

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
ЮЗГУ-Людмила Юрьевна
« 15 » _____ 2017 г.



СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА С ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ВАЛА СРЕДСТВАМИ САПР

Методические указания по выполнению лабораторной работы по
курсу «Системы автоматизированного проектирования элементов
конструкций» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и
робототехника»

Курск 2017

УДК 62.231

Составители Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.Я. Мищенко*

Создание чертежа с трехмерной модели вала средствами САПР: методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Системы автоматизированного проектирования элементов конструкций» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов. Курск, 2017. 42 с.

Методические указания содержат сведения по созданию чертежа с трехмерной модели вала. Приведены варианты задания, пример создания чертежа многоступенчатого вала, простановки размеров, допусков и шероховатости.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим объединением (УМО).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 1,4. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 30 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

Задание	4
Ход выполнения работы	4
Создание и настройка чертежа	4
Создание стандартных видов	8
Создание выносного элемента	11
Построение местного разреза	13
Построение разреза	15
Простановка размеров	19
Простановка шероховатости	31
Оформление технических требований	35
Заполнение основной надписи	40
Контрольные вопросы	42
Рекомендательный список литературы	42

Методические указания направлены на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – владение современными информационными технологиями, готовность применять средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности,


ПК-12 - способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями.

Задание

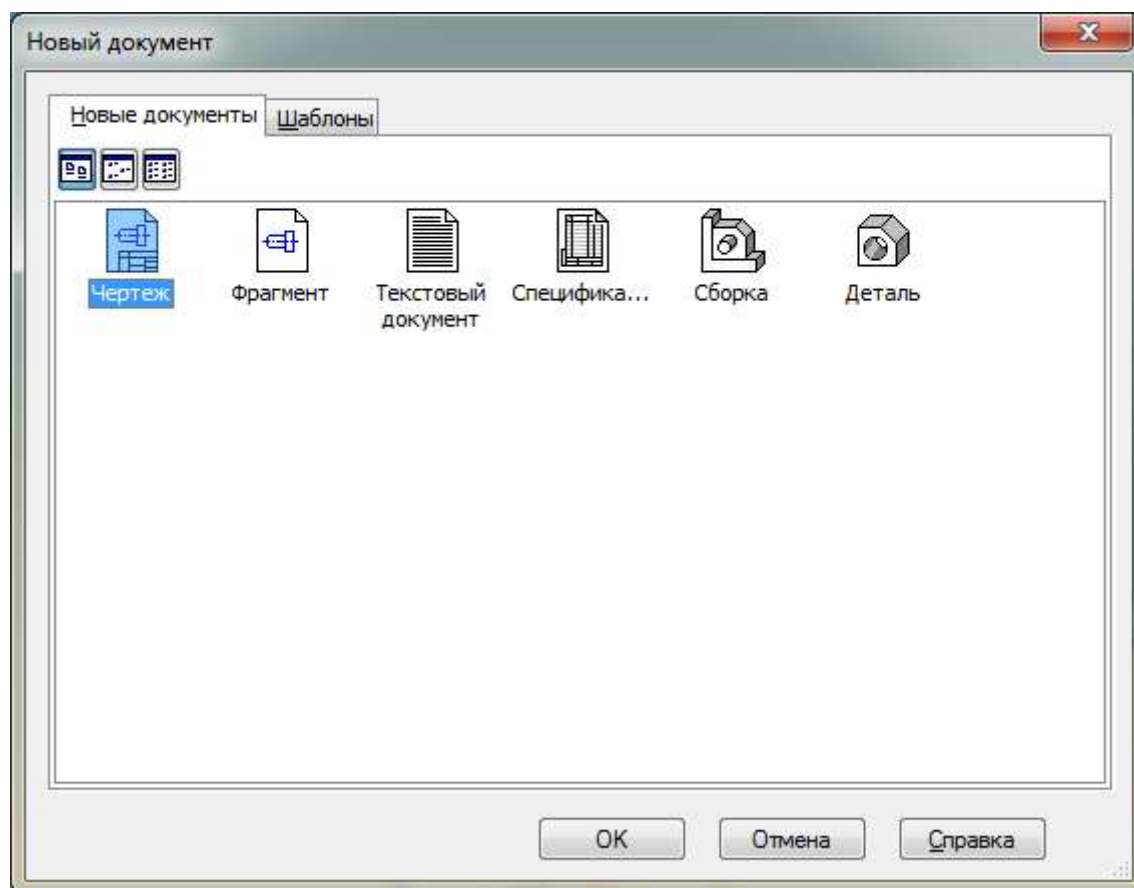
- 1 Построить чертеж с трехмерной модели вала.
- 2 Построить выносной элемент, показав радиус скругления между двумя любыми ступенями вала и фаску на ступени вала.
- 3 Построить разрез, показав один из шпоночных пазов.
- 4 Построить местный разрез, показав второй шпоночный паз.
- 5 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству, отразив это в технических требованиях чертежа.
- 6 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей вала Ra 6,3.


Ход выполнения работы

Создание и настройка чертежа

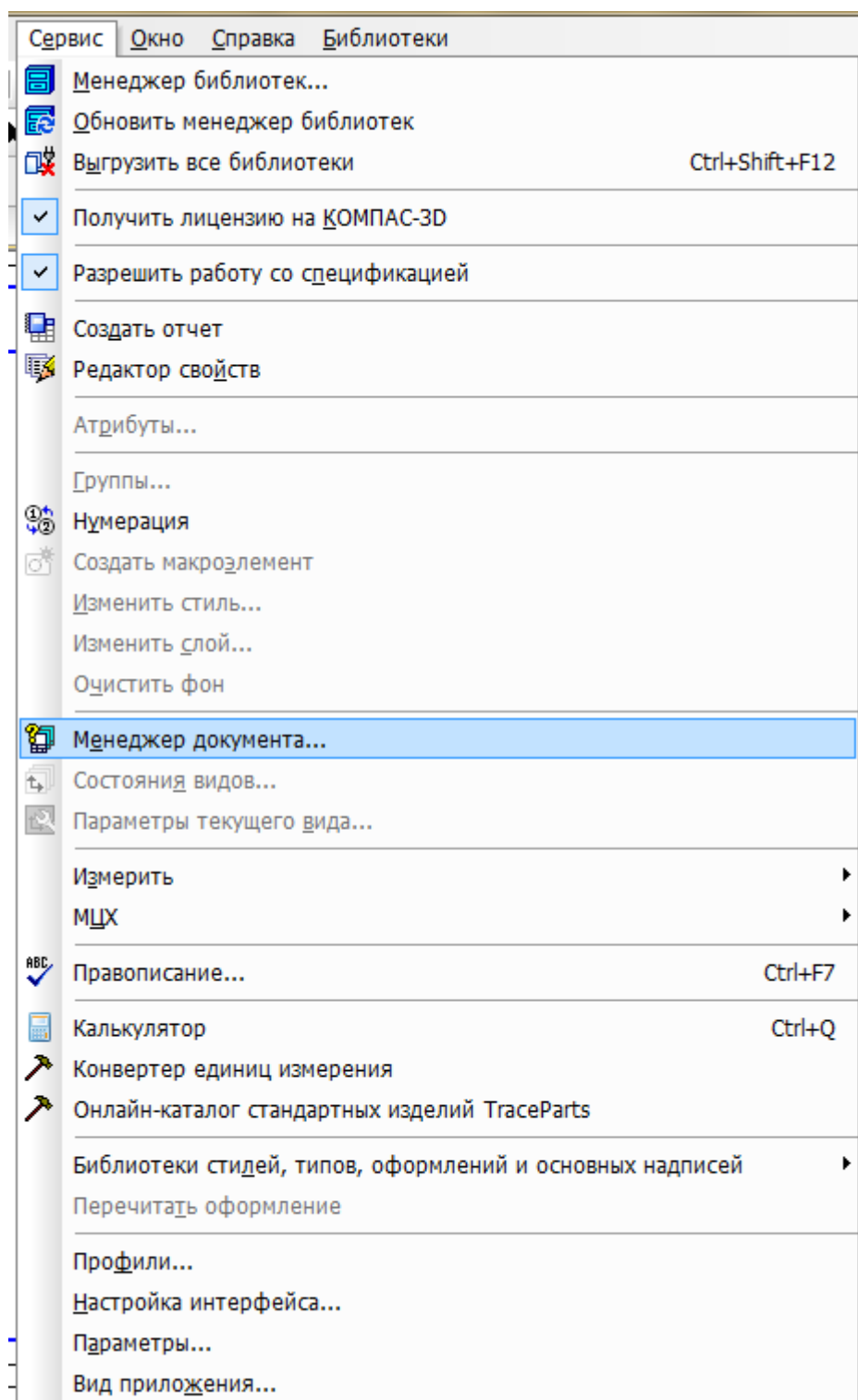
Для создания нового чертежа выполните команду *Файл – Создать* или нажмите кнопку *Создать*  на панели *Стандартная*.

Укажите тип создаваемого документа *Чертеж* и нажмите кнопку *ОК*. На экране появится окно нового чертежа.

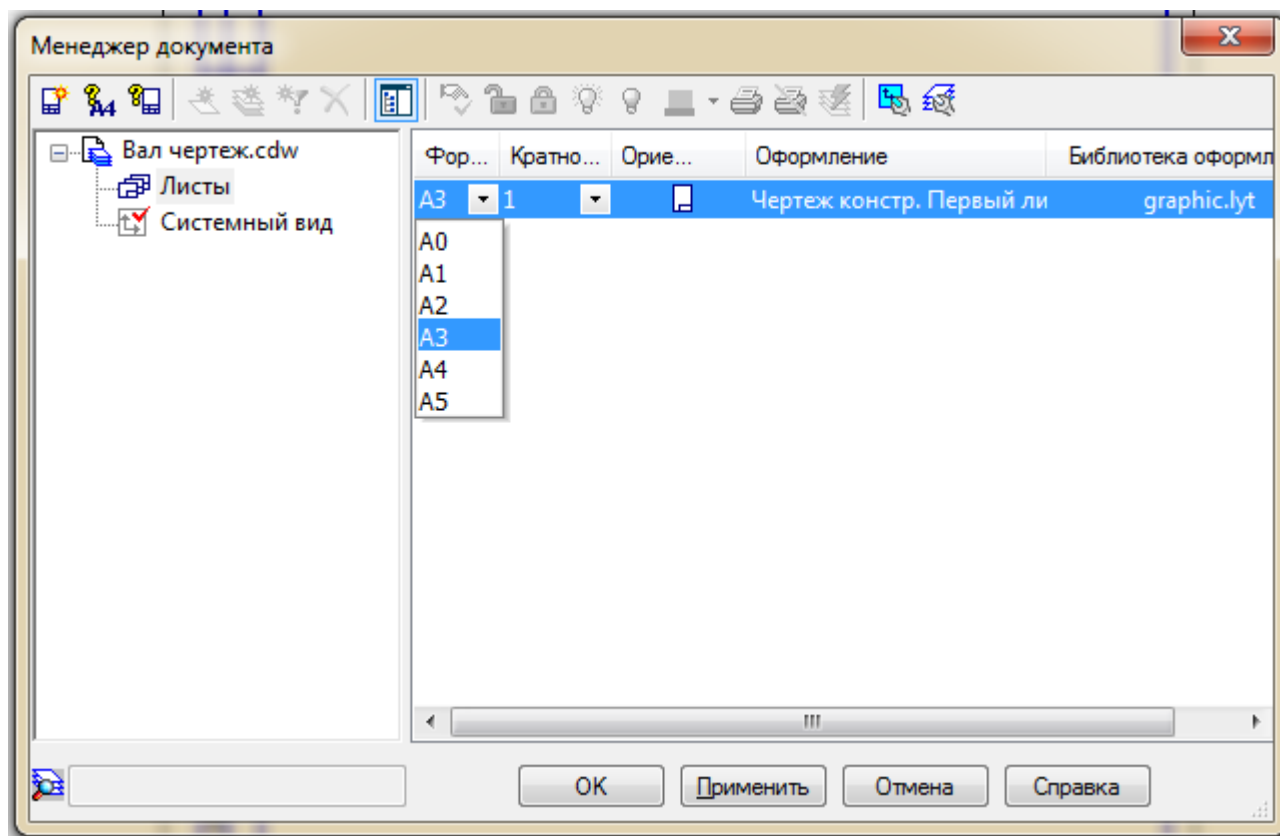


Сохраните  чертеж под тем же именем, что и файл трехмерной модели.

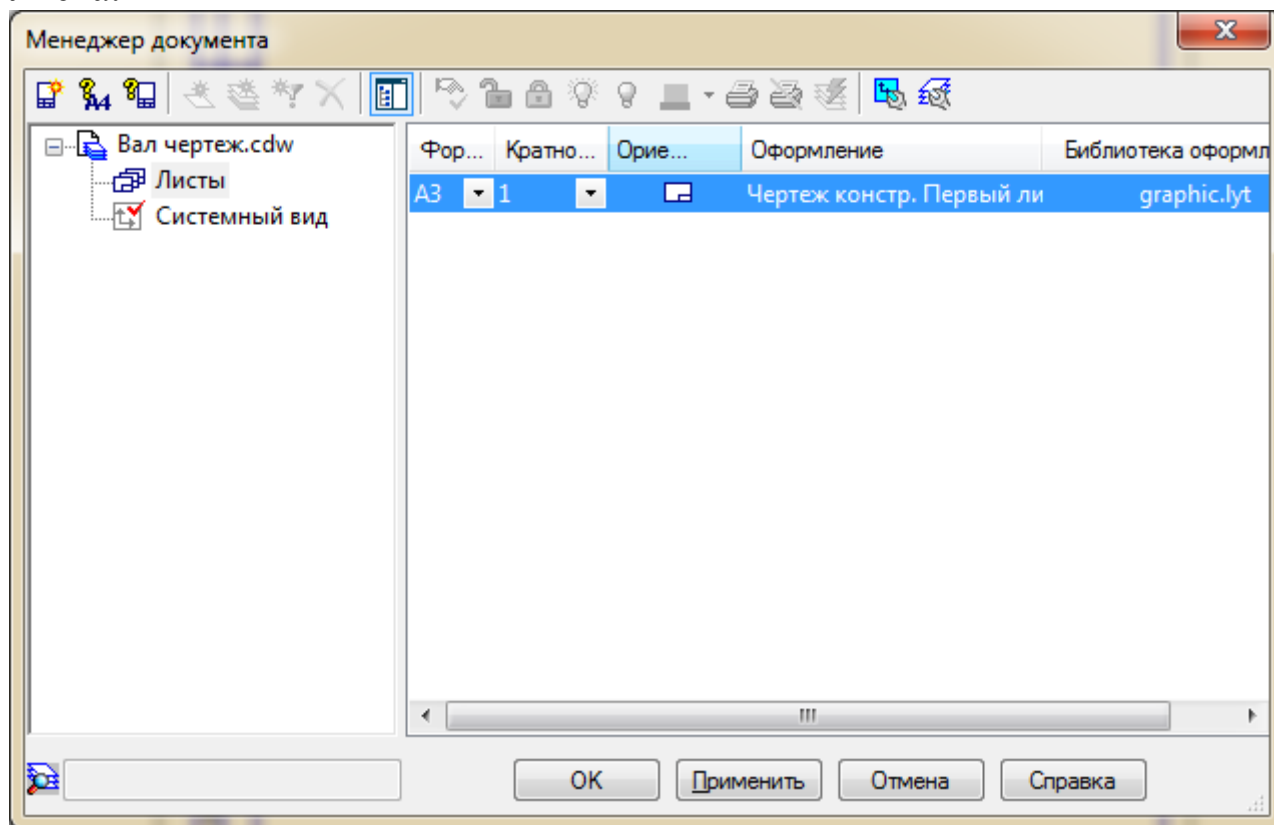
На верхней панели управления выберите вкладку *Сервис*, в открывшемся списке нажмите *Менеджер документа*.



Щелкните мышью на строке параметров листа в правой части окна *Менеджера документа*. Раскройте список и выберите формат, необходимый для изображения детали в нужном масштабе.




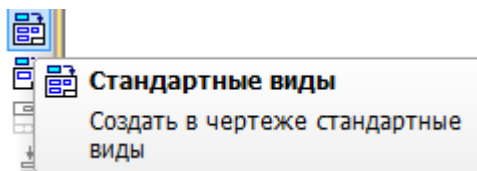
Щелкните на пиктограмме *Ориентация* для выбора ориентации листа.



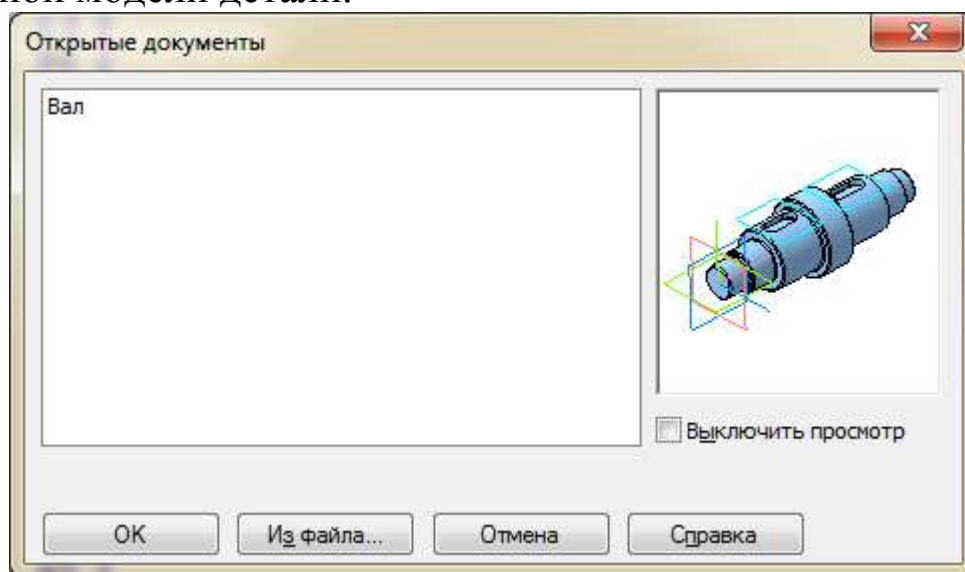
Нажмите кнопку *OK*.

Создание стандартных видов

Нажмите кнопку *Стандартные виды* на инструментальной панели *Виды* .



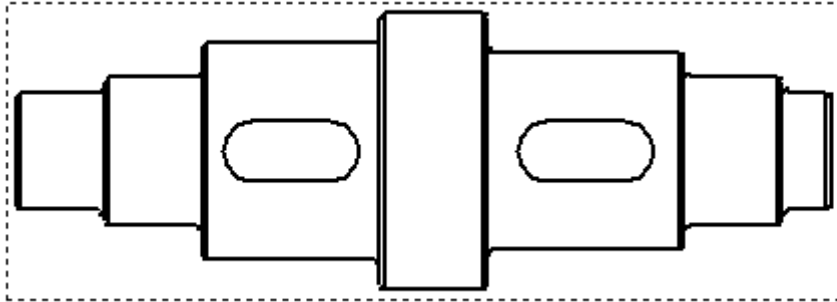
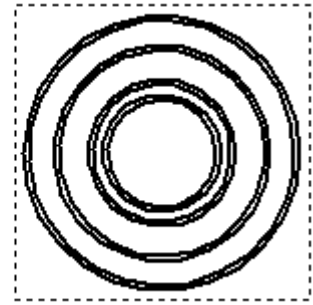
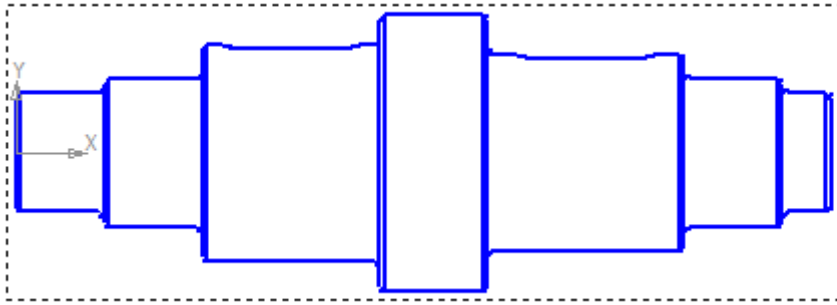
Если выбираемая деталь (Вал) открыта, просто нажмите *ОК*. В противном случае нажмите кнопку *Из файла* и укажите файл трехмерной модели детали.





При необходимости измените масштаб изображения детали, выбрав его значение в раскрывающемся списке на панели свойств.

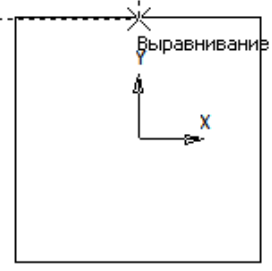
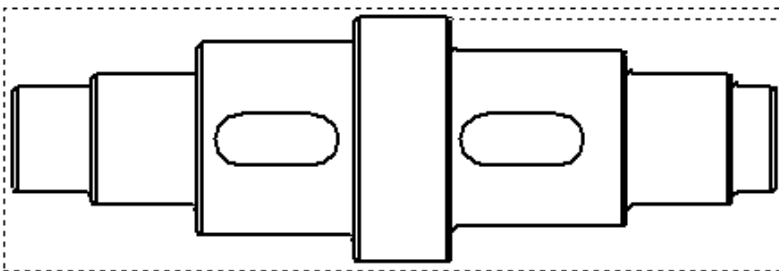
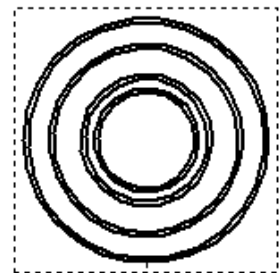
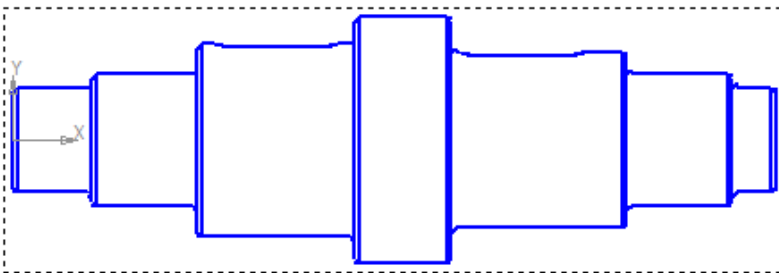


Укажите расположение видов на чертеже, щелкнув на поле левой клавишей мыши. Система построит указанные виды и заполнит ячейки штампа данными из 3D-модели.

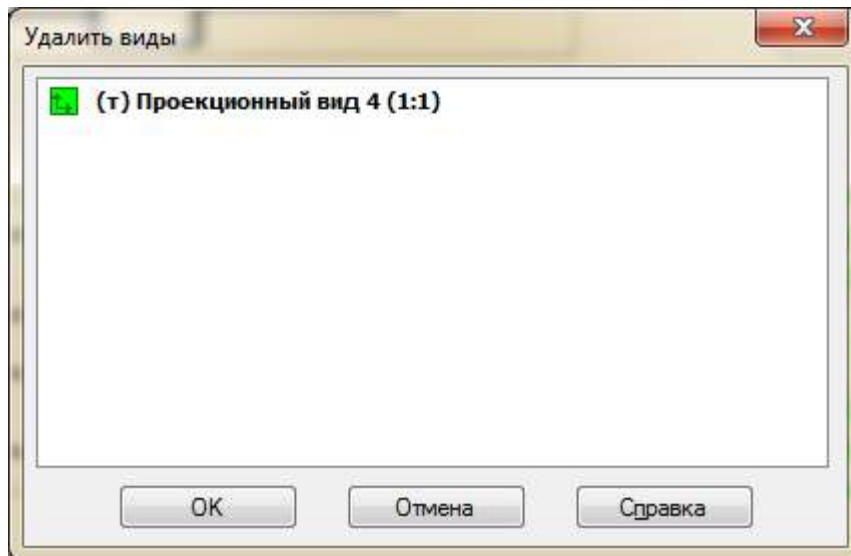
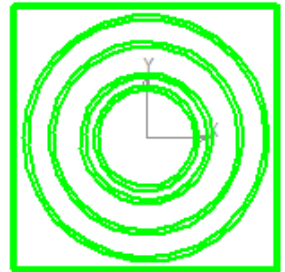
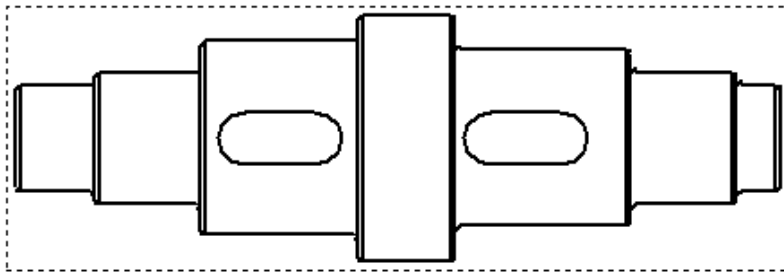
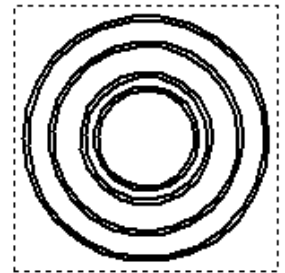
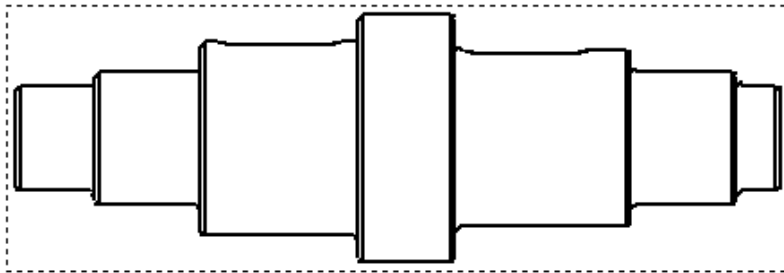


Для удобного размещения нужных видов детали на чертеже можно получить проекционные виды с уже построенных. Для этого на панели инструментов *Виды*  выберите *Проекционный вид* .

Нажмите левой клавишей мыши на пунктирной рамке вида, с которого вы хотите построить проекционный вид, и укажите размещение проекционного вида на чертеже. Ниже показано, что строится проекционный вид с вида сверху, размещается справа от вида сверху.



Для удаления ненужного вида необходимо выделить его, нажав на пунктирной рамке левой клавишей мыши, и нажать *Del*, а затем *OK*.




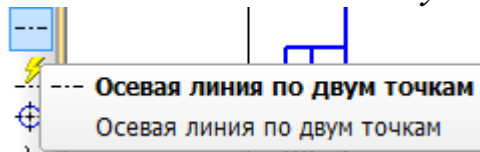
В данном случае достаточно двух из трех построенных автоматически видов, вид слева можно удалить.

Для перемещения вида установите курсор на пунктирную рамку этого вида, которая является признаком ассоциативного вида, то есть вида, связанного с 3D-моделью. Она не выводится на печать и является средством управления видом. Нажмите левую клавишу мыши и, не отпуская клавишу, перетащите вид на свободное место. Так как виды находятся в проекционной связи, то каждый вид можно

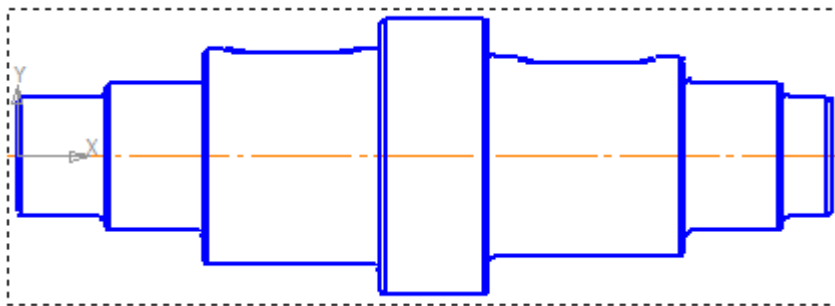
перемещать только в горизонтальном или только в вертикальном направлении.

Внимание! Для работы с видом (построение осевых линий, разрезов, местных разрезов, простановка размеров и шероховатости) необходимо сделать его активным. Реализовывается это двойным щелчком левой клавиши мыши на контурной рамке вида. При этом основные линии становятся синими.

Для построения осевой линии на панели инструментов Обозначения  выберите *Осевая линия по двум точкам*.





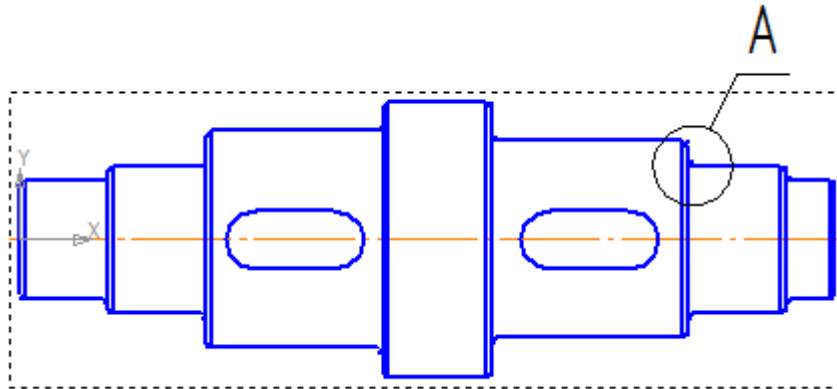
Укажите начальную и конечную точки построения осевой (то есть крайние левую и правую точки вида).



Создание выносного элемента

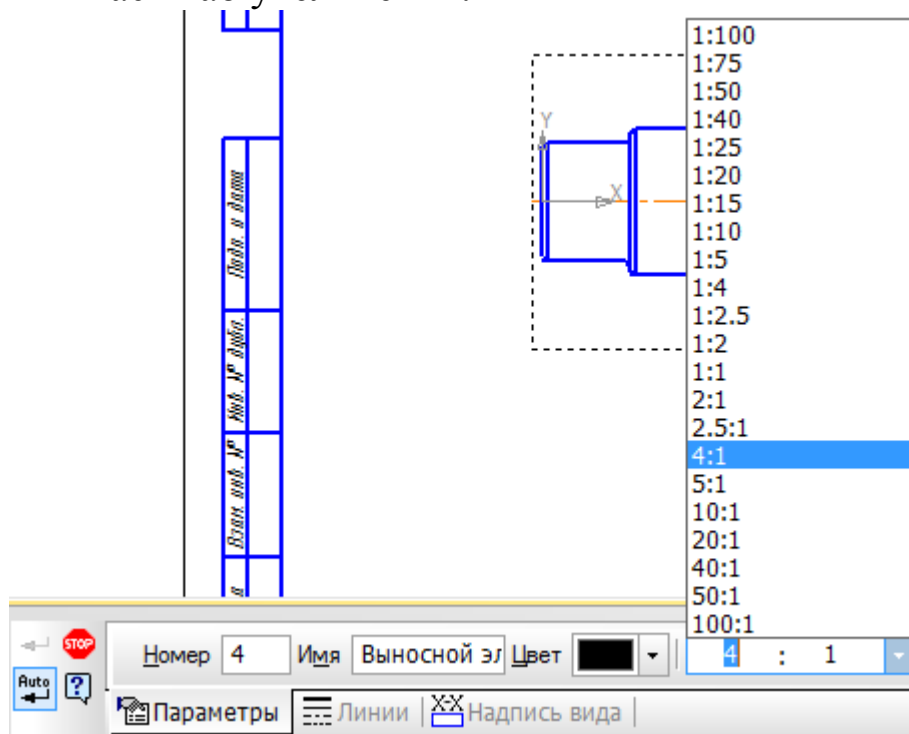
Для удобства указания размеров радиусов скругления и фасок выполним выносной элемент.

Нажмите кнопку *Выносной элемент*  на инструментальной панели Обозначения . Постройте обозначение выносного элемента. Для этого укажите курсором центральную точку контура выносного элемента, затем точку на контуре и точку начала полки.

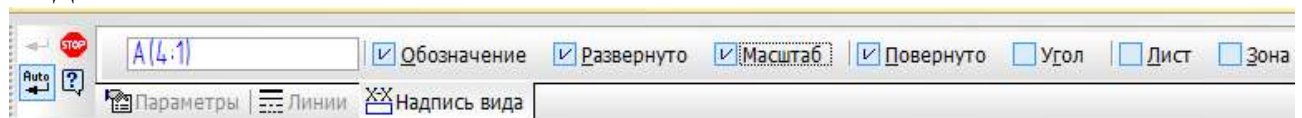


После этого система перейдет в режим автоматического построения выносного вида.

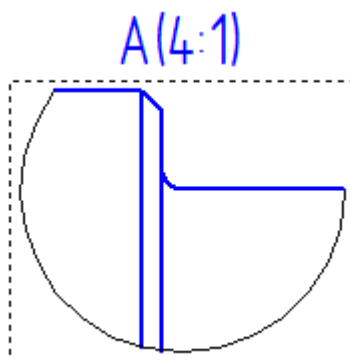
На панели свойств раскройте список поля *Масштаб* и укажите необходимый масштаб увеличения.



Откройте закладку *Надпись вида*. Включите флажок *Масштаб* для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке.





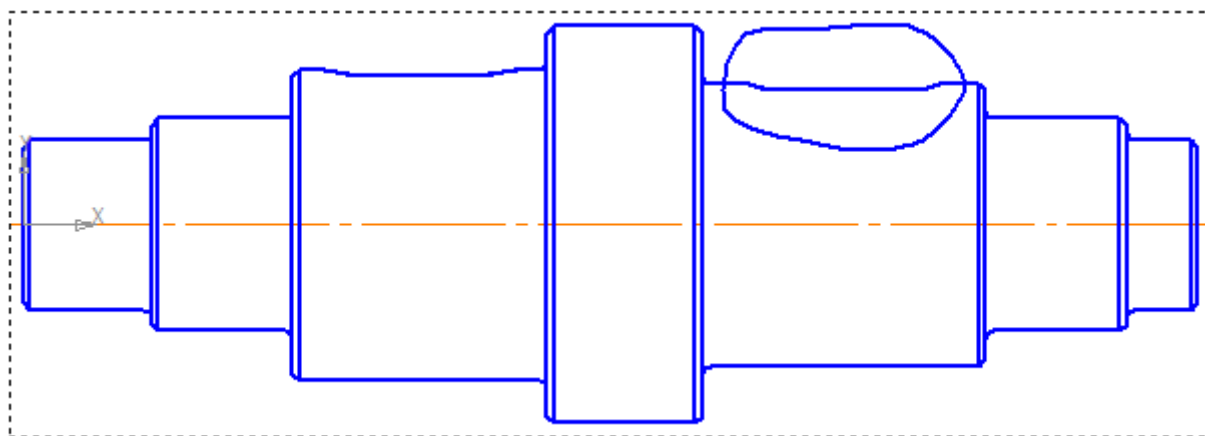
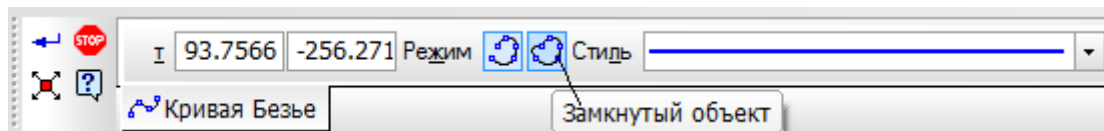
Укажите положение вида на чертеже.





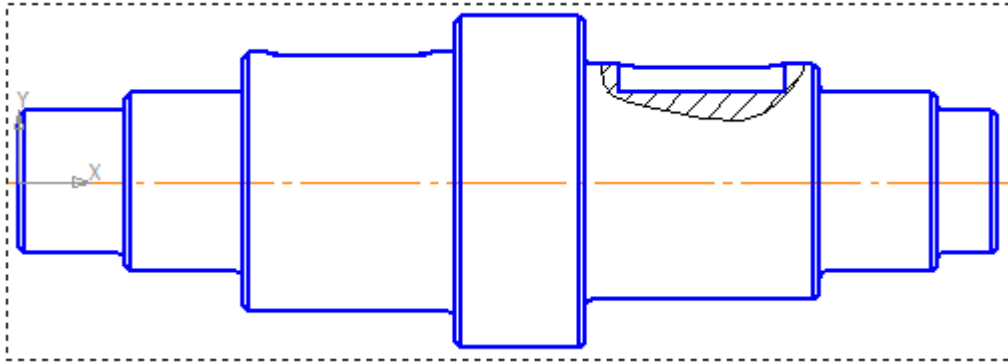
Построение местного разреза

Для того чтобы на чертеже показать глубину шпоночного паза, выполним местный разрез.

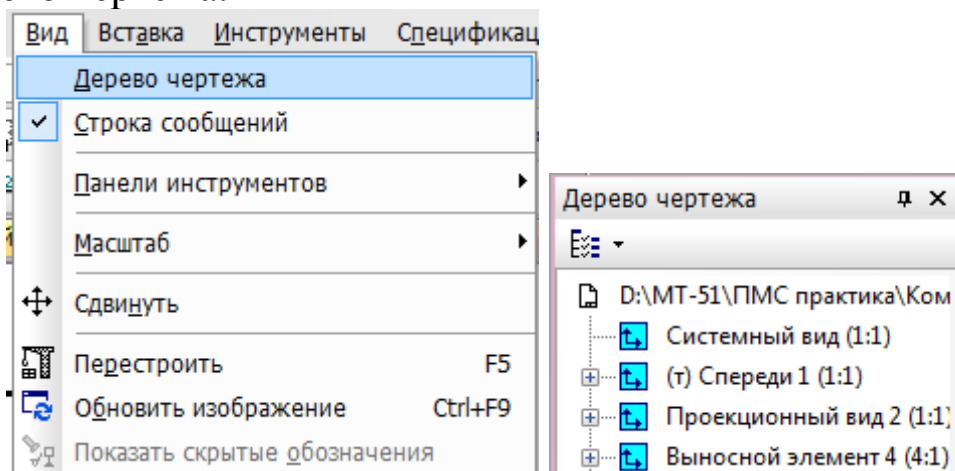
На панели инструментов *Геометрия*  выберите *Кривая Безье* , постройте замкнутый контур на виде спереди в месте шпоночного паза, где необходимо сделать местный разрез. Для создания замкнутого контура на панели свойств выберите команду *Замкнутый объект*.



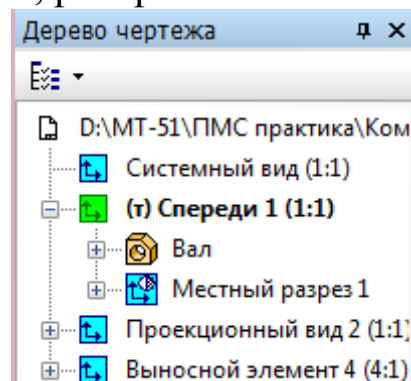
На панели инструментов *Виды*  выберите вкладку *Местный разрез* . Укажите левой клавишей мыши замкнутый контур и покажите положение оси секущей плоскости местного разреза - осевую линию на виде сверху. Система автоматически построит местный разрез.



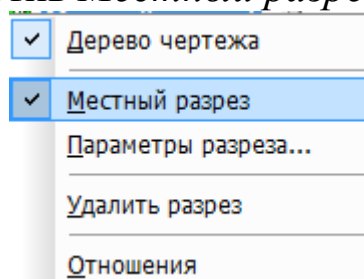
Для редактирования положения местного разреза необходимо вызвать *Дерево чертежа*. Для этого на верхней панели выбираем Вид-Дерево чертежа.



В появившемся слева *Дереве чертежа* выбираем вид, на котором построен местный разрез, раскрываем его






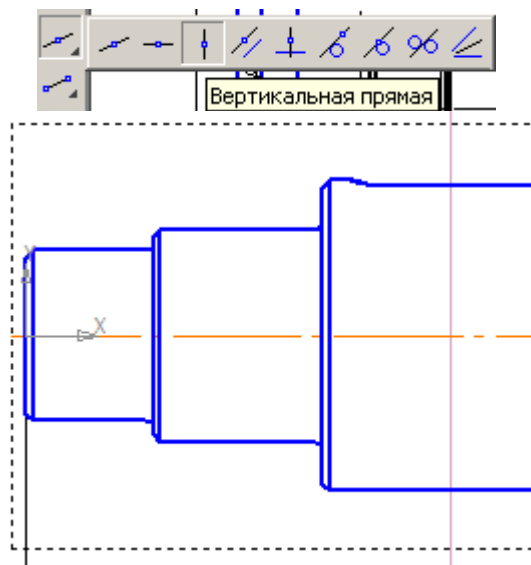
Нажимаем правой клавишей мыши на вкладке *Местный разрез 1* и убираем галочку напротив *Местный разрез*.





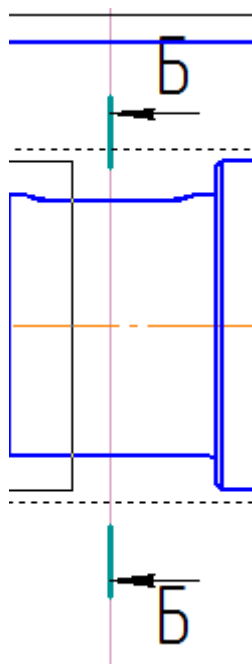
Положение контура, ограничивающего местный разрез, можно изменять. Для построения местного разреза еще раз нажимаем правой клавишей мыши на *Местный разрез 1* и устанавливаем галочку напротив *Местный разрез*.

Построение разреза

Для задания размеров второго шпоночного паза выполним разрез соответствующей ступени вала. Для этого необходимо провести вспомогательную линию в том месте, где должна пройти секущая плоскость, выбрав на вкладке *Вспомогательная прямая* , расположенной на панели инструментов *Геометрия* , *Вертикальную прямую* .

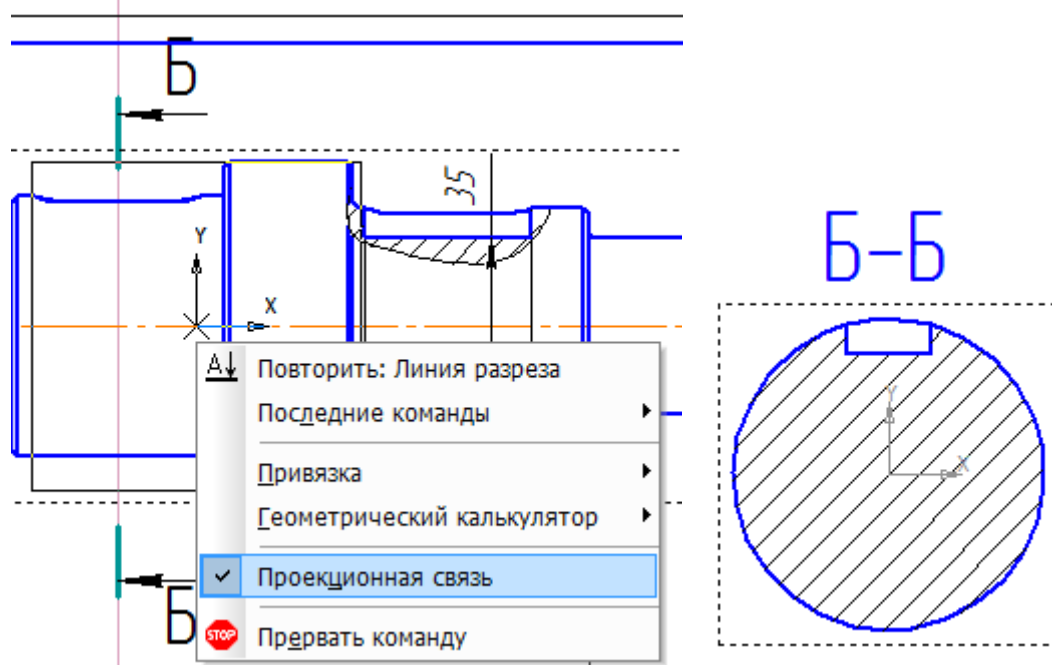


С помощью команды *Линия разреза/Сечения*  инструментальной панели *Обозначения* , постройте линию сечения Б-Б, совместив ее со вспомогательной прямой. Это осуществляется путем указания щелчком левой клавишей мыши расположения верхней и нижней точек, через которые будет проходить линия разреза, а также направления разреза (направления стрелок).

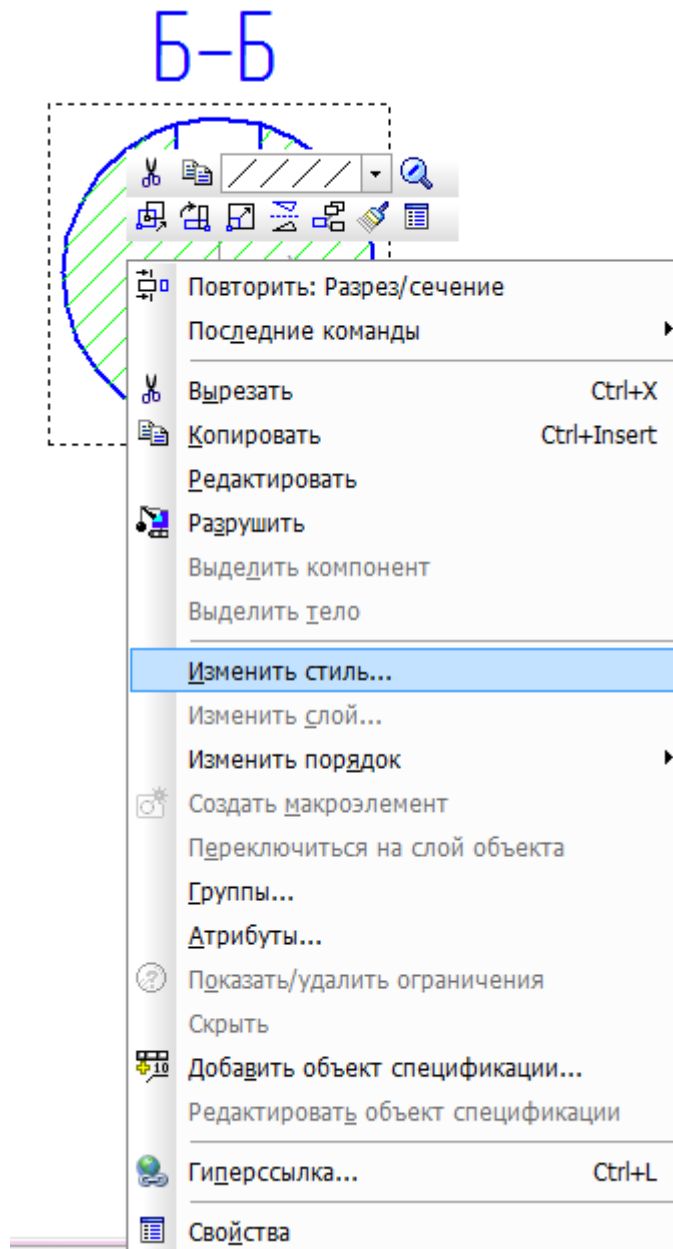


Система перейдет в режим автоматического построения разреза, создаст новый вид Б-Б и сделает его активным.

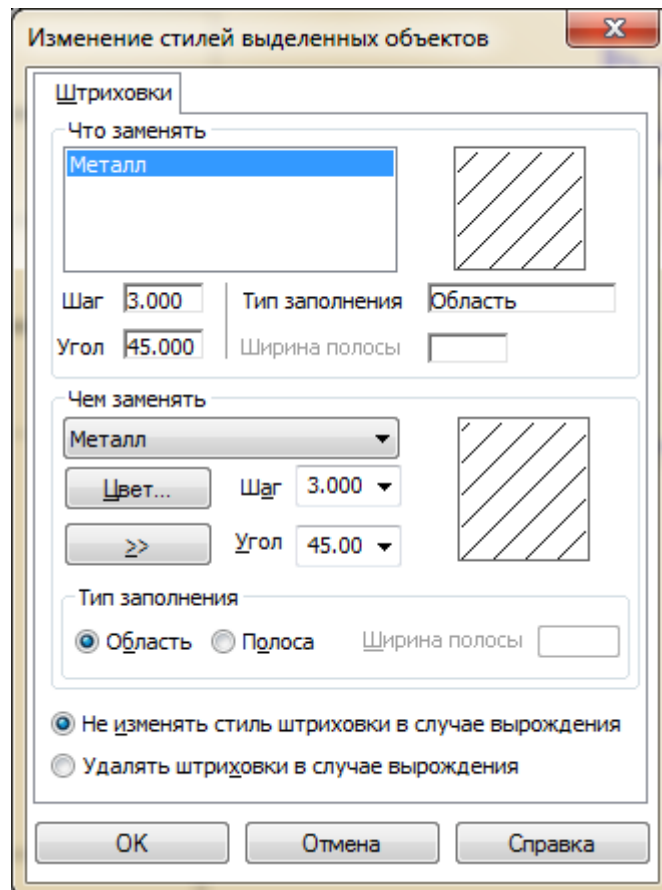
Укажите положение вида на чертеже, щелкнув на поле чертежа левой клавишей мыши. Для размещения вида Б-Б в произвольном месте чертежа нажмите по нему правой клавишей мыши и отключите галочку *Проекционная связь*.





При необходимости можно изменить стиль штриховки детали, нажав на штриховке правой клавишей мыши и выбрав пункт *Изменить стиль*.

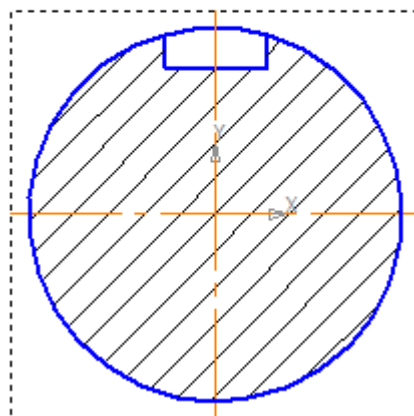


В окне *Чем заменять* выбрать материал детали, а затем задать шаг или угол наклона штриховки.







Для построения обозначения центра окружности ступени вала в разрезе нажмите кнопку *Обозначение центра*  на инструментальной панели *Обозначения* . Щелкните левой клавишей мыши на окружности.

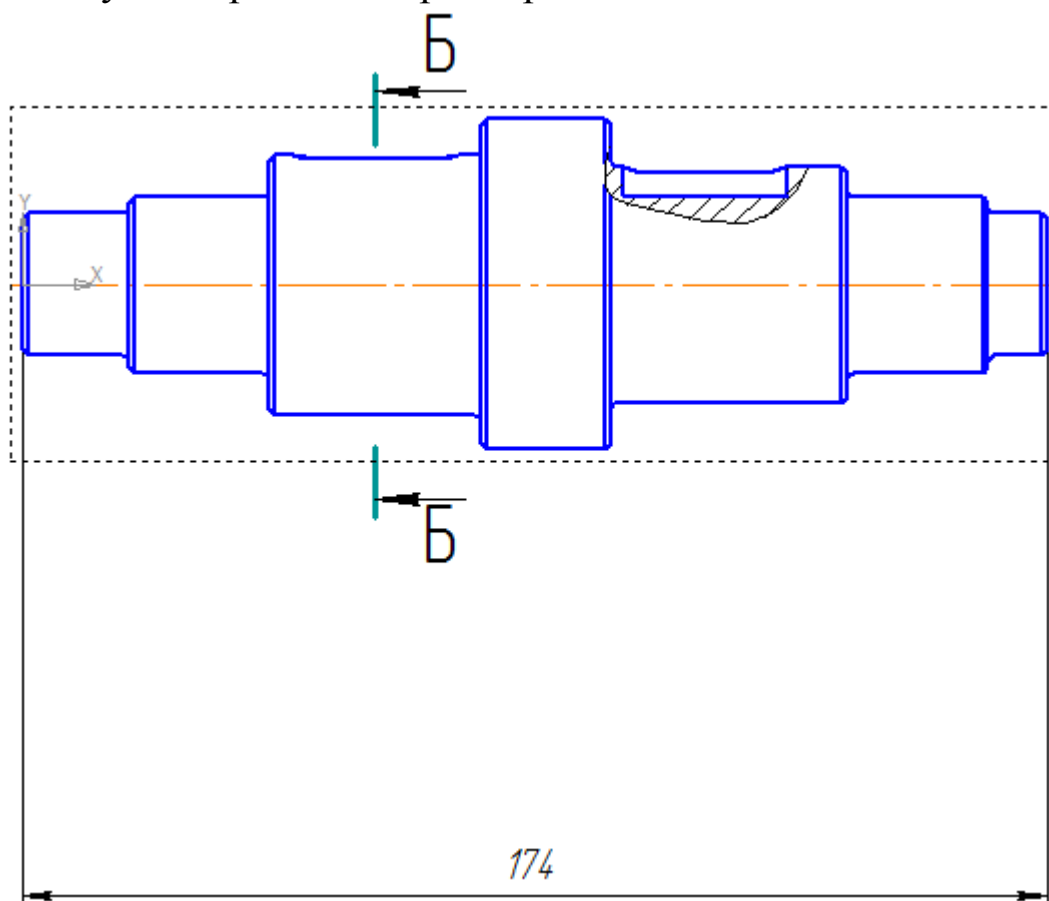
Б-Б



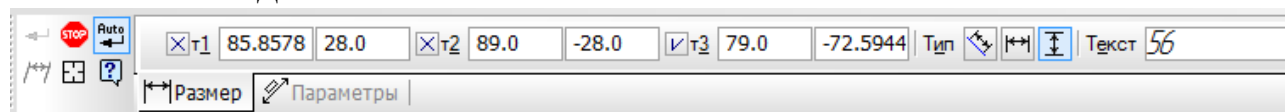
Простановка размеров

Проставим необходимые размеры для изготовления детали Вал. Вначале зададим габаритные размеры – наибольшие значения размеров по трем осям. Для вала это его длина (укажем ее на виде спереди) и диаметр наибольшей ступени вала (на виде сверху).

Для простановки линейных размеров выберите вкладку *Линейные размеры*  на инструментальной панели *Размеры* . На панели свойств выберите *Тип* размера  для горизонтальных размеров,  - для вертикальных. Для задания длины вала укажите две точки, между которыми нужно проставить размер.



Для простановки диаметра наибольшей ступени выполните аналогичные действия. На панели свойств нажмите на поле *Текст*.



Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до /

Символ

Нет \varnothing □ R M Другой...

Значение 56 Авто

Квадрат... h10 Включить

Отклонения +0,00000 Включить

Пределы -0,12000 ±

Единица измерения

Текст после ×45°

Размер в рамке Размер в скобках

Подчеркнуть Круглых Квадратных

φ56

Использовать по умолчанию

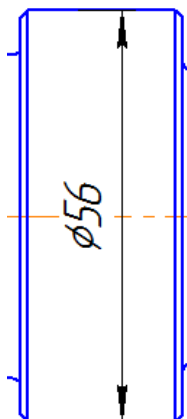
OK Отмена Справка >>

В появившемся окне выберите *Символ*, который будет стоять перед численным значением размера.

Символ

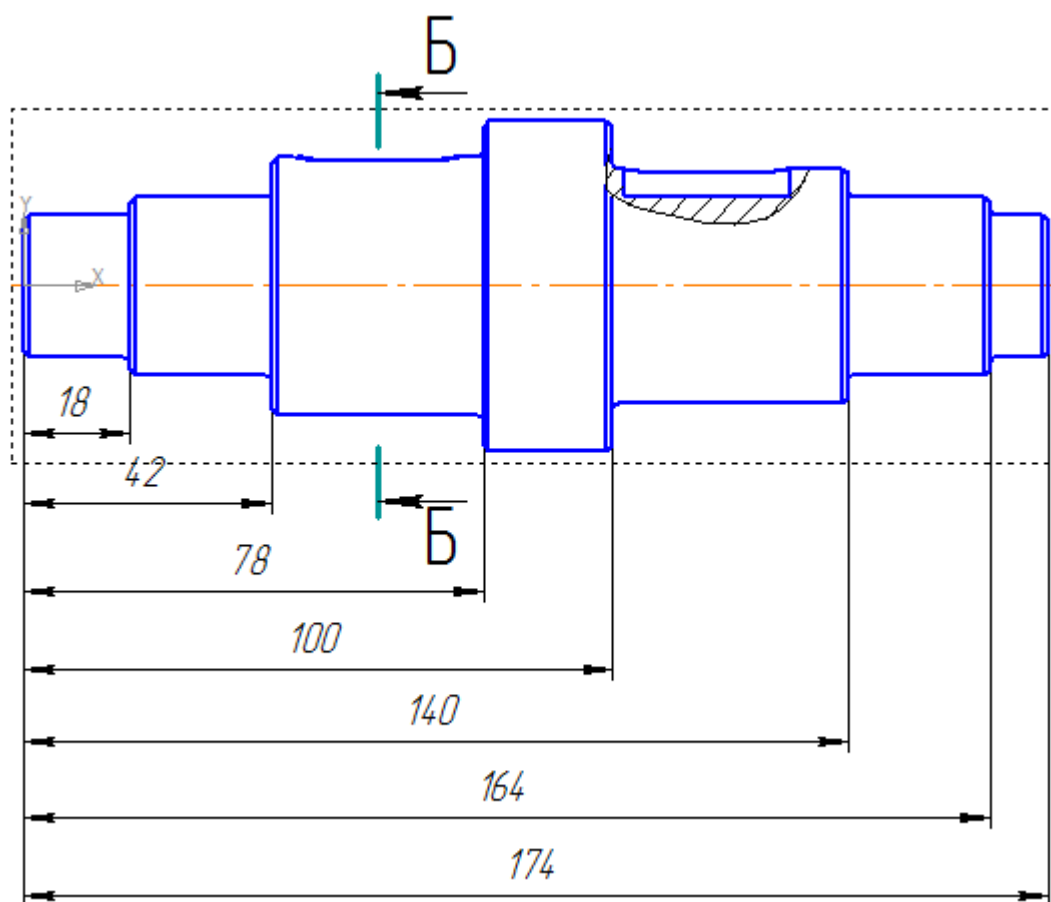
Нет \varnothing □ R M Другой...

Нажмите *OK*.



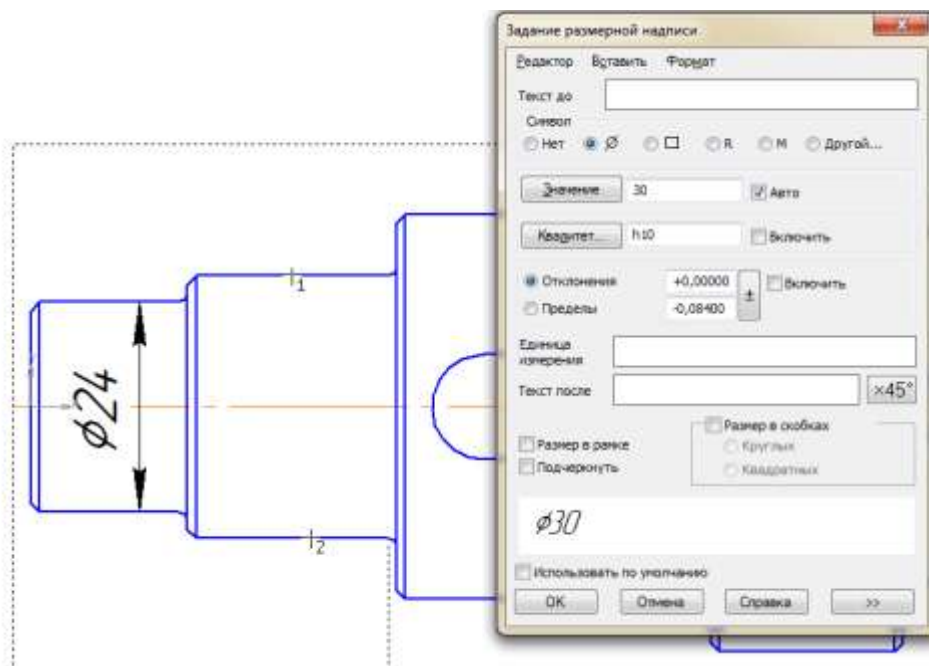
После этого необходимо задать длины всех ступеней вала. Простановка размеров будет осуществляться от правого или левого

края вала, причем, вначале указывается длина первой ступени, затем длина первой и второй ступеней, после – первой, второй и третьей и т.д.

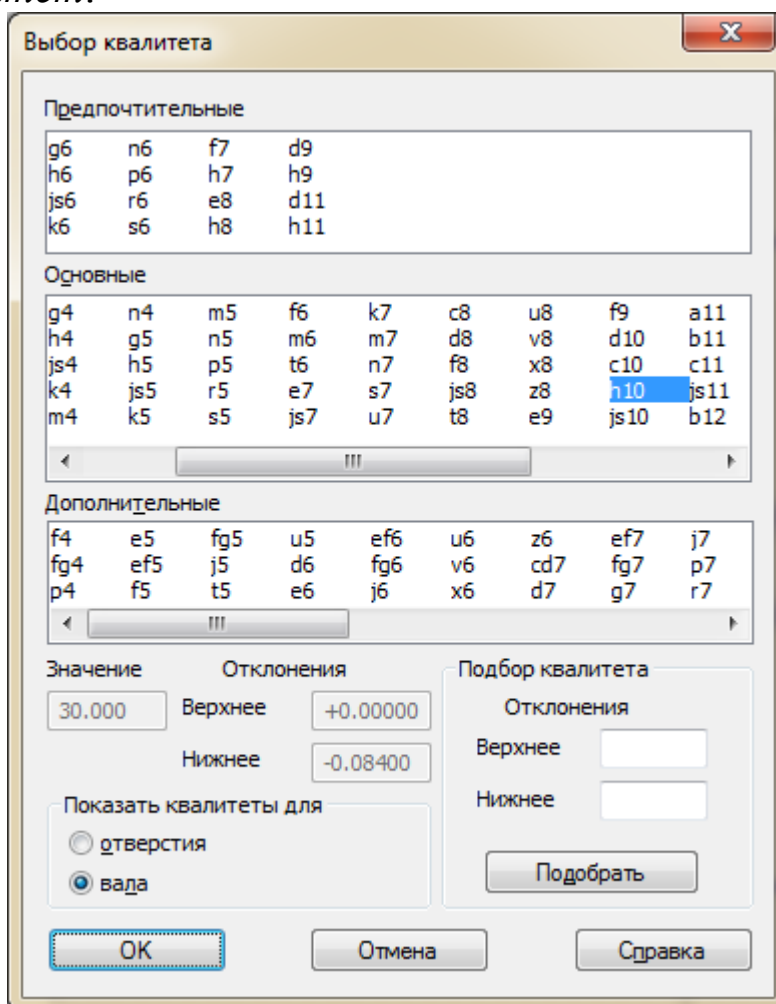


После задания линейных размеров переходим к указанию диаметров всех ступеней, которые будем указывать, используя команду *Линейный размер*. Диаметры ступеней проставим на виде сверху.

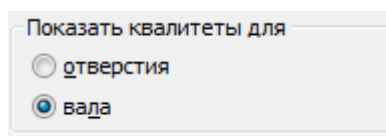
Для диаметра ступени вала, предназначенной под подшипник, необходимо указать предельные отклонения.



Они устанавливаются при помощи выбора квалитета. Нажмите кнопку *Квалитет*.



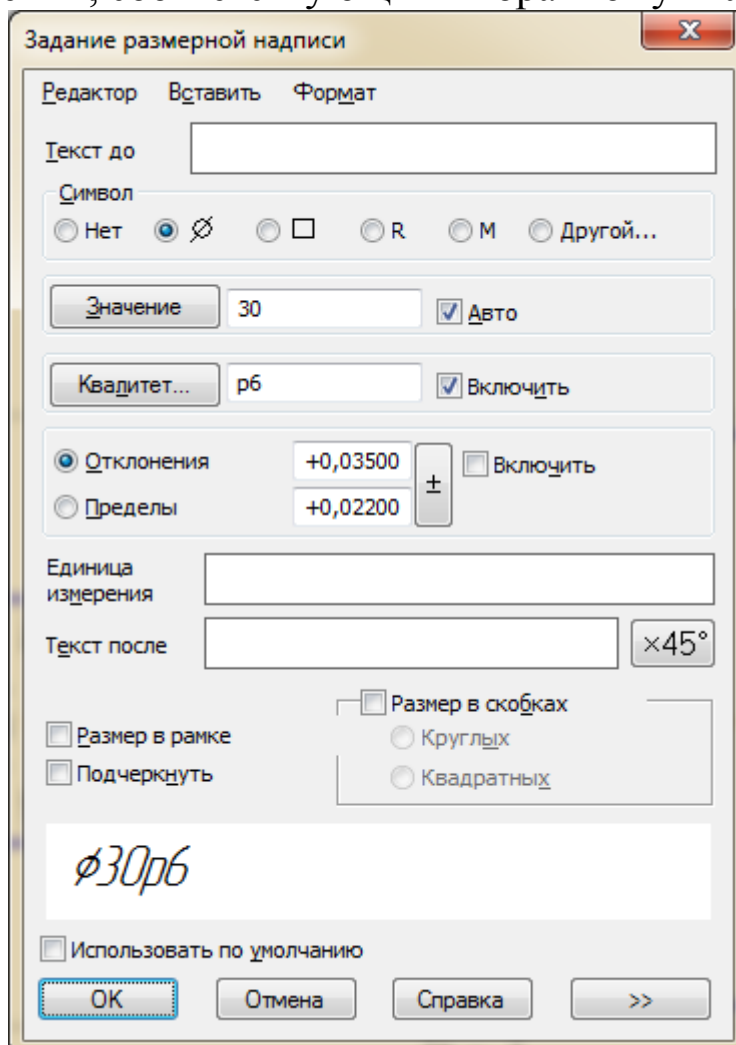
В окне *Выбор качества* выберите качество в системе вала или в системе отверстия, поставив необходимый флажок в окне *Показать качества для*.



Выберите требуемый качество из предложенных списков: *Предпочтительные*, *Основные* или *Дополнительные*. Рекомендуется использовать *Предпочтительные* и *Основные* качества.

Для установки на валу внутреннего кольца подшипника в соответствии с ГОСТ 3325-85 выбираем посадку p6 из ряда *Предпочтительные*.

Нажмите кнопку *OK*. В окне *Отклонения* появятся численные значения отклонений, соответствующих выбранному качеству.



Для отображения отклонений в размере поставьте галочку *Включить* напротив окна *Отклонения*.

Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до

Символ
 Нет \varnothing □ R M Другой...

Значение 30 Авто

Квалитет... р6 Включить

Отклонения +0,03500 Включить
 Пределы +0,02200 ±

Единица измерения

Текст после ×45°

Размер в рамке Размер в скобках
 Подчеркнуть Круглых Квадратных

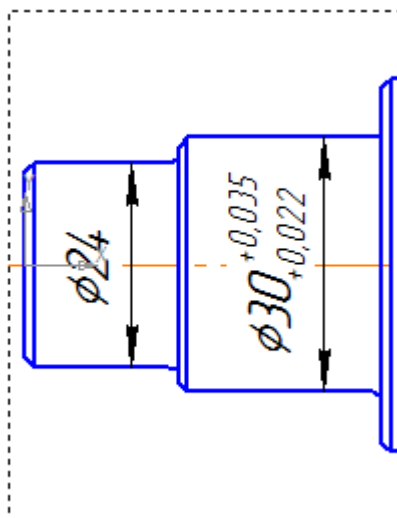
$\varnothing 30^{+0,035}_{+0,022}$

Использовать по умолчанию

OK Отмена Справка >>

Нажмите кнопку *OK*.

Расположение размерной надписи на чертеже задается левой клавишей мыши.



При необходимости отображения выбранного квалитета поставьте галочку *Включить* напротив окна *Квалитет*.

Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до

Символ
 Нет \varnothing □ R M Другой...

Значение 30 Авто

Квадрат... r6 Включить

Отклонения +0,03500 Включить
 Пределы +0,02200 ±

Единица измерения

Текст после ×45°

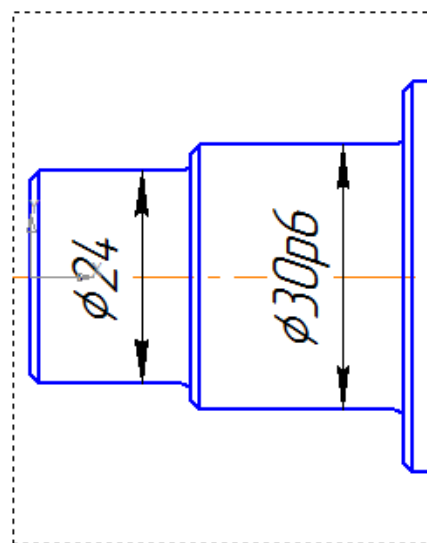
Размер в рамке
 Подчеркнуть

Размер в скобках
 Круглых
 Квадратных

$\varnothing 30r6$

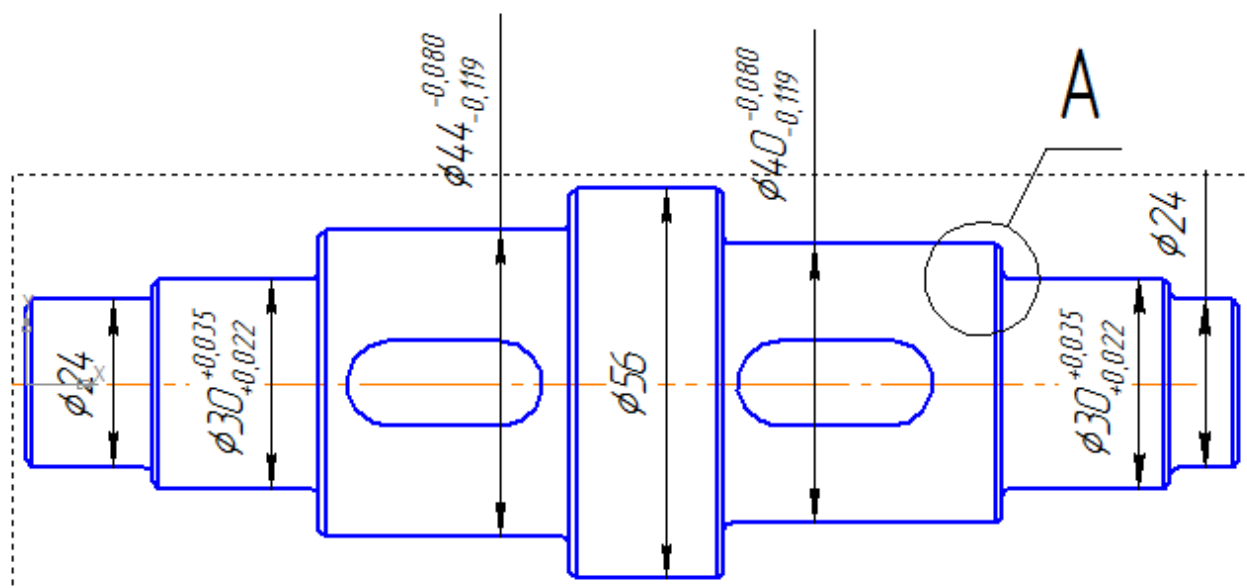
Использовать по умолчанию

OK Отмена Справка >>



Как правило, на чертежах указывают предельные отклонения, а не посадки.

Для диаметров ступеней вала с шпоночными пазами зададим предельные отклонения размеров, обеспечивающие посадку с зазором, например, d8.



Зададим размеры шпоночных пазов: длину, ширину, высоту, и укажем положение шпоночного паза на ступени вала.

Для шпоночного паза с построенным для него местным разрезом ширину будем задавать на виде сверху, а его длину, высоту и положение на ступени вала – на виде спереди.

Укажем ширину шпоночного паза, используя команду *Линейный размер*. При этом необходимо задать предельные отклонения в соответствии с ГОСТ 23360-78 по качеству N9. Выполним действия, описанные ранее.

Выбор качества

Предпочтительные

H7	P7	H9	A11	H11
JS7	F8	C10	B11	
K7	H8	D10	C11	
N7	E9	H10	D11	

Основные

JS1	G4	JS5	H6	P6	S7	K8	F9	B12
H2	H4	K5	JS6	F7	T7	M8	JS9	H12
JS2	JS4	M5	K6	G7	D8	N8	JS10	JS12
H3	G5	N5	M6	M7	E8	U8	CD11	H13
JS3	H5	G6	N6	R7	JS8	D9	JS11	JS13

Дополнительные

T6	D7	J7	X7	CD8	P8	Z8	C9	P9
U6	E7	FG7	Z7	EF8	R8	A9	CD9	CD10
CD7	EF7	U7	C8	J8	X8	B9	N9	E10

Значение: 12.000

Отклонения

Верхнее: +0.00000

Нижнее: -0.04300

Показать качества для

отверстия

вала

Подбор качества

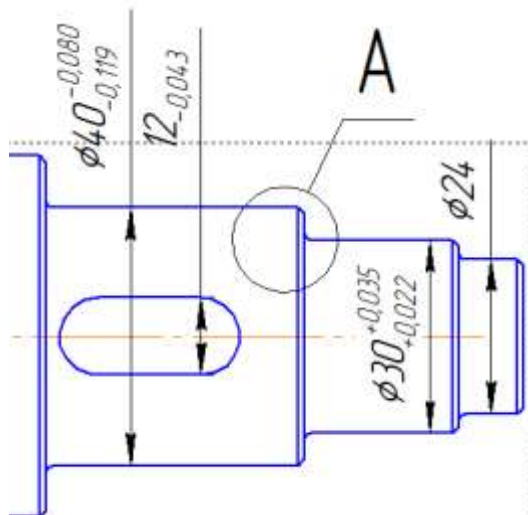
Отклонения

Верхнее:

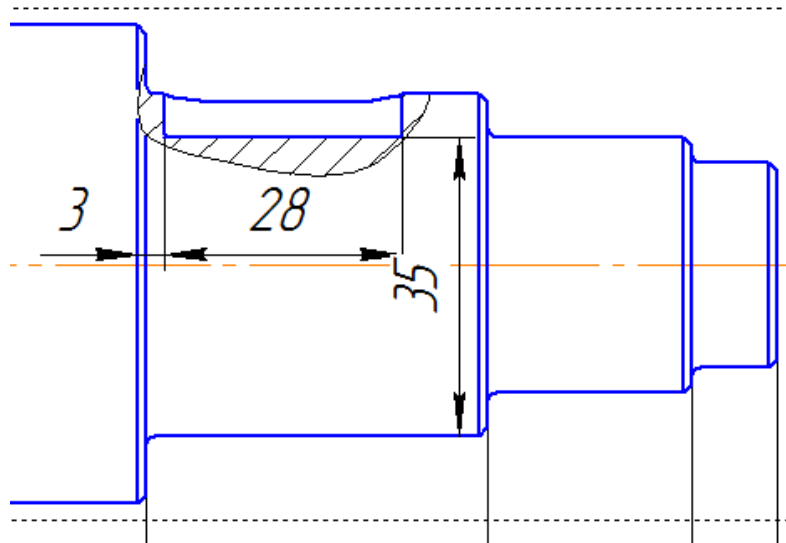
Нижнее:

Подобрать

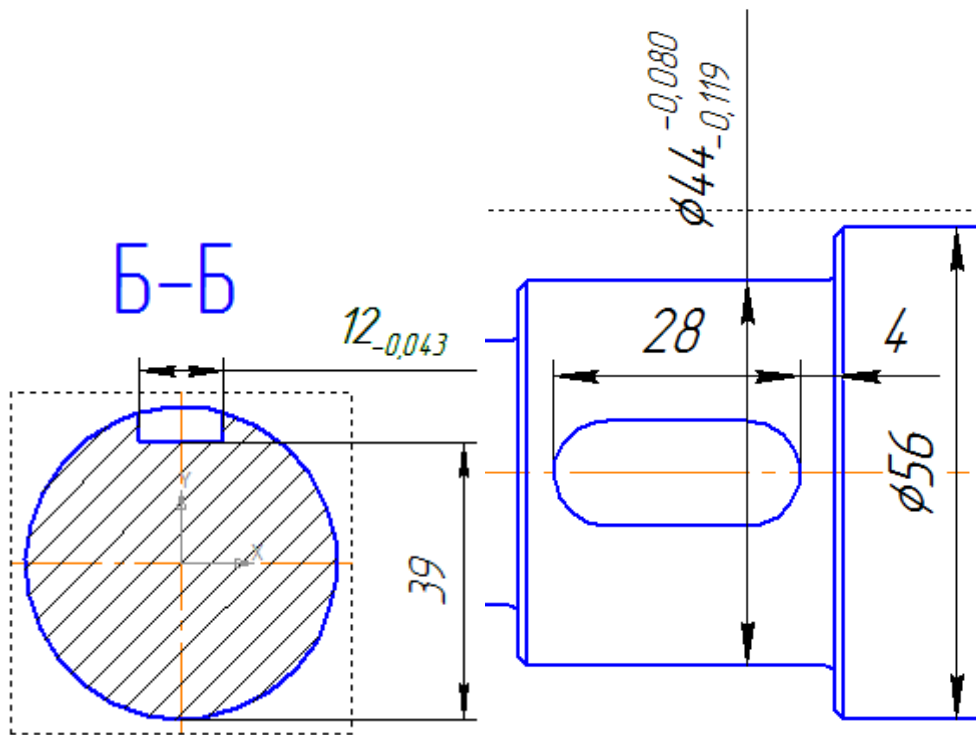
OK Отмена Справка



Для задания глубины шпоночного паза удобнее указывать размер до шпоночного паза.



Для второго шпоночного паза длину и расположение на ступени вала зададим на виде сверху, а его ширину и глубину – на разрезе.



Размеры фасок будем указывать на выносном элементе, используя команду Линейный размер. В окне Задание размерной надписи нажмите на кнопку $x45^{\circ}$. В окне *Текст после* появится соответствующая надпись.

Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до

Символ

Нет ∅ □ R M Другой...

Значение 1 Авто

Квадрат... h10 Включить

Отклонения +0,00000 Включить
 Пределы -0,04000 ±

Единица измерения

Текст после $\times 45^\circ$ $\times 45^\circ$

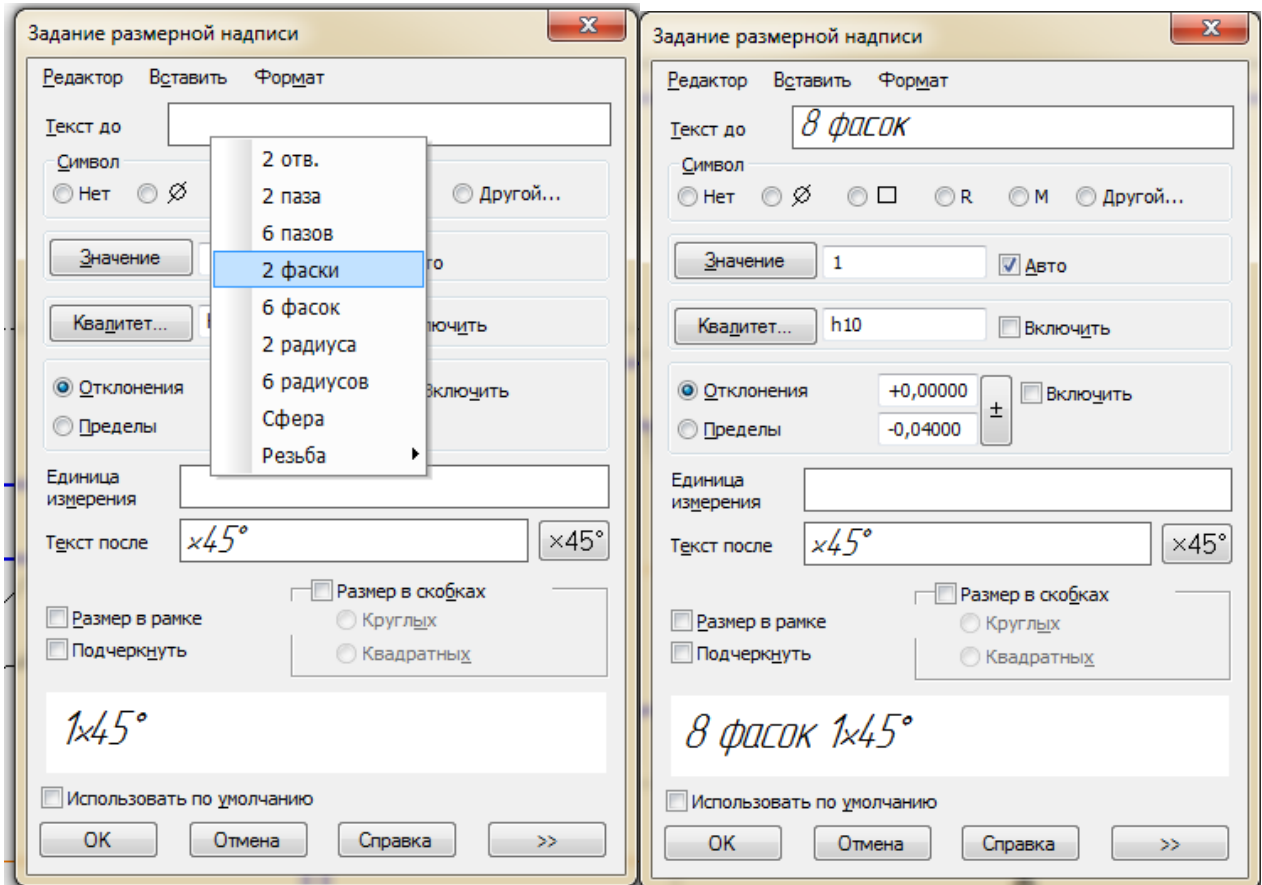
Размер в рамке Размер в скобках
 Подчеркнуть Круглых
 Квадратных

$1 \times 45^\circ$

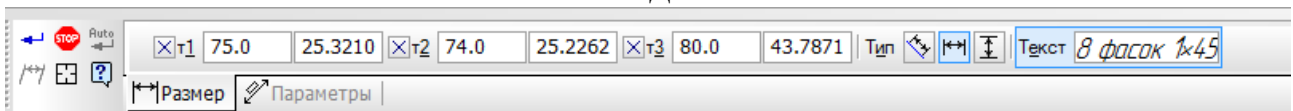
Использовать по умолчанию

OK Отмена Справка >>

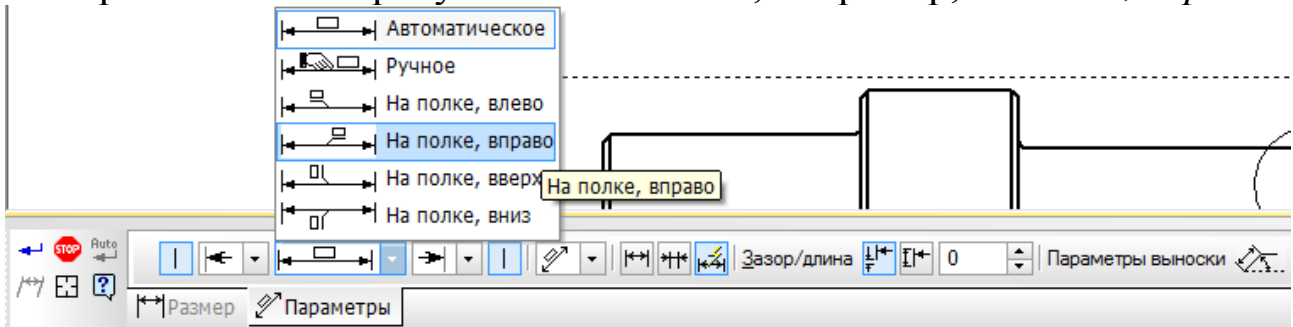
Для указания количества фасок дважды щелкните по полю *Текст до*. Выберите требуемую надпись из предложенного списка. При необходимости текст надписи можно редактировать.

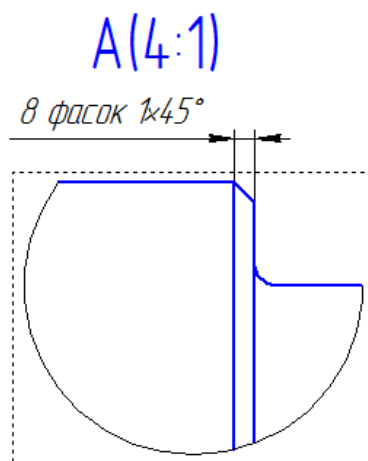


Панель свойств имеет вид

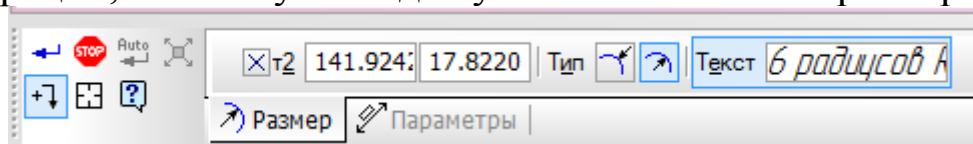


Расположение размерной надписи на чертеже можно редактировать, используя вкладку *Параметры* *Панели свойств* и выбирая из списка требуемое положение, например, *на полке, вправо*.

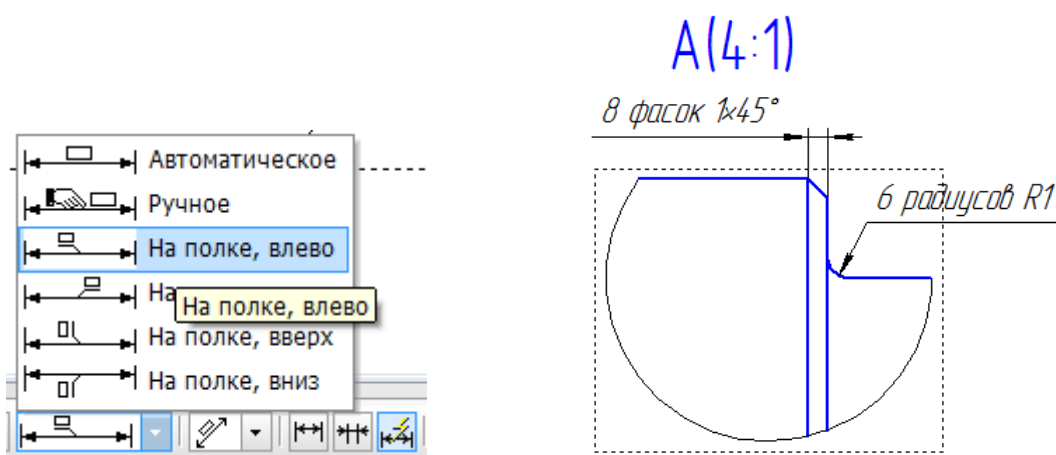




Для указания радиусов скругления выберите вкладку *Радиальный размер* на панели инструментов *Размеры* и повторите операции, используемые для указания линейных размеров.





На панели свойств переключитесь на вкладку *Параметры* и задайте расположение радиального размера из раскрывающегося списка.



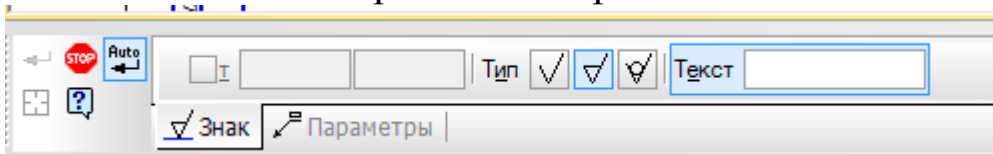
Простановка шероховатости

На ступенях вала, предназначенных для подшипников и зубчатых колес, необходимо указать шероховатость. Для ступеней под

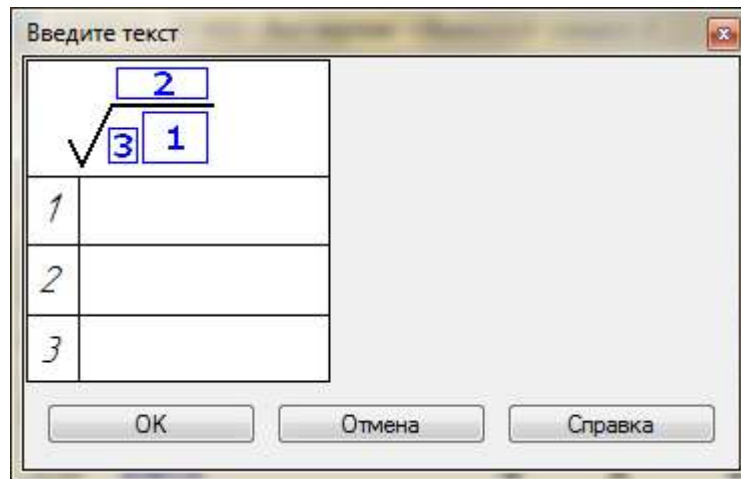
подшипники в соответствии с ГОСТ 3325-80 выберите шероховатость Ra 1.25.

Для указания на чертеже шероховатости обрабатываемых поверхностей выберите на инструментальной панели *Обозначения* , вкладку *Шероховатость* .

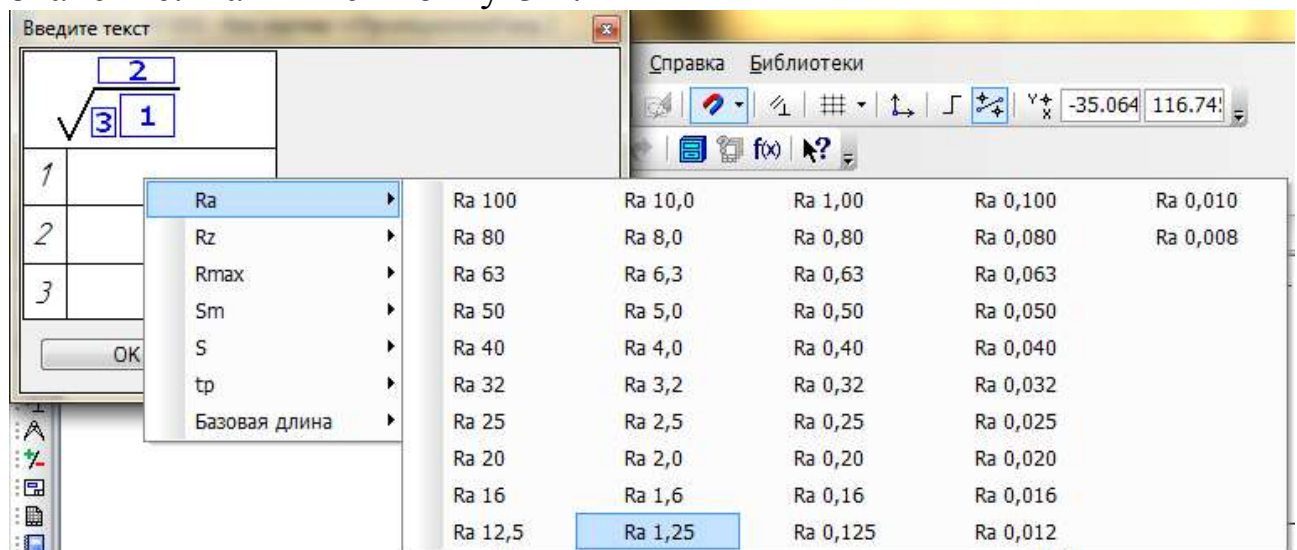
На панели свойств выберите тип шероховатости.



Нажмите левой клавишей мыши на поле *Текст* на панели свойств.

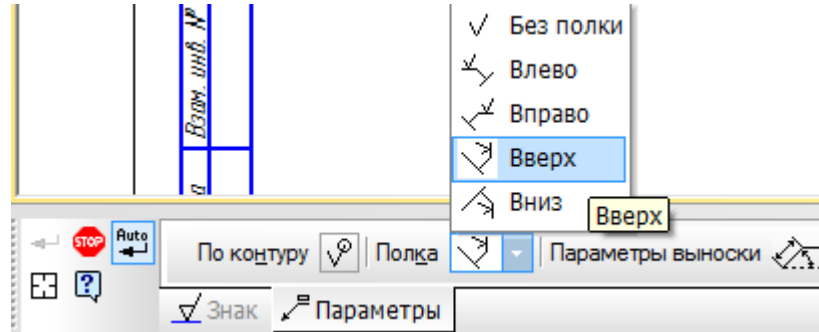



В появившемся окне дважды щелкните левой клавишей мыши в графе 1. В открывшемся списке выберите тип шероховатости и ее значение. Нажмите кнопку *OK*.

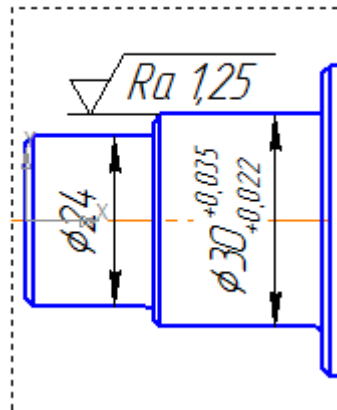


Левой клавишей мыши укажите поверхность детали, на которой проставляется шероховатость.

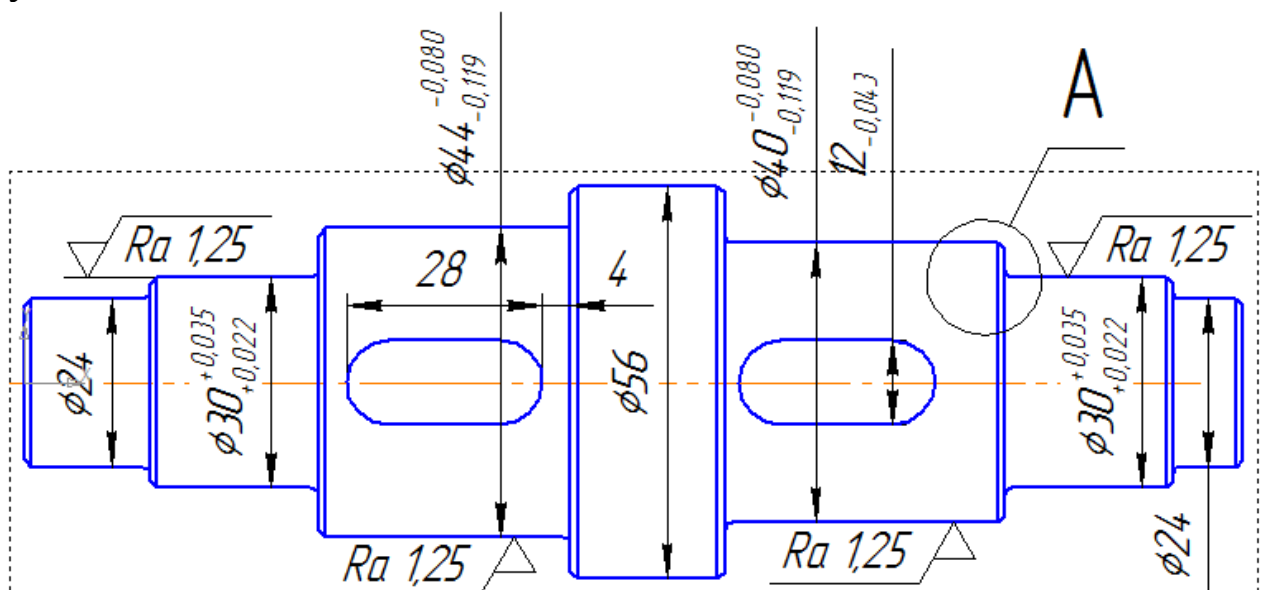
Для удобного размещения обозначения шероховатости нажмите на панели свойств закладку *Параметры* и в раскрывающемся списке *Полка* выберите один из предложенных вариантов размещения шероховатости.



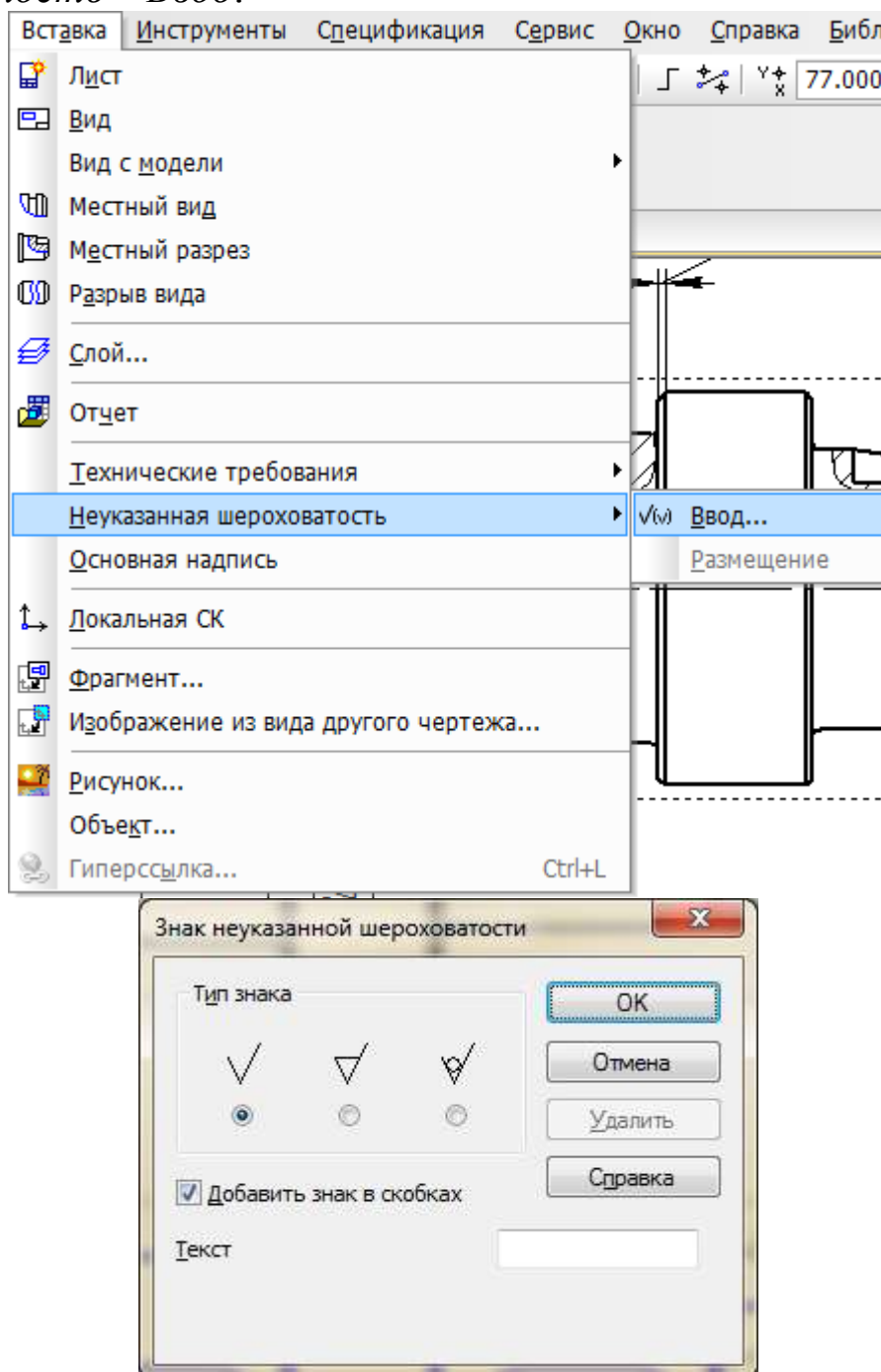
Укажите положение надписи на чертеже левой клавишей мыши. Нажмите кнопку *Прервать команду* .



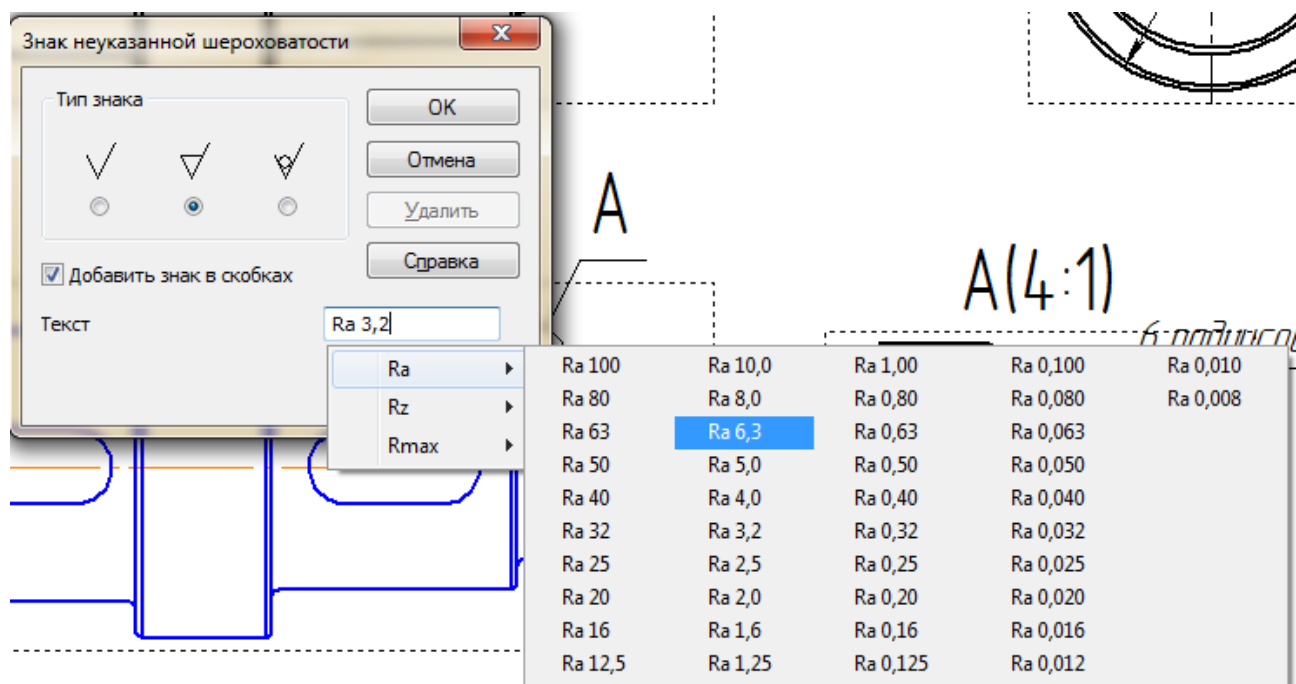
Такую же шероховатость указываем на ступенях вала под зубчатые колеса.



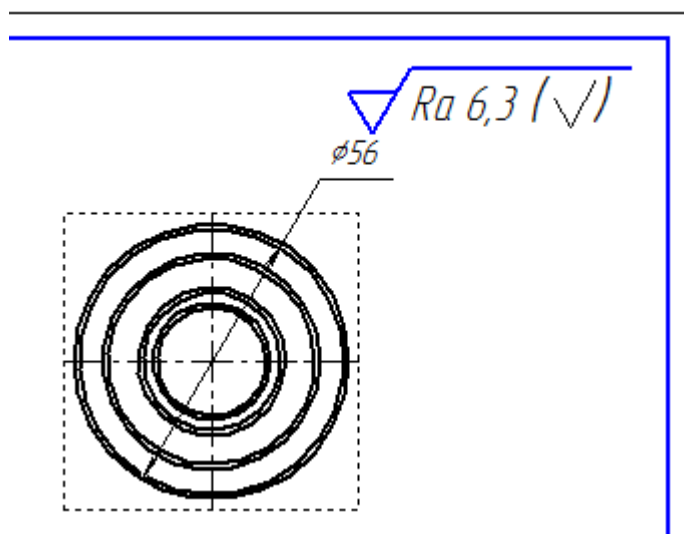
Для введения значения шероховатости неуказанных поверхностей выполните команду *Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод...*



Выберите *Тип знака*, затем дважды щелкните левой клавишей мыши в окне *Текст* и из предложенного списка выберите тип шероховатости и ее численное значение.



Нажмите *OK*. В правом верхнем углу чертежа появится знак и значение неуказанной шероховатости.



Оформление технических требований

В соответствии с ГОСТ 2.316-68С технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т.д.), указание материалов-заменителей;

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. д.;

ж) условия и методы испытаний;

з) указания о маркировании и клеймении;

и) правила транспортирования и хранения;

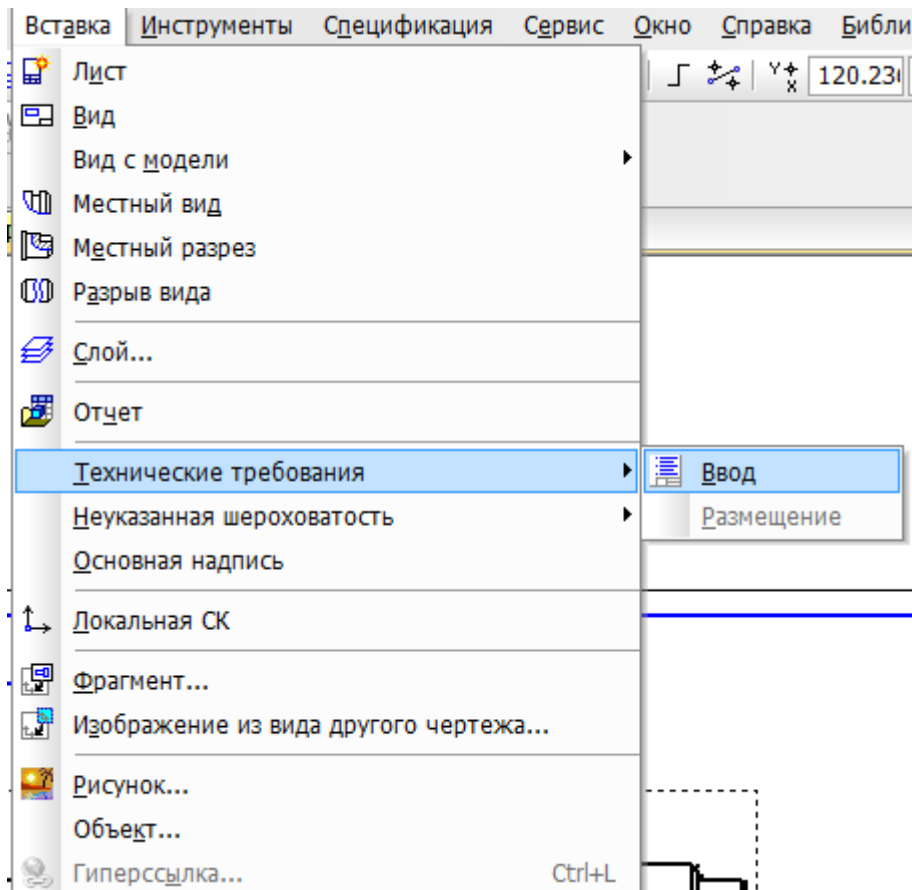
к) особые условия эксплуатации;

л) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

В рассматриваемом случае, например, предельные отклонения размеров показаны на чертеже только для тех размеров, для которых эти отклонения критичны. Поэтому предельные отклонения для всех остальных размеров можно указать в технических требованиях:

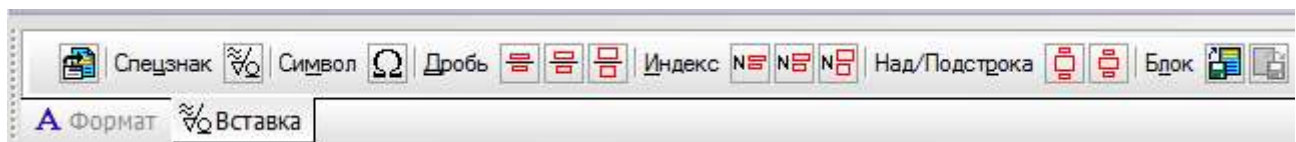
Неуказанные предельные отклонения размеров по $\pm \frac{IT14}{2}$.

Для оформления технических требований выполните команду *Вставка – Технические требования – Ввод* и введите технические требования.

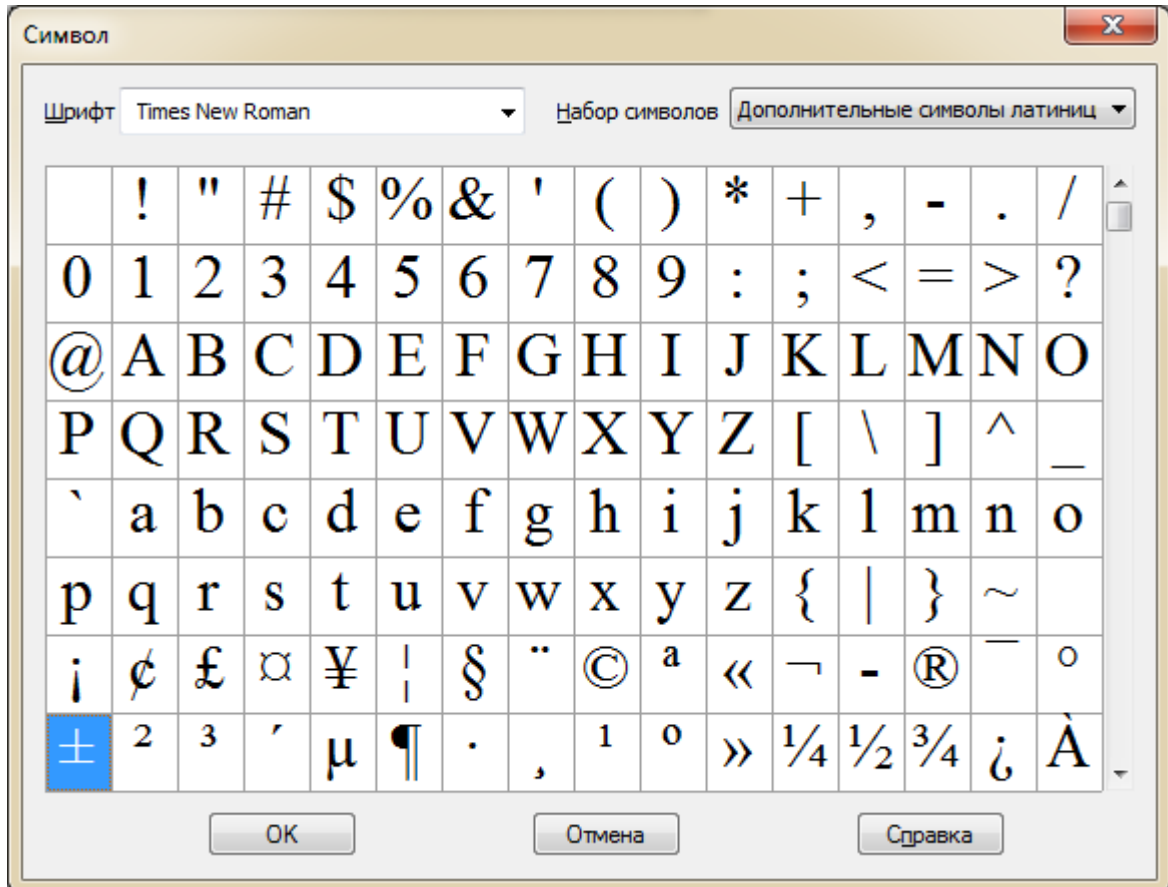


1. Неуказанные предельные отклонения размеров по

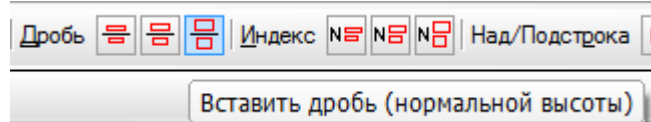
Для задания знака \pm переходим на вкладку Вставка панели свойств.




и выбираем *Символ*.



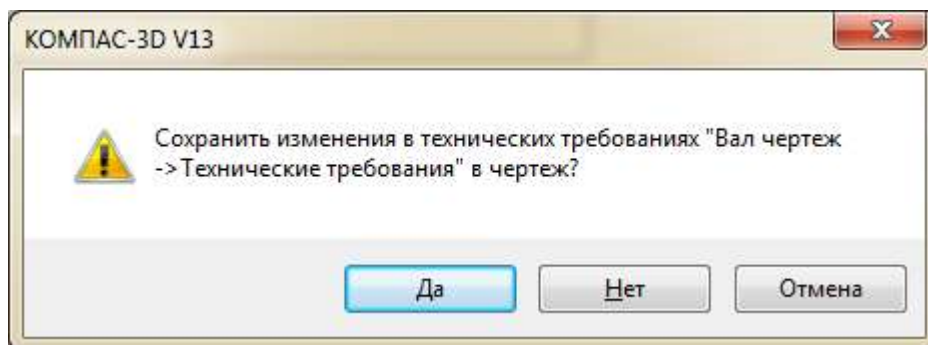
В появившемся окне выбираем требуемый символ и нажимаем *OK*. Теперь вставим в надпись дробь, используя функцию *Вставить дробь нормальной высоты*.



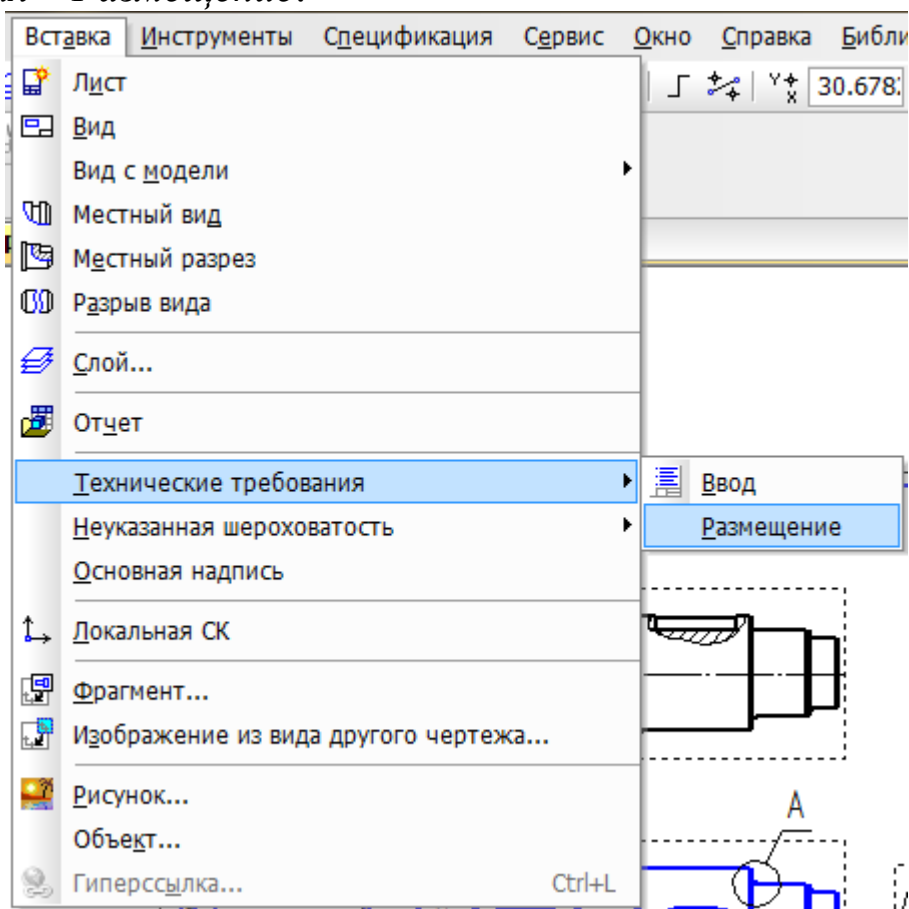
1. Неуказанные предельные отклонения размеров по $\pm \frac{IT14}{2}$.

Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку *Закреть*  в правом верхнем углу окна.

Ответьте *Да* на запрос системы относительно сохранения изменений технических требований в чертеж. Вы вернетесь в режим работы с чертежом.



При необходимости выполните команду *Вставка – Технические требования – Размещение*.




Задайте размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по $\pm \frac{IT14}{2}$.

					РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						1,58	1:1
Пров.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1050-88		
Н.контр.							
Утв.							

Копировал

Формат А3

Для выхода из режима размещения технических требований нажмите кнопку *Прервать команду*  на панели свойств.

Заполнение основной надписи

Для заполнения основной надписи выполните по ней двойной щелчок левой клавишей мыши.

					РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						1,54	1:1
Пров.					Лист	Листов	
Т.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1050-88		
Н.контр.							
Утв.							

Графы *Наименование*, *Обозначение*, *Материал*, *Масса* заполняются системой автоматически, требуемые данные берутся из трехмерной модели детали.

Заполните графы *Разраб.* и *Пров.*, а также при изменении масштаба изображения детали графу *Масштаб*.

После заполнения штампа нажмите кнопку *Создать объект* .

Чертеж вала выглядит следующим образом.

Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность действий при настройке формата и ориентации листа чертежа.
2. Что такое активный вид и как любой вид на чертеже сделать активным?
3. Какие размеры на чертеже детали проставляются в первую очередь?
4. Какие размеры на чертеже вала должны быть проставлены с учетом полей допусков?
5. Какие операции надо использовать для простановки линейных размеров, диаметров окружностей, радиусов скругления?
6. Какие операции надо использовать для простановки размеров с учетом полей допусков?
7. Поясните правила выбора посадки подшипника на ступень вала.
8. Поясните правила выбора полей допусков для шпоночного паза на ступени вала.
9. Какие операции надо использовать для простановки шероховатости поверхности детали?
10. Как на чертеже детали проставить неуказанную шероховатость? В каких случаях это нужно делать?
11. Как на чертеже детали прописать технические требования?
12. Какая информация о детали должна содержаться в технических требованиях?

Рекомендательный список литературы

1. Большаков В.П., Бочков А.Л. Основы 3D-моделирования. – Питер. – 2012. - 304 с.
2. Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. - БХВ-Петербург. – 2012. - 208 с.
3. КОМПАС 3D V15. Руководство пользователя. – АСКОН. - 2014. – 526 с.
4. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. - ДМК-Пресс. – 2012. - 784 с.
5. Герасимов А.А. Новые возможности КОМПАС-3D V13. Самоучитель. - БХВ-Петербург. – 2011. - 288с.