

Раздел 9. Основы инженерной и компьютерной графики. Часть 1.

Инженерная и компьютерная графика представляет собой дисциплину, включающую в себя элементы начертательной геометрии, технического черчения, а также знание компьютера и навыки работы с графическими пакетами позволяющими создавать чертежи любой сложности.

Цель раздела заключается в приобретении знаний по основным правилам оформления чертежей и получении навыков работы в системе автоматического проектирования (САПР) КОМПАС График.

Раздел 9 состоит из двух частей. В первой части собраны наиболее существенные справочные материалы, в которых чаще всего возникает необходимость при выполнении графических работ учебного характера. Вторая часть содержит начальные сведения о программном пакете КОМПАС График 3D.

Для подготовки материала к первой части раздела 9. использовалась литература, приведенная в конце раздела 9.1 [1,2,3,4].

9.1. Основные правила оформления чертежей

9.1.1. Система ЕСКД ГОСТ

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) представляет собой комплекс государственных стандартов (ГОСТ), применяемых на предприятиях. Основная цель создания ЕСКД – установить и систематизировать единые правила выполнения, оформления и обращения (использования и хранения) конструкторских документов.

В общем виде обозначение стандарта выглядит следующим образом (рис.9.1).



Рис.9.1. Обозначение государственного стандарта.

Установленные в стандартах ЕСКД нормы и правила распространяются на документацию, разработанную предприятиями и предпринимателями (субъектами хозяйственной деятельности) стран-участников соглашения (СНГ), в том числе научно-техническими, инженерными обществами и другими общественными объединениями.

Межгосударственные стандарты ЕСКД разбиваются на следующие классификационные группы: 0 – Общие положения, 1 – Основные положения, 2 – Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах, 3 – Общие правила выполнения чертежей.

Например, ЕСКД ГОСТ 2.303-68 – Линии. Определяет наименование, начертание, толщину линий по отношению к толщине основной линии и основные назначения линий. ГОСТ находится в 3-ей классификационной группе, порядковый номер 3, принят в 1968 году.

Использование правил оформления документов определенных ЕСКД ГОСТ является обязательным. Для выполнения студенческих чертежей необходимо знать стандарты, находящиеся в основном в 3-й группе, часть из которых далее будет рассмотрена более подробно. Для самостоятельного изучения ЕСКД ГОСТ, можно воспользоваться следующим интернет ресурсом [<http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/index.htm> - Конструкторские документы и правила их оформления].

9.1.2. Форматы документов (ГОСТ 2.301-68)

Основной причиной выполнения чертежа на листах бумаги определенных размеров, установленных ГОСТ 2.301-68, было облегчение их хранения. Более удобно иметь электронный архив чертежей. Однако состояние современной промышленности, уровень развития технологии и оборудование, применяемое в технологических процессах, еще не позволяет полностью перейти на использование электронного чертежа. По прогнозам специалистов, в ближайшее десятилетие в технологических процессах будет преобладать использование чертежа на бумажном носителе над электронным. В связи с этим остается актуальным соблюдение стандартных размеров бумаги, на которые рассчитаны принтеры, плоттеры позволяющие перенести чертеж, выполненный в графическом редакторе, на бумагу.

Формат с размерами сторон 1189x841 мм, площадь которого равна 1м², и другие форматы, получаемые путем последовательного деления его на две равные части, параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные (рис.9.2.).

Обозначение и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в таблице 9.1.

Таблица 9.1.

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148 x 210 мм.

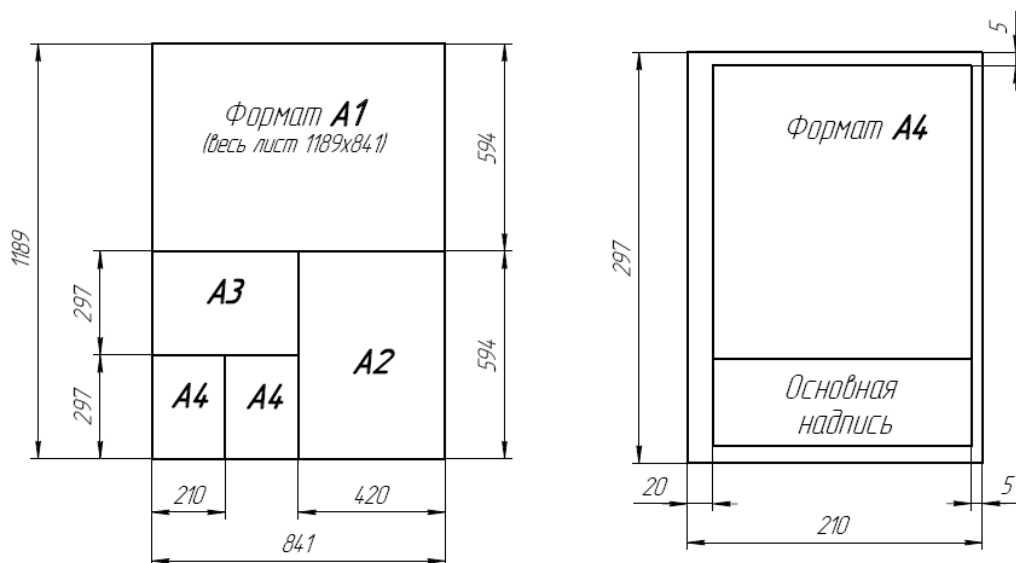


Рис.9.2. Основные форматы.

9.1.3. Основная надпись (ГОСТ 2.104-68)

Настоящий стандарт устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Основную надпись помещают в правом нижнем углу чертежа. Формат А4 располагают только вертикально (основная надпись внизу листа, рис.9.2). Форма, размеры и содержание граф основной надписи установлены ГОСТ 2.104–68. Основная надпись для первых листов чертежей и схем должна соответствовать рисунку 9.3.

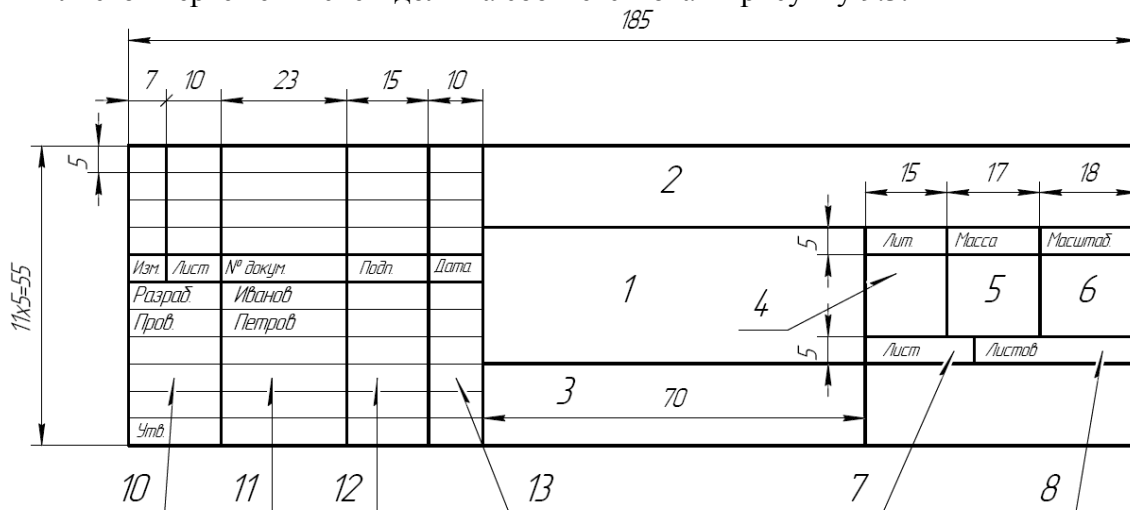
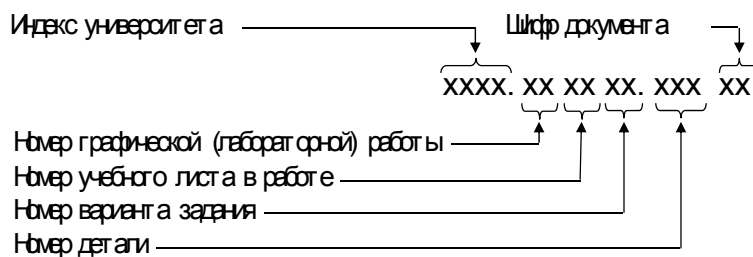


Рис.9.3.Основная надпись для чертежей и схем (первый лист).

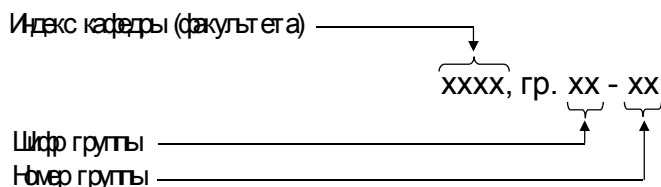
Графы основной надписи помечены цифрами, ниже приводятся правила заполнения граф основной надписи.

1. Наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73), а также наименование документа, Например: Втулка, Вал, ...
2. Обозначение изделий и конструкторских документов, выполняемых студентами в основной надписи на учебных чертежах, рекомендуется выполнять в упрощенной форме, как показано ниже.



- Индекс университета – сокращенное название университета, например ХНУ
 - Номер учебного листа в работе.
 - Номера графической (лабораторной) работы и варианта выбираются по данному практикуму.
 - Номер детали должен соответствовать номеру позиции в спецификации.
 - Шифр документа присваивается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102–68 и ГОСТ 2.701–68. Рабочим чертежам деталей и спецификации шифр не присваивают. Шифр чертежа общего вида – ВО; сборочного чертежа – СБ и т.д. Например: **ХНУ.010131.001 ВО.**
3. Обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей)
 4. Литера, присвоенная документу (В учебных чертежах У).
 5. Массу изделия по ГОСТ 2.109-73

6. Масштаб (проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.109-73);
7. Порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
8. Общие количество листов (графу заполняют только на первом листе);
9. Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ (графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа).
 - а) В графе 9 на учебных чертежах рекомендуется указывать следующее, например *ФКН, гр. КС-21*.



10. Характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: "Начальник отдела", "Начальник лаборатории", "Рассчитал"
11. Фамилия лиц, подписавших документ
12. Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

9.1.4. Масштабы и увеличения (ГОСТ 2.302-68)

Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако, при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т.е. вычерчивать в масштабе.

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам.

Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68 и должны выбираться из ряда, приведенного в таблице 9.2. Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д., а в остальных случаях по типу М 1:1; М 1:2; М 2:1 и т.д. На изображении предмета при любом масштабе указывают его действительные размеры.

Таблица 9.2.

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 проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

В необходимых случаях допускается применять масштабы увеличения $(100n):1$, где n - целое число.

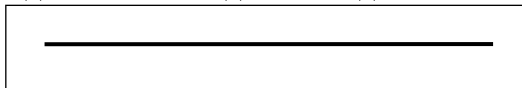
Если масштаб какого-либо изображения отличается от масштаба, указанного в основной надписи, то, согласно ГОСТ 2.316-68, непосредственно после надписи относящейся к изображению, ставится, например: А-А(2:1); Б(1:5), А(1:1).

Предпочтительным является масштаб 1:1.

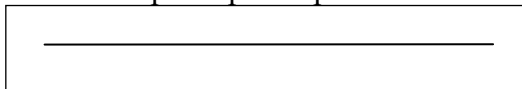
9.1.5. Основные линии (ГОСТ 2.303-68)

Изображения выполняют в виде сочетания линий, различных по начертанию, размерам, наименованию и назначению. Линии на чертеже это своего рода язык, который позволяет правильно «прочитать» чертеж. Например, если на чертеже дано изображение предмета в проекциях, правильное использование линий позволяет представить его объемное изображение и судить о скрытых внутренних деталях - отверстиях, проточках и т.п.

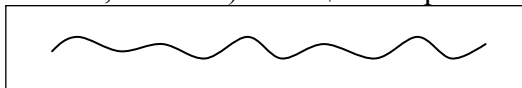
За исходную принята сплошная основная линия толщиной от 0,6 до 1,5 мм. Толщину остальных линий устанавливают по толщине основной линии. Толщина каждого типа линий должна быть одинакова для всех изображений одного масштаба на данном чертеже.



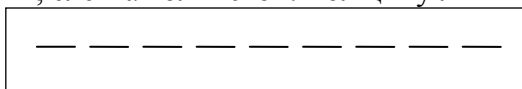
1. **Сплошная основная линия** применяется для изображения видимого контура предмета (рисунок 9.4, линии 1). Толщину ее (s) берут в пределах от 0,6 до 1,5 мм в зависимости от размеров чертежа и его сложности.



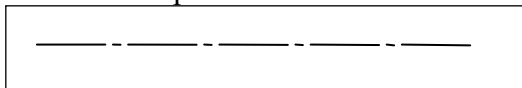
2. **Сплошная тонкая линия** применяется при вычерчивании контура наложенного сечения, размерных и выносных линий, линий штриховки, линий-выносок и линий построения характерных точек, подчеркивания надписей, линий сгиба на развертках (рисунок 9.4, линии 2). Толщина ее равна от $s/2$ до $s/3$.



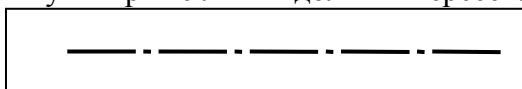
3. **Сплошная волнистая линия** применяется при вычерчивании линии обрыва длинной детали, линии разграничения вида и разреза (рисунок 9.4, линии 3). Проводят ее от руки, слегка волнистой. Толщину линии принимают от $s/2$ до $s/3$.



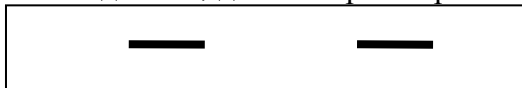
4. **Штриховая линия** применяется при вычерчивании линий невидимого контура (рисунок 9.4, линии 4). Толщина линии $s/2$ до $s/3$. Длина каждого штриха должна быть 2–8 мм, расстояние между штрихами 1–2 мм. Штриховые линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.



5. **Штрихпунктирная тонкая линия** применяется при вычерчивании осевых и центровых линий, линий сечений, являющихся осями симметрии для наложенных и вынесенных сечений, линий для изображения частей изделий в крайних и промежуточных положениях (рисунок 9.4, линия 5). Ее толщина от $s/2$ до $s/3$. Длина штрихов может быть от 5 до 30 мм, но, как правило, берут 15–20 мм. Расстояние между штрихами от 3 до 5 мм. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

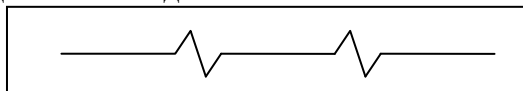


6. **Штрихпунктирная утолщенная линия** применяется для обозначения поверхности, подлежащей термообработке или покрытию, для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (рисунок 9.4, линии 6). Практически ее толщина равна от $s/2$ до $2/3 s$, длина штрихов равна 3–8 мм, а расстояние между штрихами 3–4 мм.



7. **Разомкнутая линия** применяется при вычерчивании положения и направления линий сечения (рисунок 9.4, линия 7). Ее толщина от s до $3/2 s$. В сложных сечениях и

разрезах допустимо концы разомкнутой линии соединять штрихпунктирной линией толщиной от $s/2$ до $s/3$.



8. **Сплошная тонкая линия с изломами** применяется при вычерчивании длинного края оборванного изображения детали толщиной от $s/2$ до $s/3$ (рисунок. 9.5.а).

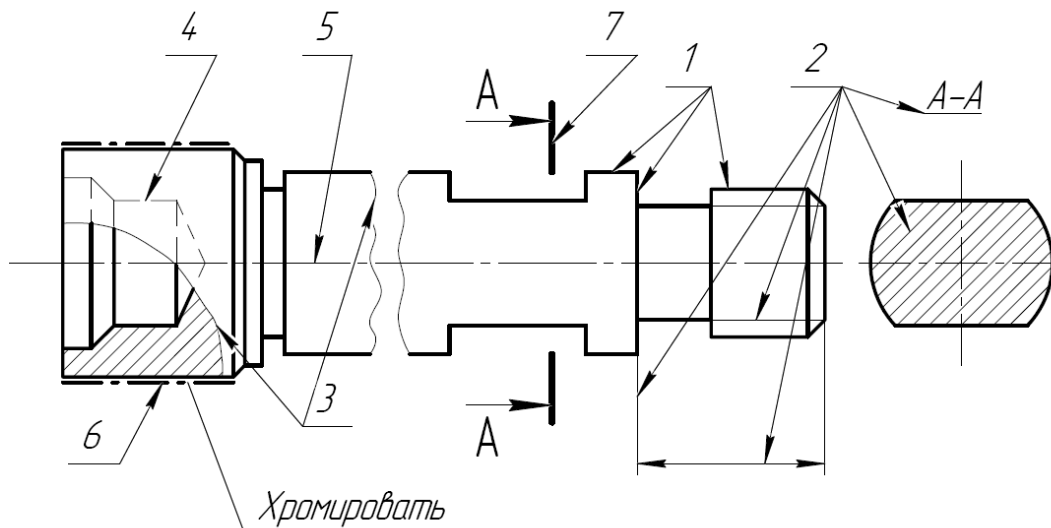


Рисунок.9.4. Линии чертежа и примеры их применения.

9.1.6. Обозначение материалов, штриховки (ГОСТ 2.306-68)

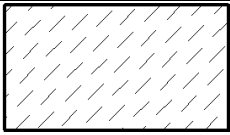
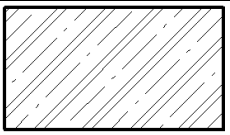
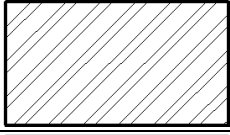
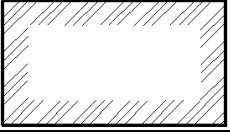
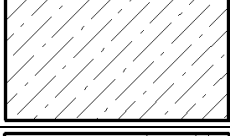
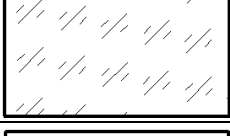
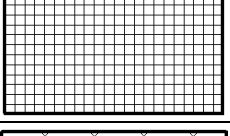


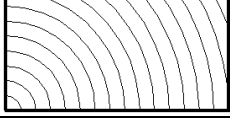
Штриховки в разрезах и сечениях для условного графического обозначения материалов и некоторых предметов выполняются в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.306-68, таблица 9.3.

Наклонные параллельные прямые линии в штриховках должны проводиться под углом 45° к контурной или осевой линии, принятой за основную на данном изображении, или к основной надписи чертежа. Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осявыми, вместо угла 45° допускаются углы 30 и 60° . Расстояние между прямыми линиями штриховки выбирается в пределах от 2 до 10 мм с учетом площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных площадей. Для мелких изображений допускается уменьшение расстояния между линиями штриховки до $1,5$ мм.

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже равна 2 мм или менее, допускается показывать зачерченными с оставлением, как правило, просветов между смежными сечениями. При больших площадях сечения рекомендуется наносить штриховку лишь по контуру. Примеры штриховок приведены на рисунке 9.5.

Таблица 9.3.

	Металлы и твердые сплавы		Насыпной грунт
	Неметаллические материалы, за исключением указанных ниже		Железобетон

	Камень естественный		Напряженный железобетон
	Керамика		Грунт естественный (по контуру)
	Бетон		Песок
	Стекло		Электрические обмотки, катушки, секции и т.п.
	Вода		Камень искусственный
	Древесина вдоль волокон		Камень естественный
	Древесина поперек волокон		

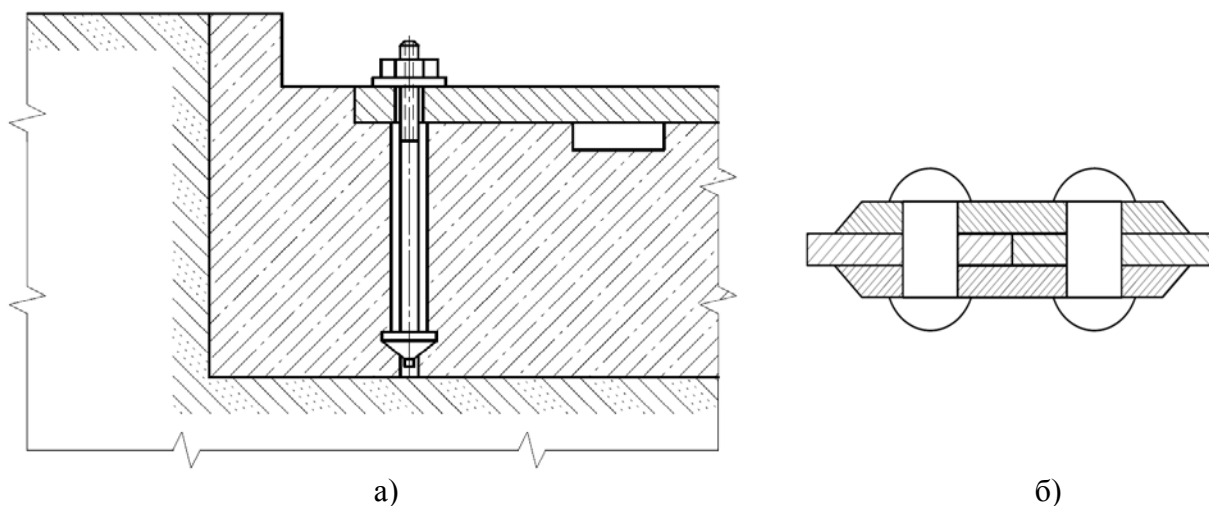


Рисунок.9.5.Примеры штриховки объектов: а) штриховка по контуру, б) штриховка соприкасающихся поверхностей.

9.1.7. Простановка размеров (ГОСТ2.307-68)

Для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже рисунок 9.6..

Исключение составляют случаи, предусмотренные в ГОСТ 2.414-75; ГОСТ 2.417-78; ГОСТ 2.419-68, когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности.

Требуемая точность изделия при изготовлении задается указанием на чертеже предельных отклонения размеров, а также предельных отклонений формы и расположения поверхностей.

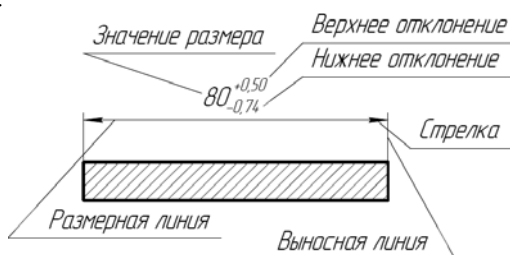


Рис.9.6. Составляющие размера.

На рисунке 9.6 представлены основные составляющие размера. *Размерные* и *выносные линии* следует выполнять сплошными тонкими линиями. Размерные линии ограничены стрелками. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета и должна быть приблизительно одинакова для всех размерных линий чертежа.

В соответствии с основными составляющими размера, представленными на рис.9.6, все правила простановки размеров можно условно разделить на следующие группы: основные положения; размерные и выносные линии; размерные числа; условные знаки и надписи; упрощения. Ниже приводится их краткое изложение, более подробную информацию можно найти в соответствующем разделе ГОСТ 2.307-68.

Основные положения.

1. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.
2. Допускается размерные числа проставлять в таблицах, в тексте, на поле чертежа или в пояснительной записке.
3. Линейные размеры указываются на чертежах в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. При угловых размерах следует к соответствующим размерным числам присоединять обозначение единицы измерения. Если размеры на чертеже даны не в миллиметрах, а, например, в метрах, сантиметрах и пр. Допускается оговаривать наименование взятой единицы измерения общей надписью на поле чертежа.
4. Каждый размер должен быть указан на чертеже только один раз. Повторение размеров не допускается.

Размерные и выносные линии.

1. Размерные и выносные линии выполняются сплошными тонкими линиями. При линейных размерах размерная линия всегда должна быть параллельна отрезку, размер которого указывается (рис.9.7.а).

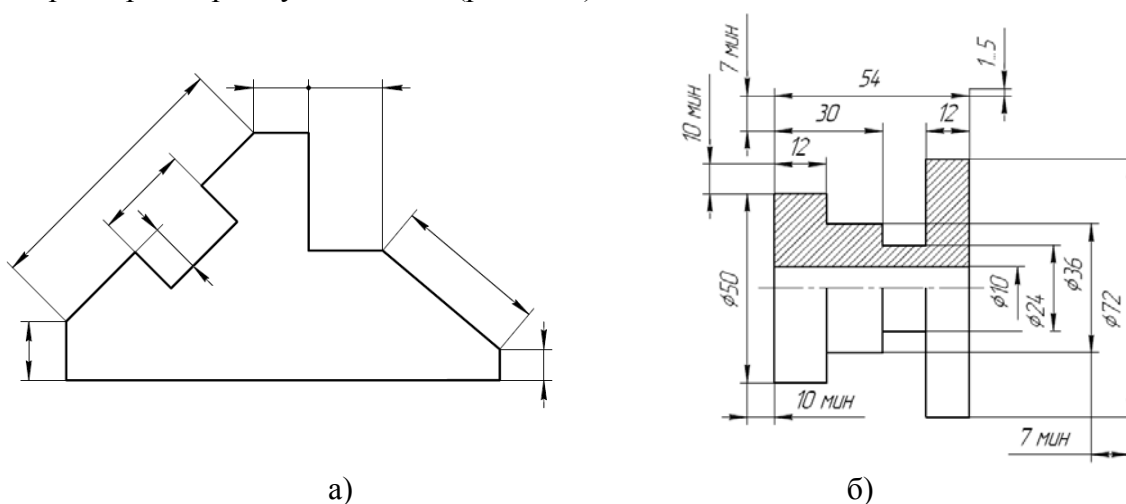
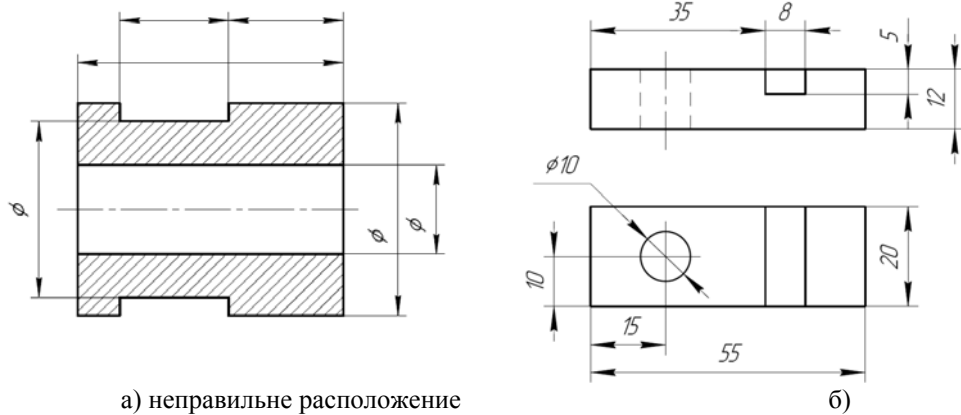


Рис.9.7. Требования к нанесению размеров.

2. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Расстояния между параллельными размерными линиями, а также расстояния от размерных линий до параллельных им линий контура, центровых, осевых и выносных должны быть не менее 5 мм (рекомендуется 7–10 мм). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии приблизительно на 1–5 мм (рис.9.7.б).



а) неправильное расположение

Рис.9.8. Расположение размерных и выносных линий.

4. При нескольких параллельных размерных линиях следует избегать взаимного пересечения выносных и размерных линий (рис.9.8.а неправильное расположение линий размера, рис.9.7.б, 9.8.б - правильное).
5. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (канавке, выступу и т.п.), рекомендуется концентрировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором этот элемент показан наиболее отчетливо (рис.9.7.б).
6. При разрыве изображения размерная линия должна быть проведена полностью (рис.9.9.а).
7. В случае недостатка места для стрелок последовательно смежных размерных линий следует заменять стрелки точками или штрихами на выносных линиях (рис.9.9.б).

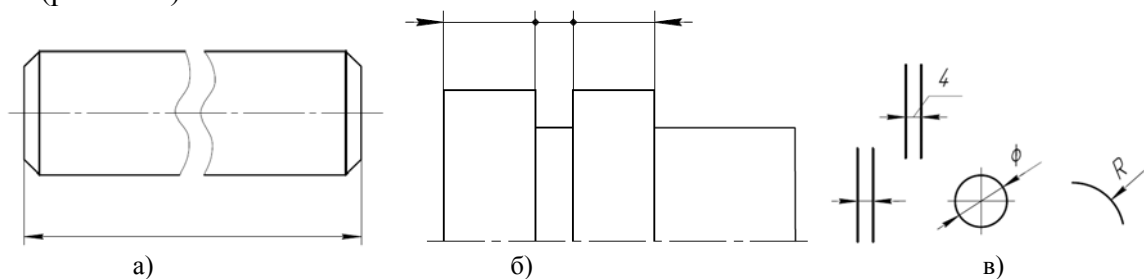


Рис. 9.9. а) размерная линия при разрывах, б) замена стрелок точками, в) при недостатке места.

8. В случае недостатка места для стрелок в концах короткой размерной линии, последняя удлиняется и стрелки наносятся снаружи (рис.9.9.в).
9. При малой длине радиуса на чертеже стрелку рекомендуется располагать с внешней стороны дуги (рис.9.9.в).

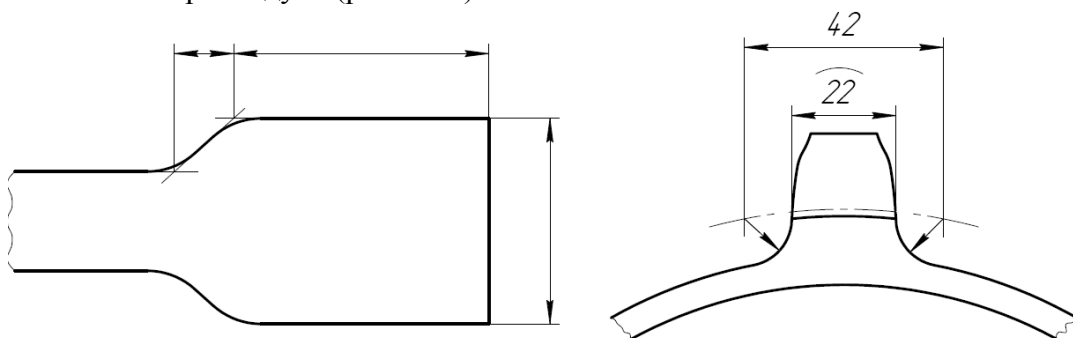


Рис. 9.10. Нанесение размеров в местах сопряжений.

10. Если очертания детали таковы, что линии контура соединяются плавными переходами, то при нанесении размеров следует продолжать линии контура до пересечения между собой или осями и размеры отнести к точкам пересечения как показано на рис.9.10.

Размерные числа

1. Размерные числа следует наносить над размерной линией параллельно ей и возможно ближе к ее середине. Допускается размерные числа наносить в разрыве размерной линии (рис.9.11.а – горизонтальные размеры); в этом случае размерные числа для угловых размеров можно наносить горизонтально (рис.9.11.б – размеры углов $75^\circ, 60^\circ$).
2. Размерные числа линейных и угловых размеров при различных наклонах размерных линий следует располагать так, как показано на следующем рисунке 9.11.а, б.

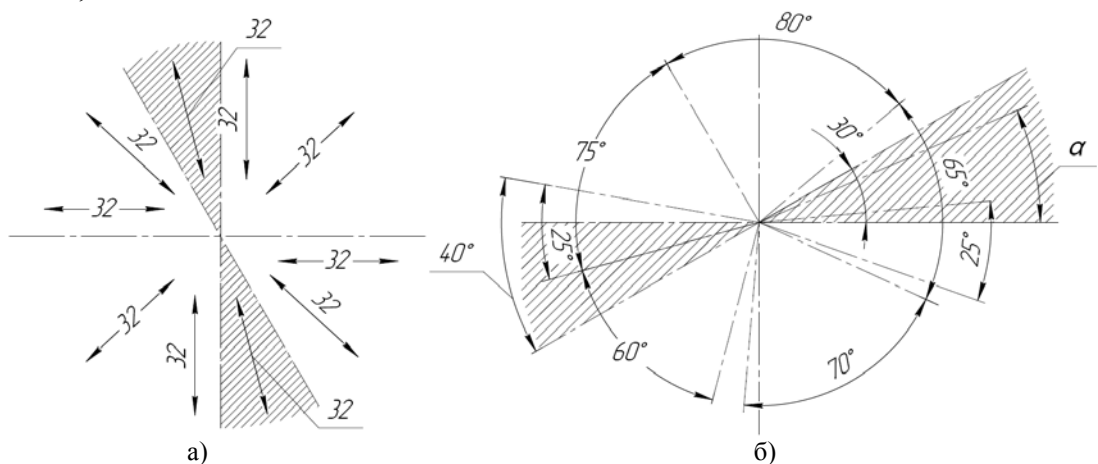


Рис.9.11. Расположение размерных чисел в зависимости а) от угла наклона, б) положения угла.

3. В случае недостатка места между размерными стрелками для нанесения размерного числа его следует наносить, как указано на рисунке, располагая размерное число, по возможности с правой стороны.
4. Размерные числа не следует разделять или пересекать какими бы то ни было линиями на чертеже. Не допускается наносить размерные числа в месте пересечения двух размерных линий. В случае необходимости допускается прерывать осевую линию и линию штриховки (см. рис.9.12).
5. При нескольких параллельных размерных линиях следует избегать расположения смежных размерных чисел одного под другим. В этом случае размерные числа располагаются в шахматном порядке (рис.9.12).

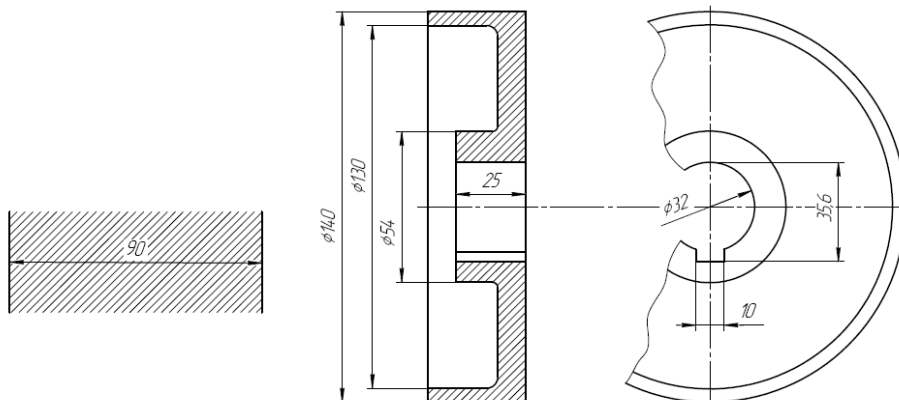


Рис.9.12. Расположение размерных чисел в шахматном порядке, разрыв осевой линии и штриховки.

Условные знаки и надписи

1. Для обозначения диаметра устанавливается знак \varnothing , который наносится перед размерным числом диаметра во всех без исключения случаях.
2. Перед размерным числом радиуса во всех без исключения случаях должна наноситься прописная буква *R*. Перед размерным числом радиуса или диаметра сферы следует добавлять слово *Сфера*, например, *Сфера R15*, *Сфера $\varnothing 25$* .
3. Размеры квадрата (включая и квадратное отверстие) допускается указывать надписью \square , где 40 – номинальный размер стороны квадрата, или обозначать квадрат знаком \square который проставляется перед размерным числом стороны квадрата, например: $\square 20C_5$ (рис.9.13).
4. Размеры фасок под углом 45° должны наноситься, как показано на рисунке, и определяться размером катета в треугольнике, образованном фаской (рис.9.13).
5. Для обозначения дуги окружности следует применять знак \frown , который во всех случаях наносится над размерным числом длины дуги (рис.9.10).

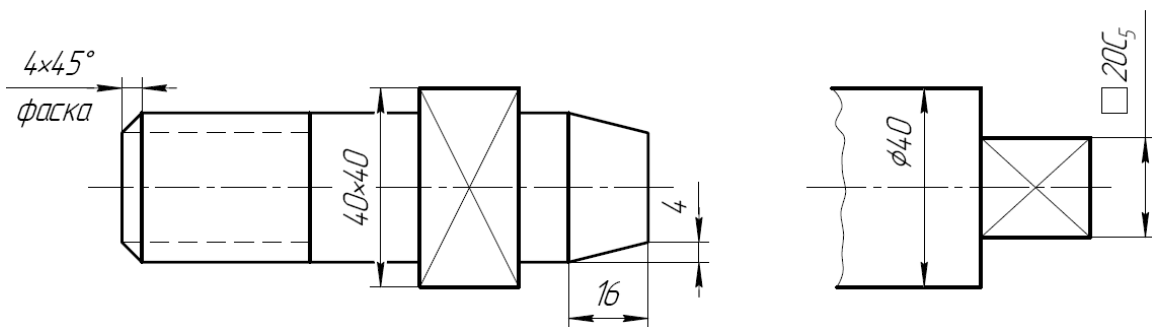


Рис.9.13. Обозначение размеров квадрата и фасок.

Упрощения

1. При равномерно расположенных по всей окружности одинаковых элементах предмета (например, отверстий) допускается вместо нанесения цепочки угловых размеров ограничиваться указанием количества элементов.
2. При нанесении размеров, определяющих расстояния между равномерно расположенными одинаковыми элементами предмета (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепочек наносить один размер между соседними элементами и, кроме того, размер между крайними элементами с записью на первом месте количества промежутков между элементами и на втором месте размера промежутка (рис.9.14.а).

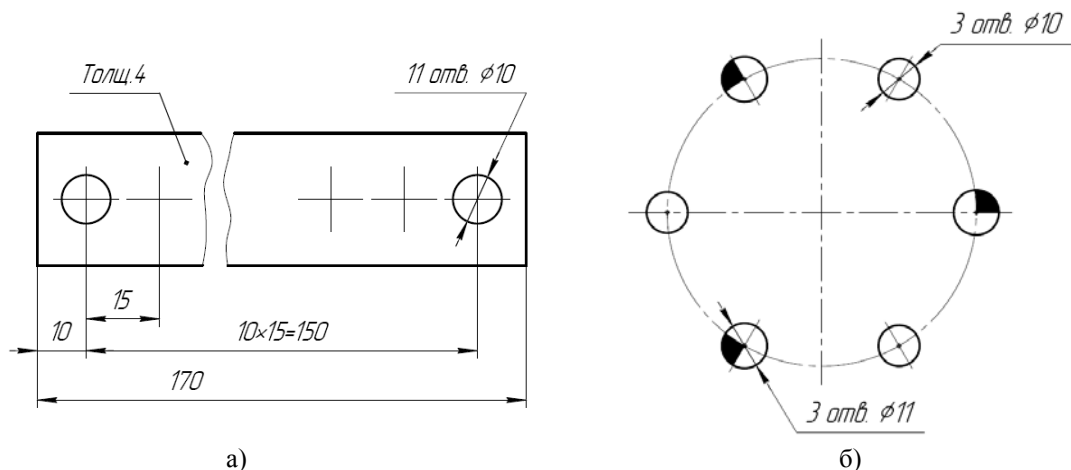


Рис.9.14. Нанесение повторяющихся размеров (а). Обозначение одинаковых элементов одинаковыми знаками (б).

3. Толщину детали допускается указывать надписью на полке (рис.9.14.а.).

4. Вместо многократного повторения размеров одинаковых элементов предмета (например, отверстий, пазов, фасок и т. п.) рекомендуется наносить размеры одного элемента с указанием количества таких элементов. Допускается количество элементов указывать по типу см. рис.9.14.а.
5. Ряд смежных размеров можно наносить от общей базы, при большом количестве размеров рекомендуется проведение общей размерной линии от отметки «0» для линейных и для угловых размеров (рис.9.15.а, б).

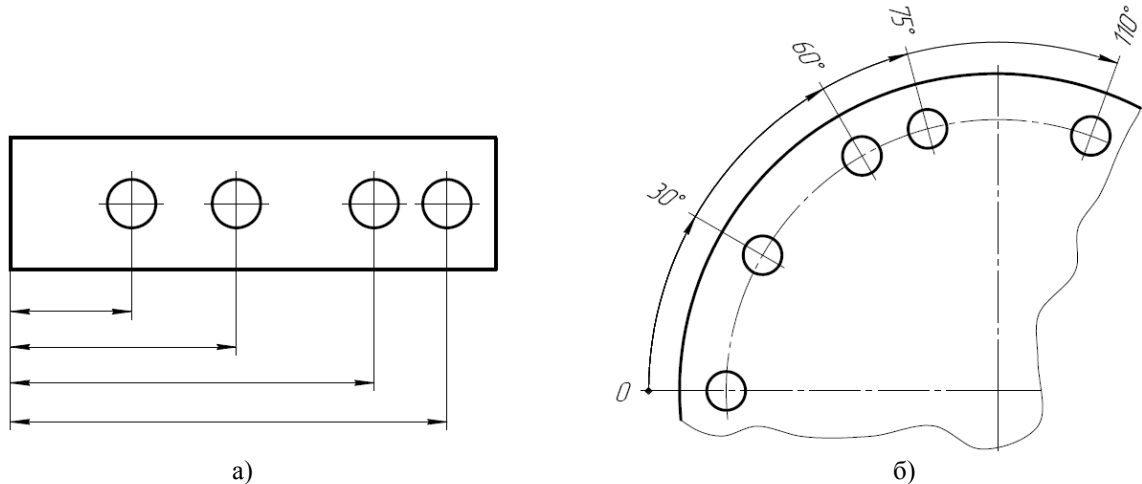


Рис.9.15. Нанесение размеров от общей базы (а). Нанесение размеров от отметки 0 (б).

9.1.10 Выполнение надписей

Все надписи на чертежах выполняются стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304.68.

В настоящее время, в связи с развитием компьютерной техники и большим количеством программ, которые позволяют создавать чертежи любой сложности, задача выполнения надписей значительно упростилась. При использовании ПО КОМПАС ГРАФИК [<http://www.ascon.ru/>], на персональный компьютер автоматически устанавливаются шрифты “*GOST type A, GOST type AU, GOST type B, GOST type B*” полностью соответствующие требованиям ГОСТ 2.304.68.

Размером шрифта считается высота h прописных (заглавных) букв в миллиметрах, например: 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Соответствующие строчные буквы имеют высоту на номер меньше: 7; 5; 3,5; 2,5 (шрифт 2,5 не имеет строчных букв). По ширине букв шрифты разделяются на широкий и узкий.

Допускаются шрифты размером более 14 с сохранением установленной формы и соотношения размеров букв и цифр.

На чертежах следует применять буквы и цифры высотой не менее 2,5 мм (для украинского, русского, латинского и греческого алфавитов).

Наклон букв к строке должен быть равным 75° .

Вопросы для самопроверки.

1. Что собой представляет и зачем необходима система ГОСТ?
2. Какие основные форматы чертежей установлены по ГОСТ 2.301-68?
3. Какой формат принят за единицу измерения других форматов?
4. Где на листе формата следует размещать основную надпись?
5. Что называется масштабом?
6. Какие вы знаете установленные гост 2.302-68 масштабы уменьшения и увеличения?
6. Какие размеры шрифта установлены гост 2.304-68? Чем определяется размер шрифта?
7. Каким должен быть угол наклона букв и цифр?

8. Какие линии на чертежах установлены гост 2.303-68?
9. В каких пределах должна быть толщина сплошной основной линии?
10. Каково соотношение толщин других линий?
11. Как обозначают в разрезах и сечениях металл, пластмассу, резину, древесину, фанеру, стекло, жидкости, бетон, кирпич, грунт?
12. Как штрихуют смежные плоскости?
13. Как штрихуют длинные узкие площади сечений металла?
14. Назовите основные положения при нанесении размеров?
15. Какие правила нанесения выносных и размерных линий?
16. Какие основные правила расположения размерных чисел?
17. Как должна быть проведена размерная линия при обозначении дуги, угла?
18. Как следует писать размерные числа, если размерная линия горизонтальная, вертикальная, наклонная?
19. Как проставляют размеры радиусов, диаметров?
20. Как обозначают размеры одинаковых элементов?
21. Каково соотношение элементов размерной стрелки?

Литература к разделу 9.1

1. Вольхин К.А. Конструкторские документы и правила их оформления Учебное пособие для студентов технических университетов // Новосибирск 2004.-Интернет ресурс.-Доступ свободный.
<http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/index.htm>
2. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. 7-е издание испр. и доп. // М.-Л., Машгиз.-1963.-С.281.
3. Романых Э.Т., Иванова А.К., Куликов А.С., Брилинг Н.С., Косачева Д.И. Черчение: Учебное пособие для техникумов // -М.; Высш. школа.-1981.-С.271.
4. Гордик Е.И., Лысянский В.М., Михайленко В.Е., Понаморов А.М. Техническое черчение // -М.; «Вища школа».-1976.-С.244.

9.2. Введение в систему КОМПАС-ГРАФИК.

Часть вторая

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.

САПР – система автоматического проектирования.

ГОСТ – государственный стандарт.

ЕСКД – единая система конструкторской документации.

ПО – программное обеспечение.

КП – компактная панель.

ИП – инструментальная панель.

ПС – панель свойств.

ПСУ – панель специального управления.

Программный пакет КОМПАС-ГРАФИК 3D является передовым представителем среди множества САПР предоставляемых на рынке программного обеспечения (ПО), который по своим возможностям не уступает, а иногда и превосходит аналоги. Преимуществами пакета перед остальными представителями этого семейства, является дружелюбный интерфейс программы, наличие большого числа примеров и бесплатной литературы, наличие подробной справочной информации на родном языке и как следствие достаточно простое и быстрое освоение пакета. Кроме того, российская компания АСКОН – разработчик данного продукта, предоставляет полнофункциональную облегченную версию программы КОМПАС 3D LT, которую можно использовать бесплатно в некоммерческих целях, в том числе и для обучения. Ограничения данной версии касаются только создания трехмерных сборок, в остальном продукт ничем не отличается от полного пакета КОМПАС 3D.

Не смотря на то что, в настоящее время имеется большое количество обучающей литературы, содержащей исчерпывающую информацию о данном графическом пакете. Целью разработки данного материала явилась необходимость сконцентрировать в пособии наиболее важные сведения необходимые для начального освоения программы, которые пригодятся для студентов любых специальностей изучающих дисциплину «Инженерная и компьютерная графика».

Для подготовки данного раздела использовалась следующая литература [1,2].

9.2.1. Основные типы документов пакета

Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС-3D, зависит от рода информации, хранящейся в этом документе. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма (рис.9.16).



Рис. 9.16. Пиктограммы файлов различных типов.

Чертеж – основной тип графического документа. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда – дополнительные объекты оформления. Файл чертежа имеет расширение *.cdw.

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа, фрагмент не имеет границ, следовательно, в нем можно чертить фигуры любых размеров не применяя инструменты масштабирования. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Файл фрагмента имеет расширение *.frw.

Деталь – 3D модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение *.m3d.

Вышеописанные типа документов имеют любые версии КОМПАС-ГРАФИК, в полнофункциональной версии имеется еще два типа – это сборка и спецификация.

Для создания любого документа выбираем меню Файл – Создать.

9.2.2. Основные элементы интерфейса

После запуска программы и открытия или создания нового чертежа главное окно системы со всеми его основными элементами показано на рис.9.17.

Окно документа обычно занимает основную часть программного окна (рис.9.17), здесь размещается изображение открытого вами чертежа. Все остальные элементы программного окна занимаются обслуживанием данной области [1].

В заголовке окна отображается информация о названии документа и версии программы. Главными панелями, используемыми при вводе геометрии и редактировании объектов, являются: панель текущего состояния, компактная панель и панель свойств (рис.9.18-9.20).

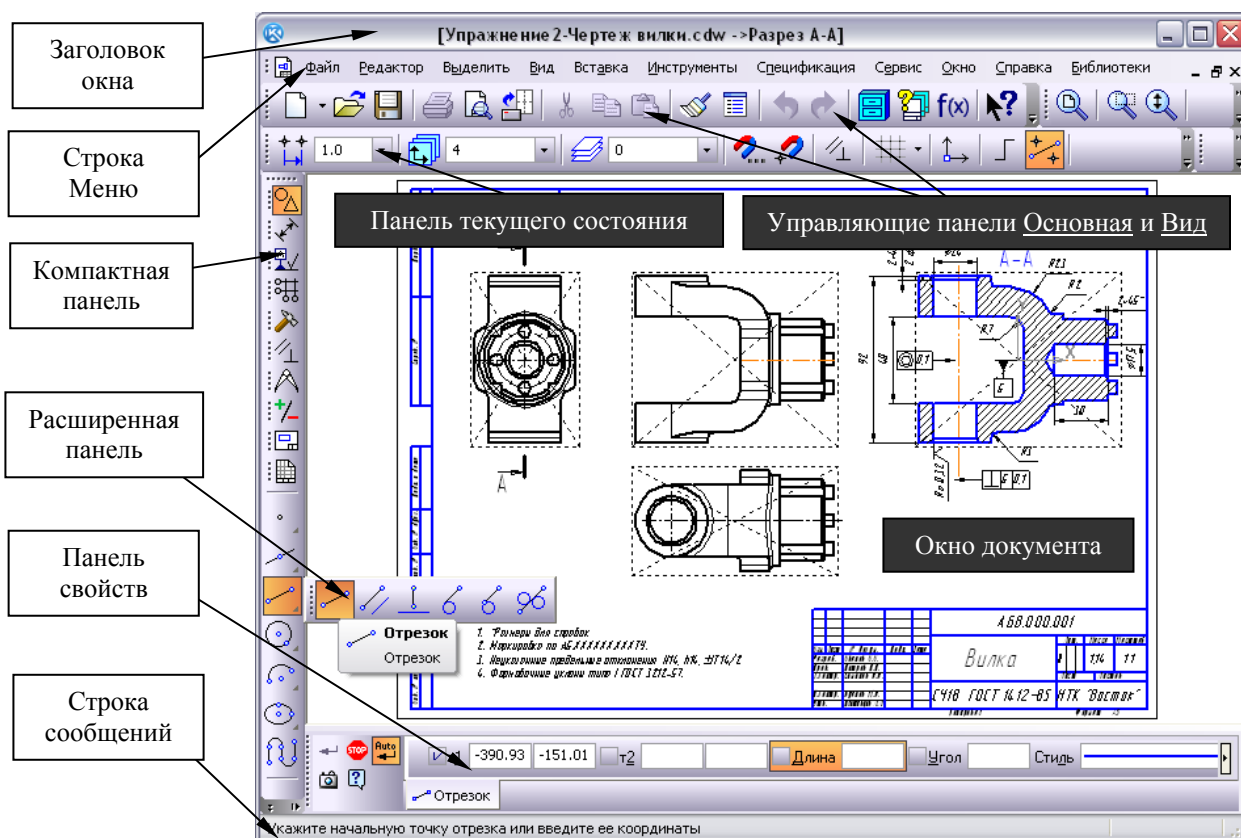


Рис.9.17. Основные элементы интерфейса.

На панели текущего состояния отображаются параметры текущего документа — вид (если документ является листом чертежа), слой, масштаб отображения в окне и ряд других параметров: шаг курсора при перемещении клавишами, его текущие координаты, и др. (рис. 9.18.)

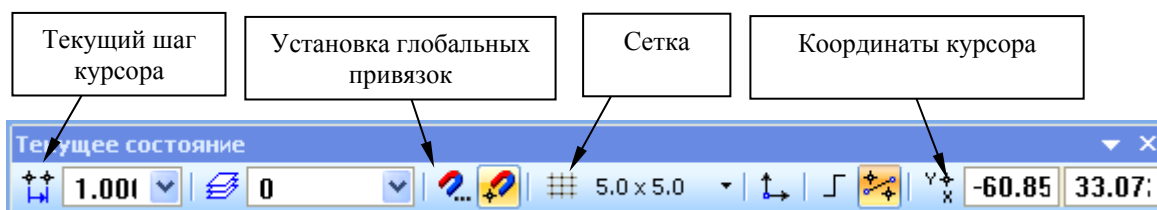


Рис. 9.18. Панель текущего состояния.

Компактная панель (КП) по умолчанию находится в левой части окна системы (рис. 9.19). Она состоит из восьми отдельных инструментальных панелей (ИП). Каждая ИП содержит набор кнопок переключения, сгруппированных по функциональному признаку. Сразу после запуска системы автоматически включается кнопка геометрия и открывается ИП геометрия (рис.9.19).

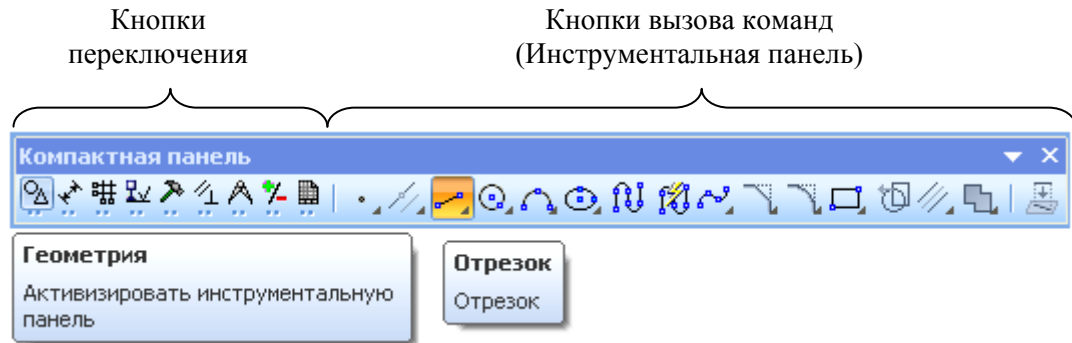


Рис 9.19. Компактная панель.

Состав КП зависит от типа активного документа. Активизация ИП производится с помощью кнопок переключения.

Примечание! Наиболее часто используются ИП Геометрия, ИП Редактирование и ИП Размеры. ИП Геометрия служит для ввода любых геометрических примитивов, вспомогательных построений и заливки объектов. ИП Редактирование служит для редактирования, копирования и точного перемещения объектов; операций симметрии, копирования и тп. ИП размеры служит для простановки любых типов размеров.

Панель свойств (ПС) служит для управления процессом выполнения команды выбранной на одной из инструментальных панелей.

В состав панели свойств входят: Панель специального управления ПСУ, вкладки, область выбора вкладки, поля ввода значений. На рисунке 9.20 показана ПС команды ввод отрезка инструментальной панели геометрия. Команда отрезок имеет одну вкладку, поля ввода координат точек начала - t_1 и конца отрезка - t_2 , его длины, угла и выбора стиля линии.

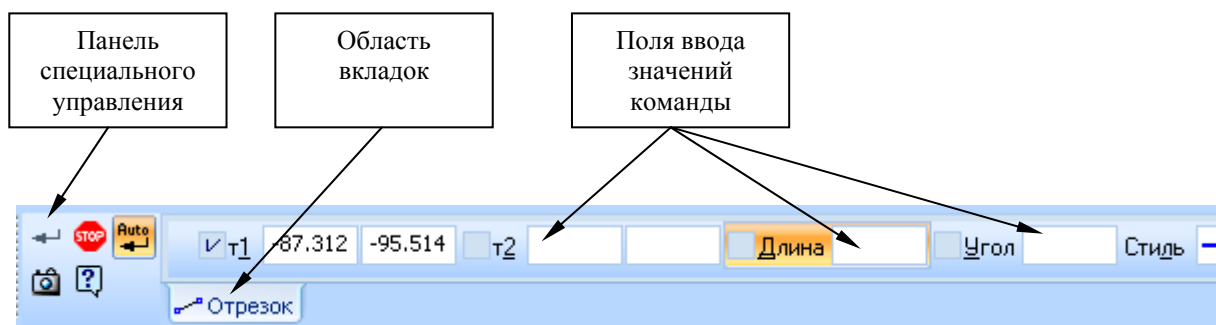


Рис.9.20. Панель свойств команды отрезок

9.2.3. Система помощи

Программа Компас-3D обладает мощным встроенным инструментом помощи. Эффективное использование инструмента помощи, облегчит и увеличит скорость освоения программы.

Доступ к основной системе помощи программы Компас осуществляется через меню справка в строке меню. Меню Справка состоит из нескольких разделов (рис. 9.21).

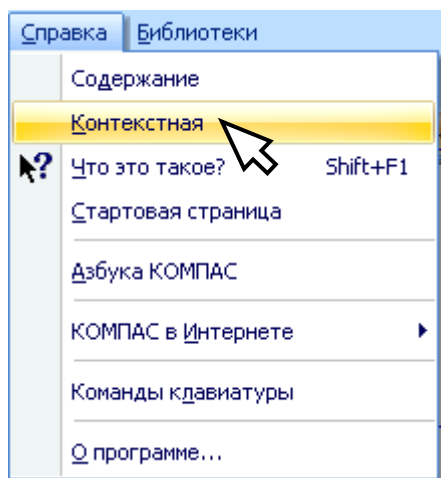



Рис 9.21. Меню основной системы помощи.

Среди подразделов меню справка часто используемой является контекстная помощь, которая позволяет вывести на экран страницу справочной системы со сведениями о выполняемой в данный момент команде, о параметре, ввода которого ожидает система, или о действующем в данный момент режиме. Для быстрого вызова контекстной справки нажмите клавишу F1.

Например, для вызова информации о команде отрезок  необходимо сначала выбрать данную команду, а затем нажать клавишу F1, при этом на экране отобразится следующее окно (рис.9.22).

В последних версиях программы появились встроенные подробные примеры по созданию 3D моделей деталей и сборок. Для перехода к примерам выбираем меню Справка – Азбука КОМПАС.

Команда **Отрезок**

Позволяет построить произвольно расположенный отрезок.



Для вызова команды нажмите кнопку **Отрезок** на инструментальной панели [Геометрия](#).

Доступно два основных способа построения произвольного отрезка:

- задание начальной и конечной точек отрезка,
- задание начальной точки, длины и угла наклона отрезка.

Если известны начальная (**t1**) и конечная (**t2**) точки отрезка, укажите их. При этом длина и угол наклона отрезка будут определены автоматически.

Если известны начальная точка отрезка, его длина и угол наклона, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, вы можете указать курсором положение точки **t1**, ввести длину в поле на [Панели свойств](#) и задать курсором угол наклона отрезка. При этом конечная точка отрезка будет определена автоматически.



Построение отрезка по двум точкам

[Выбор стиля линии](#)



Чтобы быстро построить несколько отрезков, начинающихся в одной точке, сделайте следующее. При построении самого первого отрезка укажите в качестве начальной точки общую для всех отрезков точку и нажмите кнопку **Запомнить состояние** на [Панели специального управления](#). Затем последовательно построите нужное количество отрезков, задавая их остальные параметры.



Для выхода из команды нажмите кнопку **Прервать команду** на [Панели специального управления](#) или клавишу <Esc>.

Рис.9.22. Информация о команде отрезок.

9.3. Основы 2D черчения в Компас-График

9.3.1. Единицы измерений и системы координат в КОМПАС-ГРАФИК

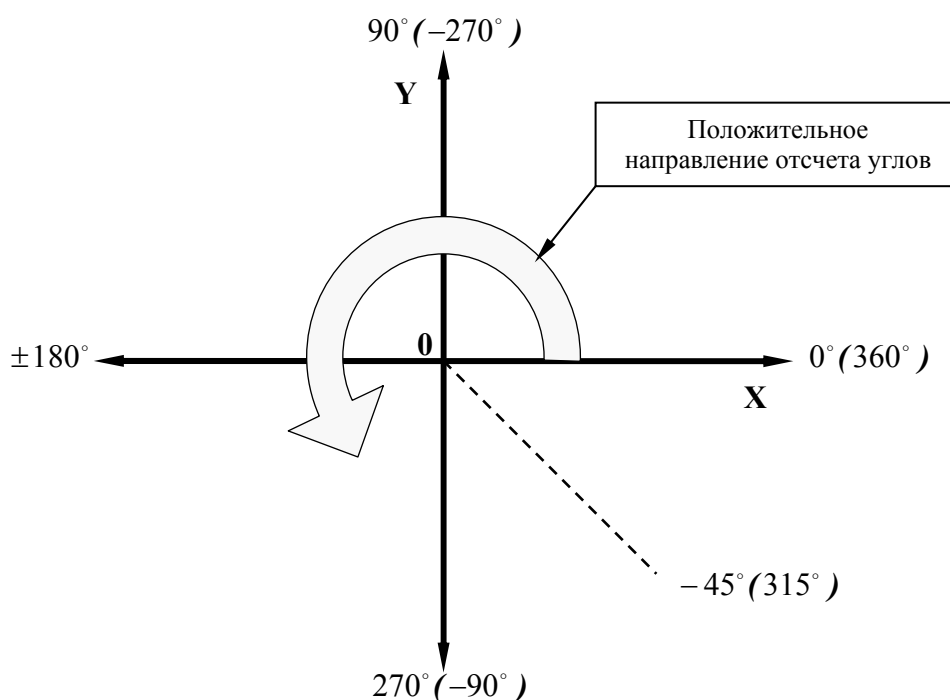



Рис. 9.23. Система координат КОМПАС-ГРАФИК.

В КОМПАС-ГРАФИК используются декартовы правые системы координат (СК). Направление осей координат и отсчета углов показано на рис.9.23 [2].

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата и представлено специальным системным символом

начала координат .

Начало системы координат фрагмента не имеет такой четкой привязки, как в случае чертежа. Поэтому, когда открывается новый фрагмент, точка начала его системы координат автоматически отображается в центре окна.

Расстояния между точками на чертежах и фрагментах вычисляются и отображаются в миллиметрах. Размеры линейных величин также всегда вводятся в миллиметрах. Угловые величины вводятся в градусах. И те и другие можно вводить только в виде десятичных чисел. Целая часть числа от дробной отделяется символом точка.

9.3.2. Создание и настройка нового чертежа

Предположим, необходимо создать новый чертеж с именем Подставка формата А3, горизонтальной ориентации, типом основной надписи Чертеж Конструкторский, последующие листы и сохранить его на жестком диске в папке с именем \Аксессуары.

1. Запустите КОМПАС-ГРАФИК LT.

Для создания нового чертежа откройте меню Файл – Создать..., появится диалоговое окно (рис.9.24), выберите чертеж и ОК.

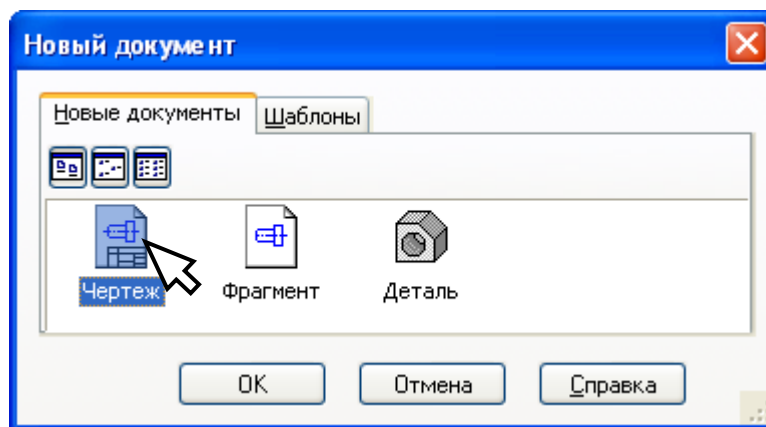



Рис.9.24. Диалоговое окно

После этого на экране появится новый чертеж в масштабе 1:1. В окне документа будет показана его основная надпись - штамп.

2. Щелчком на кнопке показать все  на управляющей панели – вид измените масштаб отображения документа, чтобы увидеть его целиком.

По умолчанию система создает лист формата А4 вертикальной ориентации и с типом основной надписи чертеж конструкторский, первый лист.

3. Изменим параметры документа.

a. Для этого выполним команду Меню Сервис – Параметры.

b. На экране появится диалоговое окно и по умолчанию будет выбрана закладка Текущий чертеж (рис.9.25).

c. В списке разделов в левой части окна выберите Параметры первого листа – Формат. Появятся все параметры, относящие к формату листа.

d. Выберите из меню Обозначение в группе Формат листа – Стандартный размер листа А3.

e. Включите кнопку горизонтальная в группе Ориентация.

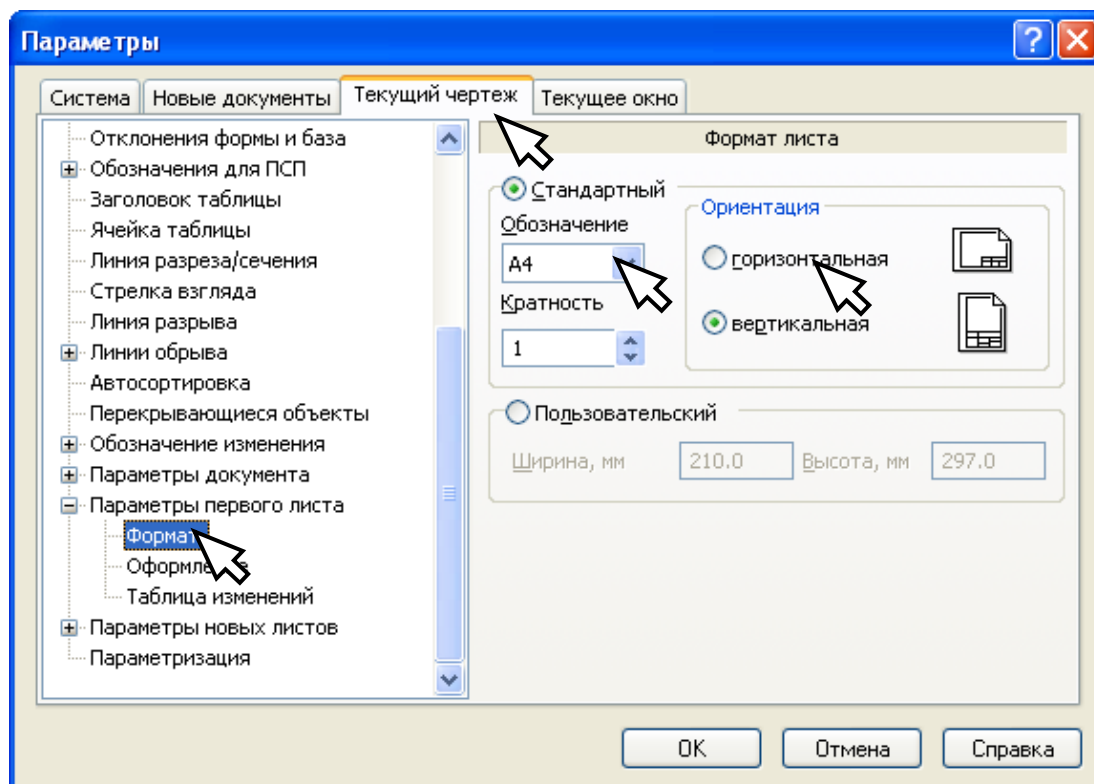



Рис.9.25. Диалоговое окно параметры.

- f. Для смены стиля основной надписи в списке разделов в левой части окна выберите Параметры первого листа – Оформление (рис.9.25).
- g. В появившемся окне щелкните на кнопке раскрытия списка стилей . Найдите и выберите из списка стиль Чертеж конструкторский. Посл. Листы. ГОСТ 2.104-2006 (рис.9.26).

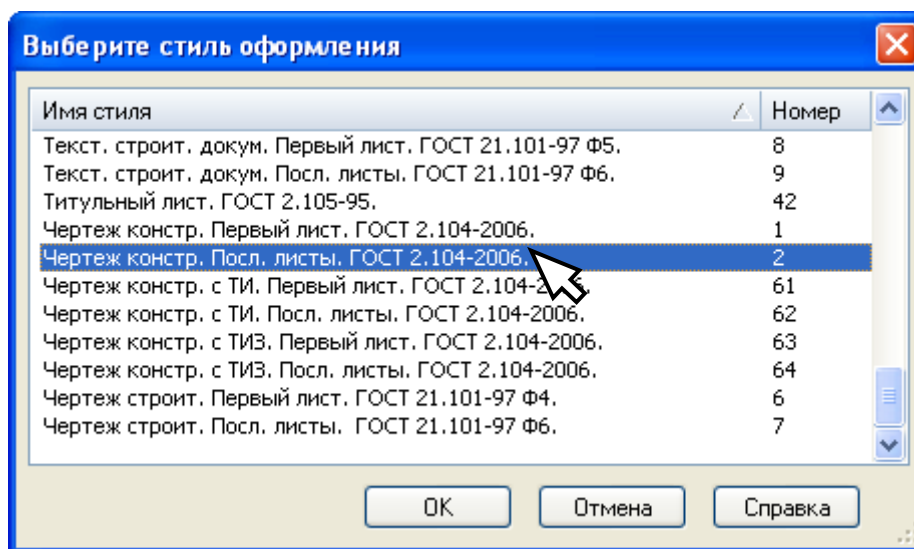

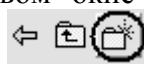


Рис.9.26. Выбор стиля оформления

- h. Настройка параметров документа закончена. Щелчком на кнопке ОК закройте диалоговое окно.
- i. Щелчком на кнопке Показать все  на панели управления измените масштаб отображения документа.


Вы получили лист заданного формата, ориентации и стиля. В таком состоянии новый документ готов к вводу геометрической информации и объектов оформления, т.е. можно начать черчение.

3. Сохраним файл - активируем выпадающее меню Файл – Сохранить как..., в появившемся диалоговом окне создадим директорию D:\Компас, а затем в ней с помощью пиктограммы  создадим папку \Аксессуары, откроем её, в поле File name укажем имя Подставка и нажмем Save.

4. На экране появится последнее диалоговое окно Информация о документе. В этом окне есть два текстовых поля: Автор и Комментарий. Оба они не являются обязательными. В них можно записать все что угодно или не заполнять совсем. В любом случае щелчком на кнопке ОК закройте это диалоговое окно.

9.3.3. Принципы ввода и редактирования объектов

Создание объектов - основной принцип ввода и редактирования геометрических построений, используемых в Компас-график. Под объектом понимается любой элемент вводимой геометрии (точка, отрезок, прямая, прямоугольник, окружность, размеры и т.д.)

Создать объект - значит определить все его параметры. При разработке чертежей с помощью КОМПАС-3D все параметры создаваемых объектов отображаются на панели свойств. В качестве примера на рис. 9.27 приведена ПС элемента окружность , здесь задаются следующие параметры объекта: координаты центра окружности, радиус или


диаметр, стиль линии и т.д. ввод параметров может осуществляться как с помощью клавиатуры непосредственно в поля СП, так и с помощью мышки.




Рис.9.27. Панель свойств команды окружность

Параметры можно разделить на числовые (координаты точки, длина, угол, количество вершин и т.п.) и нечисловые (стиль линии, наличие осей симметрии и т.п.)

Отредактировать объект – значит изменить один или несколько его параметров. Для перехода в режим редактирования дважды щелкните мышью по объекту. После этого на панели свойств появляются те же элементы управления, что и при создании объекта. Вы можете изменить любой параметр, используя вышеописанные способы.

После того, как все параметры объекта будут заданы, необходимо подтвердить его создание, нажав кнопку создать объект  на панели специального управления или нажав комбинацию клавиш Ctrl+Enter.

В большинстве команд создания графических объектов имеется возможность автоматического создания, которое включается на ПСУ кнопкой  (по умолчанию автосоздание объектов включено).

9.3.4.Привязки

В процессе работы с графическим документом постоянно возникает необходимость точно установить курсор в некоторую точку (начало координат, центр окружности, конец отрезка и т.п.), другими словами, выполнить привязку к уже существующим точкам или объектам. Без такой привязки невозможно создать точный чертеж.

КОМПАС-3D предоставляет возможности привязок к характерным точкам (пересечение, граничные точки, центр и т.д.) и объектам (по нормали, по направлениям осей координат) [1].

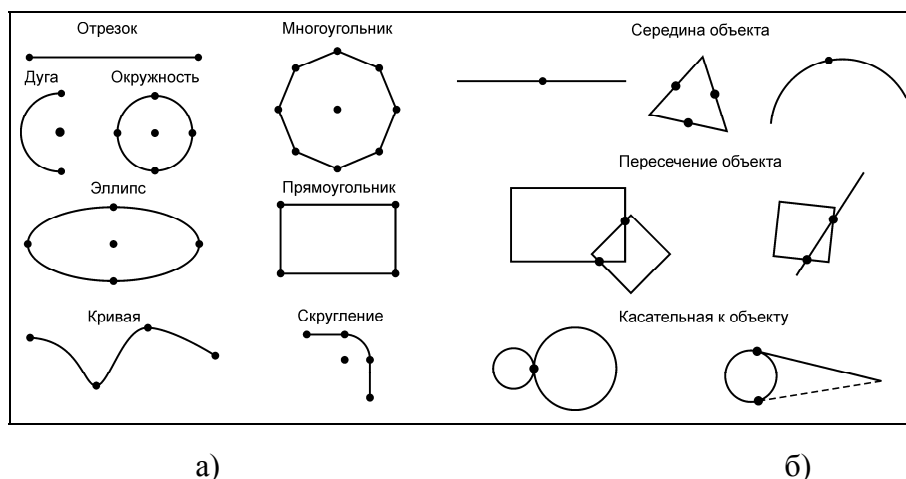


Рис. 9.28. а) характерные точки основных геометрических объектов, б) дополнительные точки.


На рис. 9.28.а характерные точки основных геометрических объектов, доступные для выполнения привязок, показаны явно. При обычном черчении они, не видны, но доступны для выполнения привязок.

При выполнении операций привязок на основе характерных точек система может вычислить некоторые дополнительные точки: средние точки отрезков и дуг, точки пересечения и касания объектов и т.д. (рис.9.28.б).

Все команды привязок объединены в 3 независимых группы: глобальные, локальные и клавиатурные привязки.

Глобальные привязки


В отличие от других типов привязок, глобальная привязка (если она установлена) всегда действует по умолчанию при выполнении операций ввода и редактирования. Например, если выбран вариант глобальной привязки к пересечениям, то при вводе точки система автоматически будет выполнять поиск ближайшего пересечения в пределах «ловушки» курсора. В том случае, если пересечение будет найдено, точка будет зафиксирована именно в этом месте.

Кнопка для вызова диалога настроек глобальных привязок расположена в строке текущего состояния  (рис.9.30.а). После нажатия этой кнопки на экране появится диалоговое окно Установка глобальных привязок (рис. 9.30.б).

- Динамически отслеживать. Включение этой опции позволяет выполнять системе расчет привязок при каждом перемещении курсора, то есть «на лету».

- Отображать текст. В активном состоянии опции, рядом с курсором будет отображаться текст с именем действующей в данный момент привязки. Эту опцию нужно держать постоянно включенной.

- Шаг угловой привязки, определяет значение дискретно которому должно изменяться значение угла привязки – Угловая привязка.

- Для того чтобы разрешить/запретить/разрешить действие глобальных привязок необходимо нажать/отжать кнопку  (рис. 9.30.а).

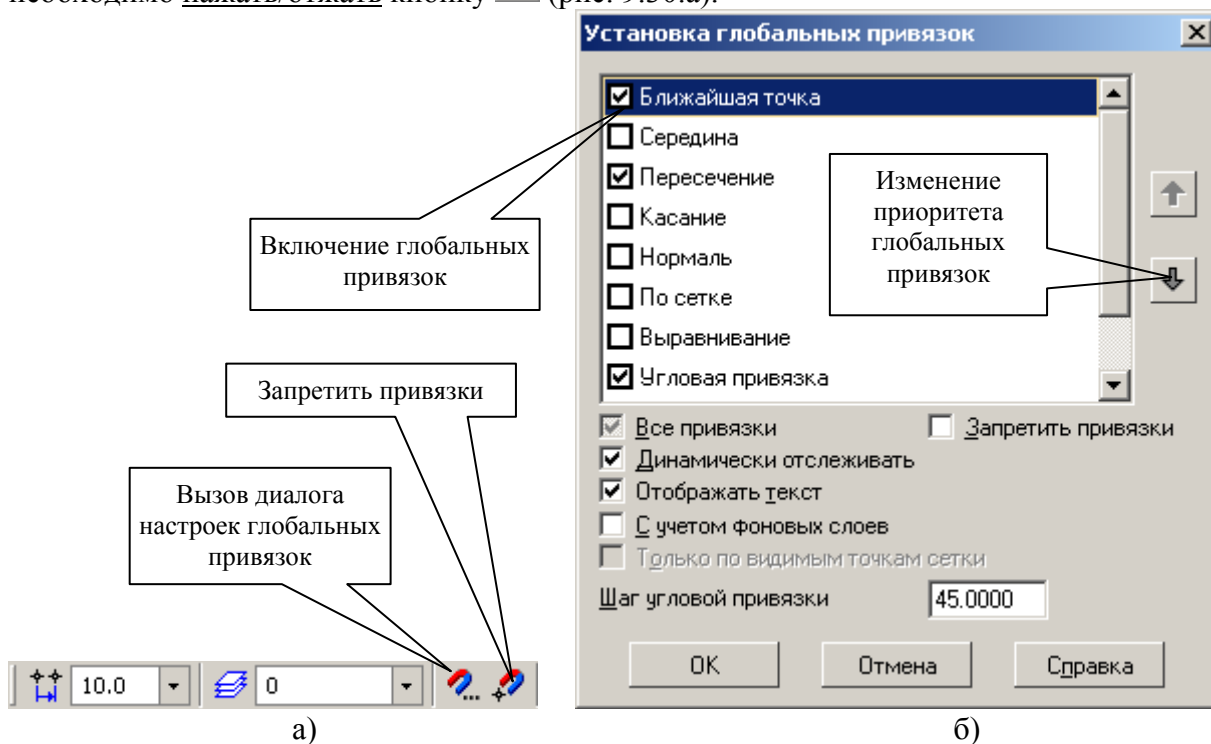


Рис. 9.30. Вызов и настройка глобальных привязок.

Команды привязок:

1. Ближайшая точка - позволяет выполнить привязку к ближайшей характерной точке объекта (например, к начальной точке отрезка).
2. Середина - позволяет выполнить привязку к середине объекта или к середине стороны внутренней рамки листа чертежа.
3. Пересечение - позволяет выполнить привязку к ближайшему пересечению объектов.
4. Касание - позволяет найти точку касания к кривой или окружности, эллипсу и т.д.
5. Нормаль - позволяет выполнить привязку по нормали к объекту.
6. По сетке - позволяет выполнить привязку к ближайшей точке вспомогательной сетки. При этом изображение самой сетки на экране может быть выключено.
7. Выравнивание - при выборе данного способа привязки будет выполняться выравнивание вводимой точки объекта по другим характерным точкам, а также по последней зафиксированной точке.
8. Угловая привязка - при выборе данного способа привязки курсор будет перемещаться относительно последней зафиксированной точки под углами, кратными указанному при настройке привязок значению.
9. Центр - позволяет выполнить привязку к центральной точке объекта, например, окружности, дуги или прямоугольника.
10. Точка на кривой - позволяет выполнить привязку к ближайшей точке указанной кривой.

Дополнительную информацию о меню настроек Глобальных привязок можно получить, используя систему помощи.

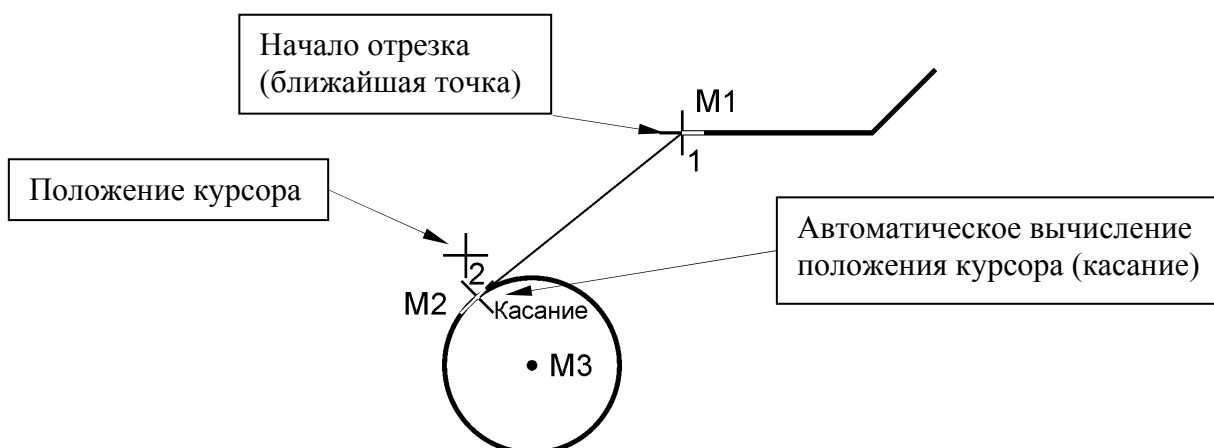


Рис.9.31. Пример построения отрезка M1M2 проведенного из точки M1 касательно к окружности.

На рис.9.31. показан пример построения отрезка M1M2 проведенного из точки M1 касательно окружности. При построении глобальная привязка касательная должна быть включена. Из рисунка видно, что курсор, находясь в пределах «ловушки» касания к окружности, автоматически позиционируется в точку касания, при этом найденная привязка подписывается. Остается только зафиксировать точку M2, завершив построение отрезка.

Примечание! Часто используемыми ГП являются – Ближайшая точка, Пересечение, Угловая и Точка на кривой. Эти привязки рекомендуется оставлять включенными, а остальные использовать по мере надобности. Включать все привязки одновременно нежелательно, так как при большом количестве объектов в поле чертежа курсор постоянно будет перескакивать с места на место и его трудно будет позиционировать.

Локальные привязки

Локальные привязки (ЛП) позволяют выполнять те же самые процедуры, что и глобальные. Однако они обладают двумя важными особенностями:

1. Локальная привязка является более приоритетной, чем глобальная, т.е. при

вызове какой-либо ее команды она подавляет установленные глобальные привязки на время своего действия (до ввода точки или отказа от ввода).

2. Любая из них выполняется только для одного (текущего) запроса точки. После ввода текущей точки активизированная локальная привязка отключается, и система возвращается к выполнению глобальных привязок.

Все локальные привязки собраны в меню локальных привязок (рис. 9.32). Меню будет активно только при выборе какой-либо команды построения (например, ввод отрезка). Для вызова меню на экран во время выполнения команды щелкните правой клавишей мыши в любой точке чертежа.

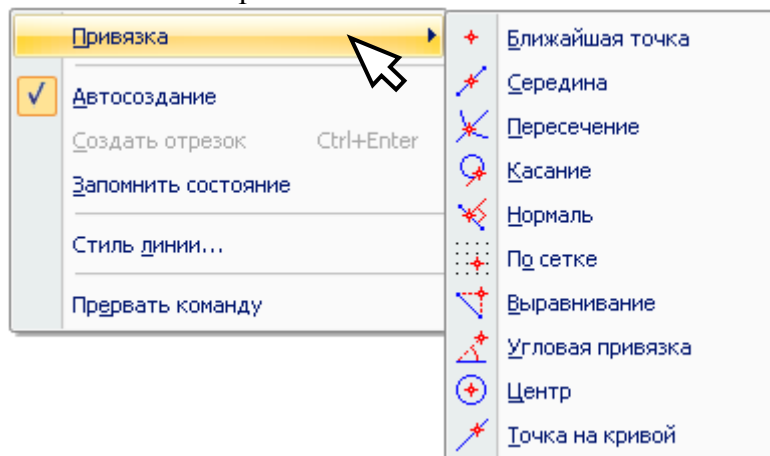



Рис. 9.32. Меню Локальных привязок.

9.3.5. *Вспомогательные построения*

Как было показано выше, необходимым условием точного черчения в КОМПАС-ГРАФИК является использование привязок. С их помощью можно быстро установить курсор в характерные точки существующих объектов на чертеже. Однако если нужная точка отсутствует в явном виде, ее всегда можно найти с помощью вспомогательных построений. Вспомогательные построения являются полным аналогом тонких линий, используемых конструктором при черчении на кульмане, и чрезвычайно широко применяются при работе в КОМПАС-ГРАФИК [1].

Средства построения вспомогательных прямых включают в себя кнопку ввод вспомогательной прямой  и связанную с ней Панель расширенных команд (ПРК) вспомогательных построений. Для вызова ПРК нужно нажать и удерживать кнопку ввод вспомогательной прямой (рис. 9.33).

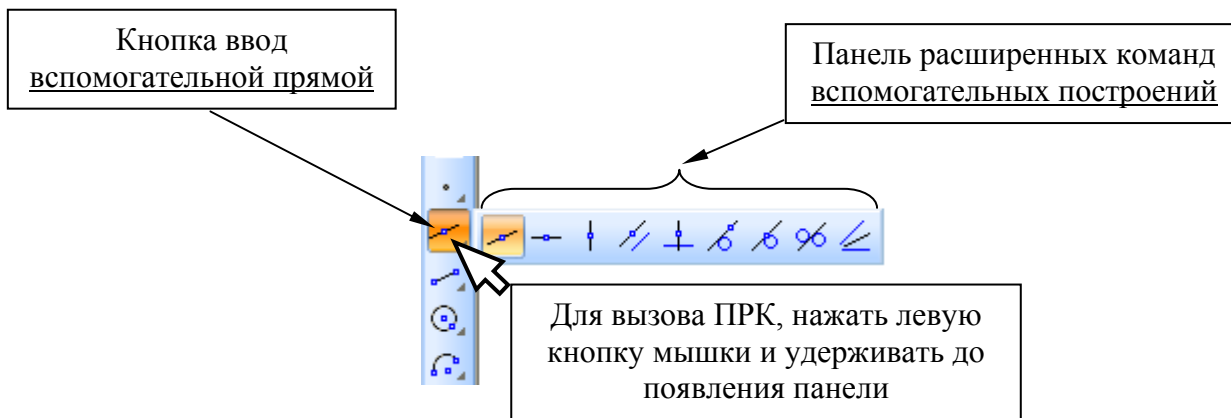


Рис.9.33. Средства построения вспомогательных прямых

Все построенные вспомогательные прямые являются линиями, т.е. бесконечными прямыми, а не отрезками. Они обязательно пересекут весь документ от начала до конца, создавая точки пересечения или касания с другими объектами чертежа. Эти точки также можно использовать в качестве объектов привязки.

После выполнения вспомогательных построений и создания на их основе основных геометрических объектов, вспомогательные линии можно быстро удалить с экрана с помощью команды меню Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки.

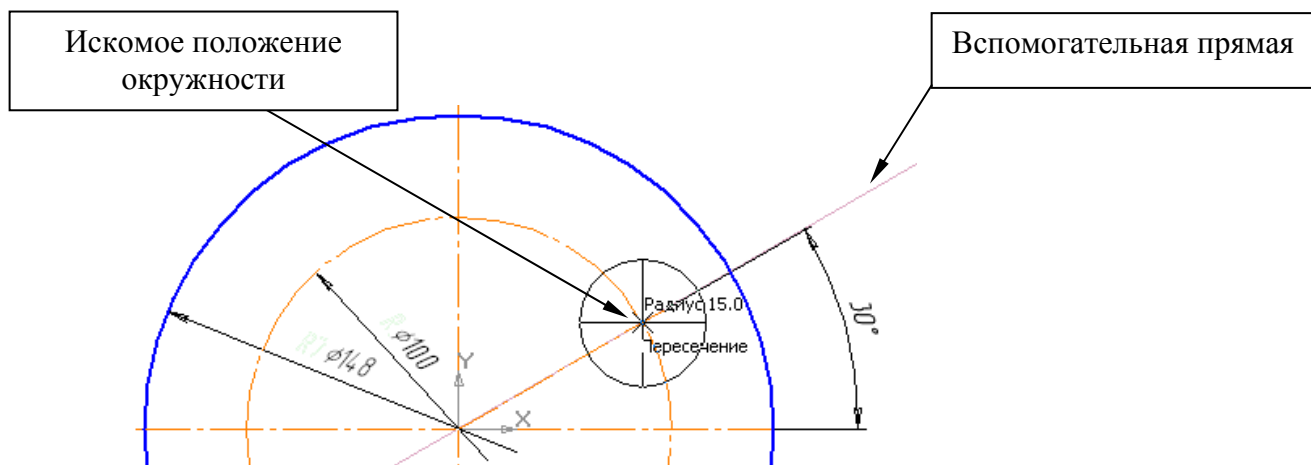




Рис.9.34. Построение окружности $\varnothing 30$ мм, находящейся на пересечении отрезка с окружностью $\varnothing 100$ мм, проведенного из центра под углом 30° .

В качестве примера рассмотрим построение окружности $\varnothing 30$ мм, находящейся на пересечении отрезка, проведенного из центра под углом 30° , с окружностью $\varnothing 100$ мм, (рис.9.33). Для нахождения положения окружности $\varnothing 30$, была проведена вспомогательная прямая из центра под углом 30° . Найденное пересечение определило положение искомого центра окружности.


Примечание! Наиболее часто используются обычная  и параллельная  вспомогательные прямые. При использовании угловой привязки с кратностью угла 45° с помощью обычной прямой очень просто построить горизонталь и вертикаль. Информацию по использованию и построению вспомогательных прямых легко найти с помощью контекстной справки.


9.3.6. Основные правила ввода геометрии

В качестве обобщения пройденного материала ниже приводятся некоторые общие правила, которые нужно учитывать при создании любого чертежа [1]:

1. Черновой вариант чертежа лучше выполнить в документе – фрагмент, т.к. он не имеет границ, и нет необходимости в предварительной настройке чертежа. Окончательный вариант следует перенести в предварительно созданный документ – чертеж, через буфер обмена с использованием команды Меню – Вставка – Вид, если есть необходимость масштабирования чертежа.




2. В зависимости от ситуации черчение можно начать с любого элемента детали и в любом месте чертежа. Можно временно перейти от одного вида к другому для получения нужных элементов, а затем вновь вернуться к первому.


3. При необходимости можно начертить элемент детали временно в любом свободном месте чертежа, а затем переместить подготовленный элемент в нужное положение. Для этого используйте команду ИП – Редактирование – Сдвиг .


4. Если сложный элемент детали должен быть начерчен под углом, гораздо проще начертить его в свободном месте чертежа в вертикальной или горизонтальной ориентации, а затем повернуть относительно характерной точки на заданный угол и перенести в нужное место. Используйте команду ИП – Редактирование – Поворот .

5. Фаски и скругления лучше оформлять после ввода основной геометрии, так как их выполнение приводит к утрате некоторых характерных точек, которые могут понадобиться для выполнения привязок.

6. Основную часть размеров и элементов оформления лучше всего наносить на заключительной стадии выполнения чертежа. Но наиболее принципиальные размеры, определяющие геометрию детали, нужно наносить сразу для контроля правильности выполняемых построений и поиска ошибок, допущенных при вводе параметров объектов.

7. Если обнаружены ошибки построения, не стоит сразу удалять неправильные элементы и строить их заново. В большинстве случаев место ошибки легко отредактировать, командами ИП – Редактирование – Деформация    (сдвигом, поворотом, масштабированием). Однако в некоторых ситуациях гораздо легче просто удалить ошибочно построенные элементы и ввести их заново. В любом случае внесение изменений в документ — это творческий процесс, и зависит от ситуации и опыта конструктора.

8. При наличии в детали нескольких одинаковых элементов, нужно тщательно вычертить только один из них, а остальные получить с помощью команды ИП – Редактирование – Копия .

9. В том случае, если деталь (или отдельные ее элементы) имеет симметричные участки относительно вертикальной, горизонтальной или наклонной оси симметрии. Тогда вычерчивается только один элемент, а симметричные участки строятся с помощью команды ИП – Редактирование – Симметрия .

10. Многие детали часто имеют стандартные элементы: проточки, шпонки и шпоночные пазы, гладкие и резьбовые отверстия и т.д. Такие элементы могут быть достаточно сложными и трудоемкими для вычерчивания, например болты, винты, гайки и другие детали крепежа, подшипники, пружины и т.д. Большое количество таких элементов хранится в прикладных библиотеках КОМПАС-ГРАФИК, и вы можете выгрузить из библиотеки готовый элемент в нужную точку на чертеже.

11. Если в чертежах имеются одинаковые или похожие элементы, нужно, начертив их однажды, оформить их как фрагменты и сохранять в специально для этого созданных папках на жестком диске и при необходимости вставлять в текущий документ. Постепенно накапливая эти типовые элементы, пользователь формирует свои собственные библиотеки.

12. Принцип точного черчения в КОМПАС-ГРАФИК исключает ввод параметров объектов "на глаз". При вводе координат характерных точек элементов и других параметров следует задавать их точные значения в полях панели свойств и пользоваться привязками (глобальными, локальными и клавиатурными).

13. Постоянно используйте аппарат вспомогательных построений. Вспомогательные прямые должны стать вашим постоянным инструментом.

Вопросы и задания для самоконтроля:

Задание 1 (к 9.2). Для применения полученных знаний сделайте следующие действия: 1) создайте документ - чертеж; 2) выберете инструмент отрезок; 3) выведите контекстную справку об этом инструменте; 4) изучите способы построения отрезка; 5) используя инструмент отрезок, постройте отрезки с различными параметрами.


Задание 2 (к 9.3.4). В качестве тренировки сделайте построение, представленное на рис.9.31., используя команды окружность и отрезок, предварительно создав документ фрагмент. Параметры окружности и отрезков – произвольные.

Задание 3 (к 9.3.4). Повторите построение, показанное на рис. 9.31 с использованием локальной привязки.

Пояснение. Последовательность использования локальных привязок следующая. 1) Выбираем команду построения отрезка (окружность и часть ломаной должны быть уже построены). 2) Вводим 1-ю точку М1, нажимаем правую кнопку мышки и выбираем в меню Привязка – Касание (рис.9.32) подводим курсор к области будущей касательной, при захвате курсора в «ловушку» и появлении надписи касание завершаем построение щелчком левой кнопки мышки.

Следует запомнить, что использование привязок является необходимым атрибутом при выполнении любых графических построений. Выполнение построений «на глаз» неприемлемо и является грубой ошибкой!

Задание 4 (к 9.3.5). Прodelайте построение фигуры показанной на рисунке 9.34.

Пояснение. Начинать построение нужно с ввода окружностей диаметрами $\varnothing 100$ и $\varnothing 148$, затем используя инструмент вспомогательная прямая , находим центр третьей окружности, указав в качестве параметров вспомогательной прямой, точку начала прямой (центральная точка окружностей) и угол 30° .

Литература к части 2 (разделам 9.2 и 9.3)

1. Компас-График 5.x. Практическое руководство // АО.АСКОН, Санкт-Петербург, РФ.- 1998.-С. 467.
2. Компас-3D V6. Руководство пользователя. Том 1 // АО.АСКОН.-2003.-С.386.