табл. 1

Обозначение формата	Размеры, мм	Рекомендуемая область применения
A1	549x841	Чертежи общих видов, сборочные чертежи, рабочие чертежи рам, корпусных деталей и т.п.
A2	420x594	Рабочие чертежи корпусных деталей, червячных колес и т.п.
A3	297x420	Рабочие чертежи зубчатых и червячных колес, червяков, валов и т.п.
A4	210x297	Рабочие чертежи втулок, колец, крышек и т.п.
A5*	148x210	Рабочие чертежи втулок, колец, крышек и т.п.

* Допускается применение при необходимости.

Допускается применение дополнительных форматов, которые образуются увеличением коротких сторон основных форматов в целое число раз. В обозначение производного формата входит кратность основному формату: например, A0x2, A1x4, A3x7, A4x3.

Эпюры выполняются на листах чертежной бумаги формата A3 (297x420 мм) в соответствии с требованиями **ГОСТ ЕСКД** и должны отличаться выразительностью и опрятностью графического решения поставленных задач.

Внутри каждого формата вычерчивается рамка, расстояние от которой до границ формата (внешней рамки) сверху, справа и снизу должно быть равно 5 мм, а слева 20 мм (ГОСТ 2.301-68 «Форматы»).

Основную надпись всегда помещают в правом нижнем углу формата, вплотную к рамке (на формате A4 только вдоль его короткой стороны) размером 15x185мм (рис.1, 2) или 55x185мм (рис. 3, 4), очертив его прямыми линиями (рис. 3).

Размеры и расположение граф *основной надписи* по форме 1, установленной ГОСТ 2.104, представлены на рисунке 4.

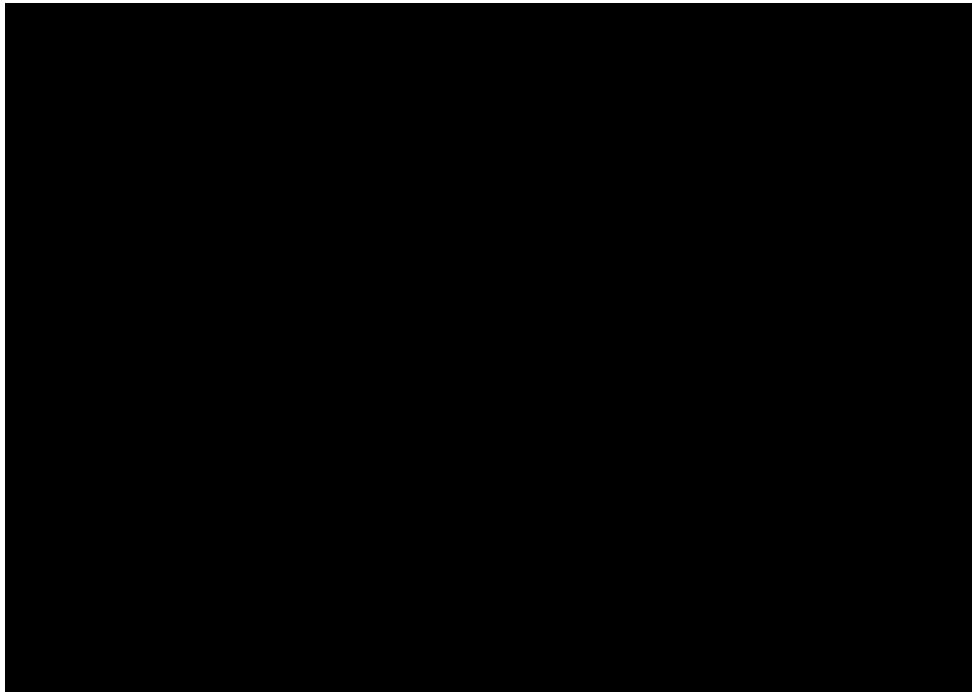


Рис. 1

В этом месте на эюре помещается основная надпись (рис. 2).

	17	23	15	10		50
15		Фамилия	Подп.	Дата	Точка. Прямая.	ЭП.01.13 (лист 1)
	Разраб.	Лыткин			Плоскость	ЮЗГУ АР41
	Пров.	Калинина				
	185					

ЭП.01.13 - 01 – номер эюра

13 – вариант студента

Рис. 2

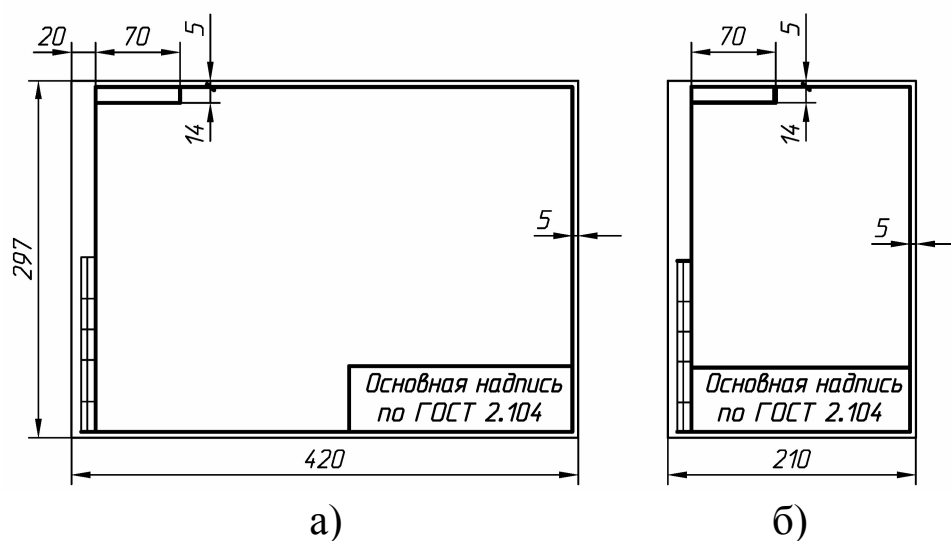


Рис. 3. Оформление форматов чертежных листов: а, б варианты

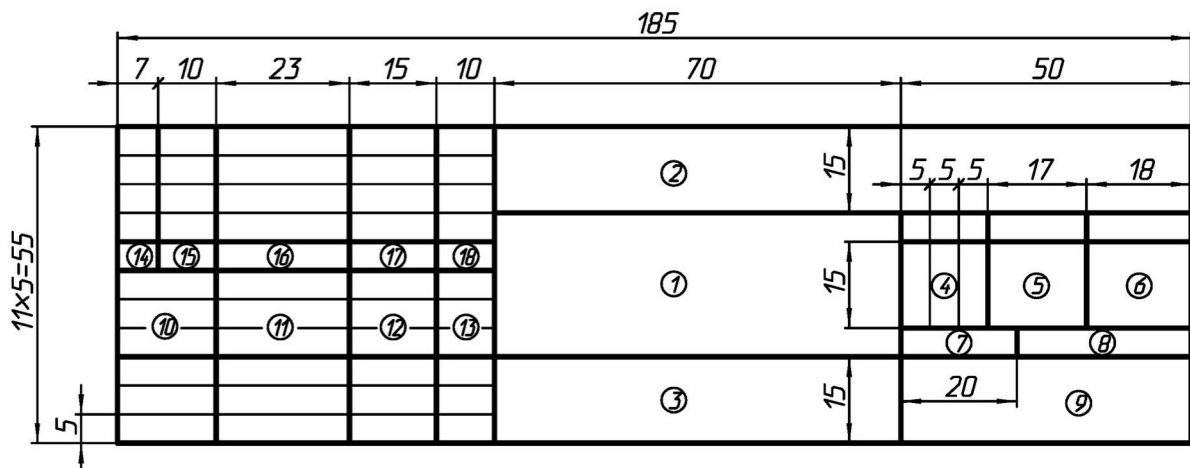


Рис. 4. Основная надпись

Основная надпись содержит следующие графы (см. рис. 4):

- 1) наименование изделия, изображенного на чертеже. Наименование записывают в именительном падеже единственного числа. Если оно состоит из нескольких слов, то сначала записывают существительное, например: «Колесо зубчатое», «Пружина винтовая растяжения»;
- 2) обозначение документа по ГОСТ 2.201;
- 3) обозначение материала детали;
- 4) литера документа (учебным документам присваиваем букву «у»);
- 5) масса изделия по ГОСТ 2.109;
- 6) масштаб изображения по ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109;
- 7) порядковый номер листа чертежа, если он выполнен на нескольких листах;
- 8) общее число листов документа (записывают только на первом листе);
- 9) наименование, различительный индекс или шифр предприятия, выпустившего данный документ;
- 10) характер работы, выполненной лицом, подписавшим документ;
- 11) фамилии лиц, подписавших документ;
- 12) подписи лиц, указанных в графе 11;
- 13) дата подписания документа;
- 14–18) на учебных чертежах обычно не заполняются.

1.2. Масштабы

При выполнении заданий по начертательной геометрии, геометрическому и проекционному черчению на чертежах предметы изображают в определенном *масштабе*, как правило, в натуральную величину (1:1), и в соответствии с ГОСТ 2.302 записывают его в графу 6 основной надписи. В таблице 1.2 представлены масштабы, применяемые по стандарту. Указаны возможные масштабы увеличения и уменьшения.

Таблица 2

Масштабы изображений

Натуральная величина	Масштабы увеличения	Масштабы уменьшения
1:1	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:120:1; 50:1; 100:1	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:50; 1:100 и т.д.

Примечания: 1. В графе основной надписи указывают масштаб основных изображений в следующем виде: 1:1; 1:2; 2:1 и т. п.

2. Масштабы изображений, отличающиеся от масштаба основного изображения, указывают над этим изображением в скобках: (5:1); (4:1); (2,5:1); (2:1); (1:2) и т. п.

1.3. Линии

Изображения на чертежах выполняют *линиями*, установленными ГОСТ 2.303. Для вычерчивания сплошной основной толстой линии используют карандаши НВ, М, ТМ. Для тонких линий карандаши выбирают более твердые F, ТМ.

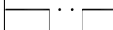
В таблице 1.3. представлены все типы линий с указанием толщины, начертания и основного назначения.

Таблица 3

Линии

Наименование	Начертание	Основное назначение	Толщина
Сплошная основная толстая		Линии видимого контура. Линии видимых пересечений и переходов. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)	$S=0,5 \dots 1,4$
Сплошная волнистая		Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$

Окончание табл. 3

Наименование	Начертание	Основное назначение	Толщина
Сплошная тонкая		Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски, полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии для выделения на чертеже плоских поверхностей. Линии контура наложенного сечения. Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах, и сечениях. Линии для изображения пограничных деталей («обстановки»)	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Сплошная тонкая с изломом		Длинные линии обрыва	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штриховая		Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрих-пунктирная тонкая		Линии осевые, центровые. Линии разграничения вида и разреза симметричных предметов	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрих-пунктирная утолщенная		Линии для обозначения поверхностей, подлежащих термообработке или покрытию	От $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$
Штрих-пунктирная с двумя точками		Линии сгиба на развертках. Линии для изображения крайних и промежуточных положений подвижных частей изделий. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Разомкнутая		Линии сечений (для обозначения мнимых секущих плоскостей при изображении разрезов и сечений)	От $\frac{1}{2}S$ до S

1.4. Шрифты

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые *надписи*: название предмета, размеры, данные о материале и т.д.

Все надписи выполняют *чертежным шрифтом* по ГОСТ 2.304. Стандарт устанавливает следующие типы шрифтов: А и Б с наклоном 75° ; А и Б без наклона, отличающиеся толщиной линий: $d=(1/14)h$ и $d=(1/10)h$ соответственно для типа А и Б. Конструкция букв для этих шрифтов одинакова и основные различия состоят в толщине линий шрифтов d , ширине букв и некоторых скруглениях углов. В таблице 1.4 приведена ширина букв и цифр для шрифта Б.

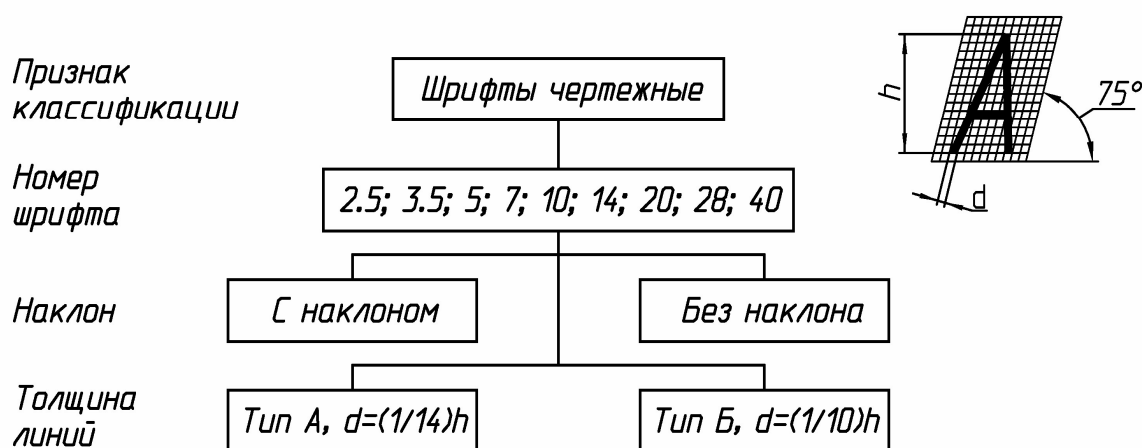
Таблица 4

Ширина букв и цифр шрифта типа Б	
Прописные	Строчные
3d – 1	4d – 3с
5d – Г, Е, З, С	5d – а, б, в, г, д, е, и, й, к, л,
6d – Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р,	н, о, п, р, у, х, ц, ч, ь, э, я
Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я и цифра 4	6d – м, ь, ы, ю
7d – А, Д, М, Х, Ы, Ю	7d – ж, т, ф, ш, щ
8d – Ж, Ф, Ш, Щ	

Расстояние между двумя буквами в слове равно $2d$, а между словами в предложении – *min 6d*.

В словах, написанных прописными буквами, соседние линии которых не параллельны между собой, например при сочетаниях Г и А, Г и Д, Р и А, А и Т и т.п., расстояние между буквами уменьшают до $1d$.

При изучении правил написания букв и приобретения навыков выполняют вспомогательную сетку тонкими линиями (см. рис. 5). Номер шрифта определяет высоту h прописной буквы в миллиметрах.



а)

б)

Рис. 5. Классификация шрифтов (а) и параметры букв (б)

На рисунке 6 показан в качестве примера русский алфавит.



Рис. 6. Русский алфавит шрифт типа Б

На практике для написания шрифта часто используют упрощенную сетку.

Для написания шрифта по упрощенной сетке проводят параллельные линии, определяющие высоту прописных и строчных букв. Затем в соответствии с таблицей 1.4 откладывают на прямой линии ширину букв, с учетом расстояния между ними, и проводят параллельные линии под углом 75° . Пример использования упрощенной сетки для шрифта №10 показан на рисунке 7.

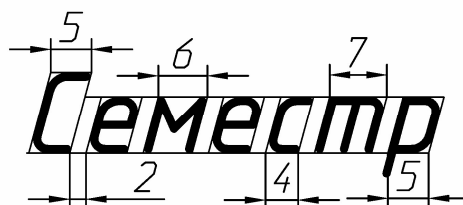


Рис. 7. Написание текста по упрощенной сетке

Все надписи, а также буквенные и цифровые обозначения выполняются стандартным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертёжные».

Чертить следует хорошо заточенным карандашом Т (Н) или ТМ (НВ, F) в зависимости от качества бумаги (на более плотной бумаге следует чертить более твёрдым карандашом). Все линии, независимо от их назначения (линии контура, построений, искомые и т.д.), сначала должны быть тонкими. Их следует проводить с очень лёгким нажимом карандаша на бумагу. Толщина линии обводки ≈ 1 мм, тонких линий $\approx 0,3$ мм (ГОСТ 2.303-68 «Линии чертежа»).

Решение любой задачи должно выполняться в строго определённой последовательности:

1. Осмысление исходных данных и результата, который необходимо получить в ходе решения задачи.

2. Составление алгоритма (плана) решения поставленной задачи. Так как задачи начертательной геометрии пространственные, но выполняемые на эюре, т.е. на плоскости, алгоритм решения задачи должен состоять из двух частей: первая – решение задачи в пространстве и вторая – осуществление плана решения этой задачи на эюре. Обе эти части взаимосвязаны.

3. Выполнение задачи в соответствии с составленным алгоритмом.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ИЗДЕЛИЕ И ЧЕРТЕЖ

Все задания должны выполняться в строгом соответствии с едиными требованиями и правилами выполнения и оформления чертежей всех видов изделий, сформулированными в государственных стандартах (ГОСТах), входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Изучение и освоение ГОСТов 2.301-68 - 2.307-68 необходимо студенту в процессе всего обучения.

Изделием называется предмет производства, изготавливаемый на предприятии.

В соответствии с ГОСТ 2.101-68 «Виды изделий» устанавливаются следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которого соединяют между собой на предприятии сборочными операциями.

Комплексом называется два или более изделия, не соединенные между собой на предприятии сборочными операциями, но предназначенные для выполнения различных взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Комплектом называется два или более изделия, не соединенные между собой на предприятии сборочными операциями и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (изготовленных для собственных нужд предприятия).

3. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

По ГОСТ 2.102-68 к конструкторским документам относятся графические (чертежи) и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат все данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта.

Чертеж детали содержит изображение детали и необходимые данные для ее изготовления.

Сборочный чертеж содержит изображение изделия и другие необходимые данные для его изготовления (сборки) и контроля.

Чертеж общего вида определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Теоретический чертеж, на котором определена геометрическая форма (обводы) изделия и даны координаты расположения составных частей.

Габаритный чертеж содержит упрощенное изображение изделия и необходимые данные для установки при монтаже.

Схема показывает в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Пояснительная записка – описано устройство и принцип действия изделия, дано обоснование принятого технического и технико-экономического решения.

Технические условия – содержат эксплуатационные показатели изделия и методы контроля его качества.

4. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сборка, т.е. соединение деталей в сборочные единицы, сборочных единиц и деталей в готовые изделия, производится по сборочным чертежам.

Сборочные чертежи предназначены для серийного или массового производства.

Сборочный чертеж (код – СБ) составляют на стадии разработки рабочей конструкторской документации на основе технического или эскизного проекта. В общем случае он содержит (ГОСТ 2.109-73):

а) изображение сборочной единицы (с минимальным, но достаточным количеством видов, разрезов и сечений), дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность

осуществления её сборки (изготовления) и контроля. Изображение простых изделий следует ограничивать одним видом или разрезом, если его достаточно для осуществления сборки;

б) размеры – габаритные, установочные, присоединительные и другие справочные размеры, например – обозначение резьб;

в) номера позиций.

Каждый сборочный чертеж изделия или его составной части выполняют на отдельном листе стандартного формата.

Формат выбирают в зависимости от габаритных размеров изделия или его составной части и принятого масштаба.

Количество видов, разрезов и сечений на сборочном чертеже должно быть минимальным.

В сложных чертежах изделий или составных частей следует прибегать к дополнительным видам, разрезам и сечениям, расположенным вне проекционной связи с основными видами.

На сборочном чертеже расположение изделия должно соответствовать положению, которое оно занимает в процессе сборки.

5. ДЕТАЛИРОВАНИЕ

Чертеж общего вида читают одновременно с чтением перечня деталей (спецификации).

В результате чтения чертежа необходимо:

- установить название и назначение изделия;
- масштаб изображения;
- проанализировать изображения на чертеже;
- проанализировать форму деталей, входящих в изделие;
- определить необходимое количество изображений каждой детали и выбрать ее главный вид;
- определить места расположения изображений на чертеже;
- выбрать масштаб изображений;
- установить формат, на котором будет выполняться чертеж детали;
- предварительно на формате начертить рамку, основную надпись и дополнительную графу;

- выполнить изображения детали;
- нанести размеры;
- оформить чертеж.

При выполнении чертежа нужно учесть, что расположение видов детали на чертеже общего вида не всегда соответствует расположению видов той же детали на ее рабочем чертеже. Например, все детали токарной группы (оси, валы, штоки и др.), которые в сборочной единице могут занимать вертикальное положение, на рабочем чертеже обычно располагают горизонтально.

Размеры, необходимые для вычерчивания детали, получают путем измерения ее на чертеже общего вида с учетом масштаба. Необходимо обратить внимание на сопряженные размеры.

6. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Компьютерная графика применяется для автоматизации выполнения проектно-конструкторской документации в соответствии с ГОСТами ЕСКД, как по качеству исполнения документов, так и по соблюдению требований стандартов (международных в том числе), в областях строительства, архитектуры, машиностроения и не только.

На лабораторных занятиях изучаемой дисциплины могут выполняться следующие работы:

1. Рабочий чертеж модели детали, содержащий три основных вида модели детали, необходимые разрезы, размеры, оформленный в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.
2. Рабочий чертеж детали, содержащий элементы сопряжений, оформленный в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.
3. Трехмерные твердотельные модели деталей.
4. Чертежи деталей на основе трехмерных твердотельных моделей.

Запустив программу, окно будет содержать следующие элементы:

- строка меню;

- панели инструментов (лента с вкладками панелей инструментов);
- область чертежа;
- окно командной строки;
- строка состояния (рис. 8).

Команды в меню сгруппированы по функциональному признаку. При выборе команды в меню или на панели инструментов в строке состояния на экране выводится дополнительная информация, содержащая назначение и имя команды.

На панелях инструментов расположены командные кнопки и раскрывающиеся панели, которые выводят список дополнительных инструментов. При помещении курсора мыши на значок инструмента, выводится имя этого инструмента, отражающее выполняемое действие.

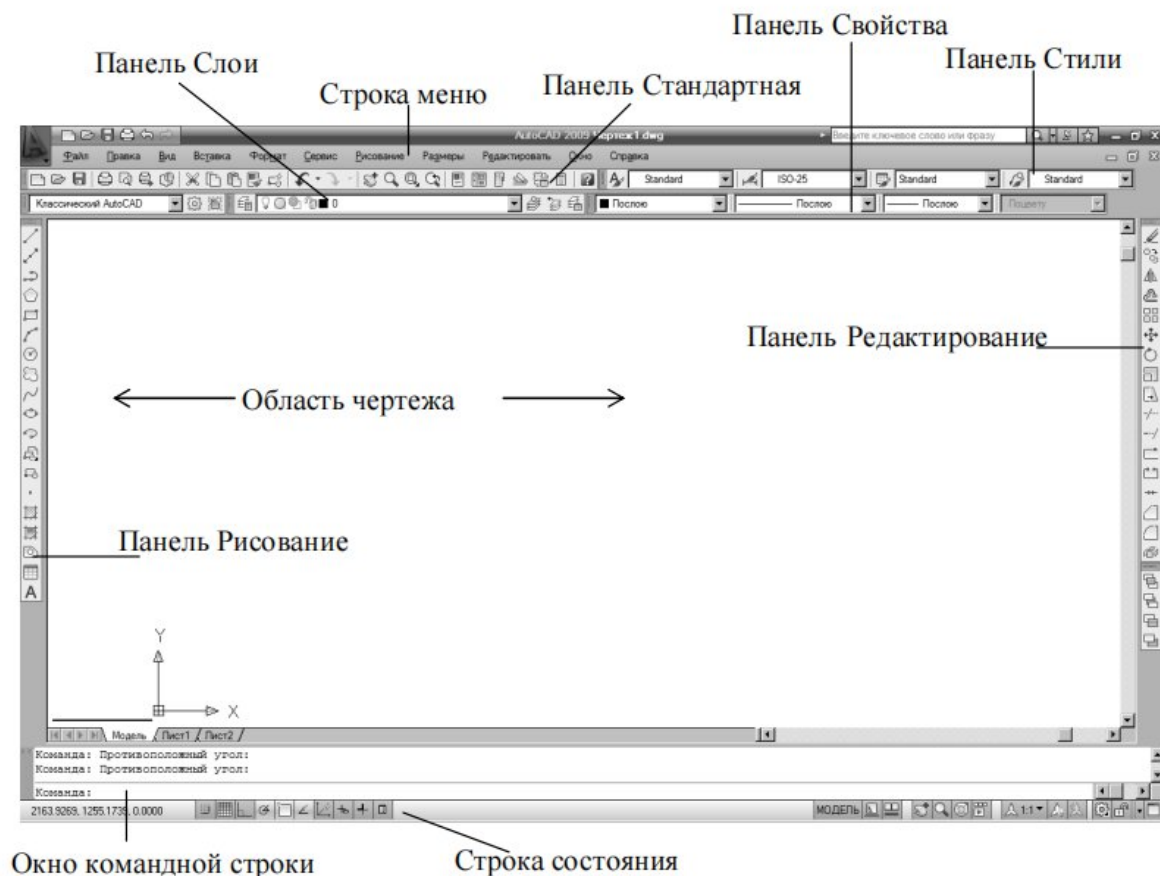


Рис. 8. Окно. Классический вид

В командной строке отображаются подсказки для ввода команд и данных. Нижняя строка этого окна показывает текущее сообщение, а верхние – предыдущие.

Основную часть экрана занимает область чертежа. Именно там появляется все, что пользователь чертит. Значок системы координат нужен при работе со сложными двумерными чертежами и трехмерными моделями.

Строка состояния содержит информацию о чертеже, где выводятся текущие координат курсора, кнопки режимов чертежа, переключения рабочих пространств и др.

Для построения чертежа используются команды рисования, служащие для создания различных графических примитивов: отрезков, окружностей, полилиний, дуг, многоугольников, текста. Любое изображение строится путем создания графических примитивов, которые располагаются друг относительно друга требуемым образом и редактируются с помощью команд.

Последовательность действий по вычерчиванию графических примитивов: щелкнуть на инструменте для запуска команды, ввести данные в соответствии с запросом Командной строки. Дополнительные возможности – опции или варианты выполнения команды перечислены в командной строке в квадратных скобках. Опции доступны во время выполнения команды по нажатию правой кнопки мыши.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика: учебник: в 3 т. – Т1: Начертательная геометрия, геометрическое и проекционное черчение / П.Н. Учаев, В.И. Якунин, С.Г. Емельянов [и др.]; под общ. ред. П.Н. Учаева и В.И. Якунина. Курск. гос. тех. ун-т. – Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

2. Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика: учебник / под ред.: П. Н. Учаева, В. И. Якунина. – М.: Академия, 2008. - Т. 2: Машиностроительное черчение. – 344 с.

3. Локтев, О.В. Краткий курс начертательной геометрии / О.В. Локтев // М.: Высш. шк., 2002. 136 с.

4. Инженерная графика. Кн. 1: в 3 т. Т. 2. Машиностроительное черчение / П.Н. Учаев, В.И. Якунин, С.Г. Емельянов [и др.]; под общ. ред. П.Н. Учаева, В.И. Якунина; – М. Высшая школа, 2008. – 344 с.

5. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей / В.С. Левицкий. – М.: Высш. шк., 2003.

6. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. М.: Государственный комитет СССР по стандартизации, 1983.