

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 20.09.2024 13:44:55  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a50426819c371e11eabb75e7430f44151fda56d089

## МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

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

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова  
« 1 » 03 2022 г.



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

**Методические указания по выполнению практических работ  
для студентов направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Курск 2022

УДК 62.83

Составители: А.В. Мальчиков, Л.Ю. Ворочаева

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Е.Н. Политов

**Проектирование мехатронных систем:** методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование мехатронных систем» для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Мальчиков, Л.Ю. Ворочаева. Курск, 2022. 85с.

Изложен план проведения практических занятий по дисциплине «Проектирование мехатронных систем». Приведены теоретические основы проектирования, методики расчета и моделирования, примеры выполнения практических работ.

Предназначены для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1\16

Усл.печ.л. 4,94 .Уч.изд.л. 4,47.Тираж 20 экз. Заказ. 982 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа №1 Создание спецификации и сборочного чертежа .....	4
Практическая работа №2. Создание чертежа с трехмерной модели вала.....	27
Практическая работа №3. Построение трехмерных моделей стоек	65
Практическая работа №4. Создание чертежа с трехмерной модели правой стойки .....	73
Практическая работа №5. Создание чертежа с трехмерной модели левой стойки .....	75
Практическая работа №6. Построение трехмерной модели зубчатого колеса и его чертежа .....	77
Практическая работа №7. Построение трехмерной модели шпонки и ее чертежа .....	80
Практическая работа №8. Построение трехмерной модели втулки и ее чертежа .....	82
Практическая работа №9. Построение трехмерной модели сборочной единицы.....	84
Библиографический список .....	85

## **Практическая работа №1 Создание спецификации и сборочного чертежа**

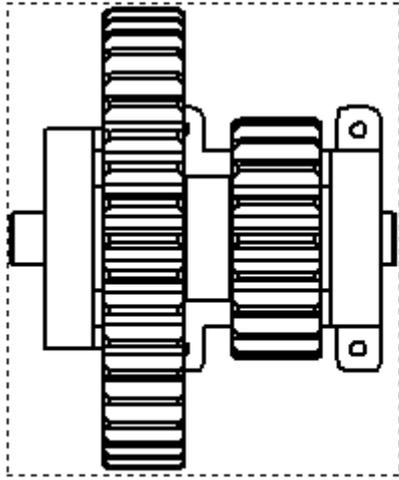
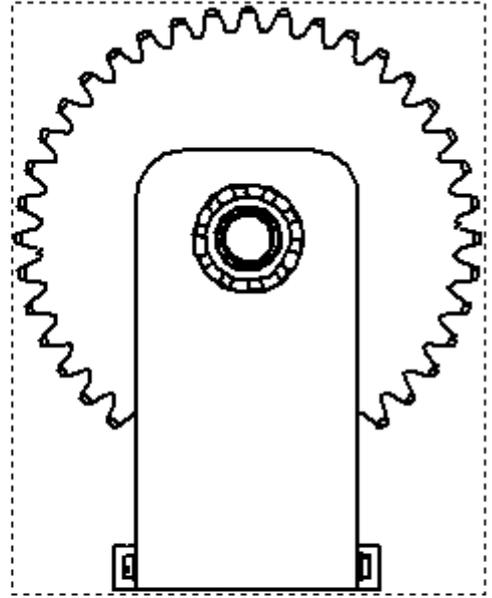
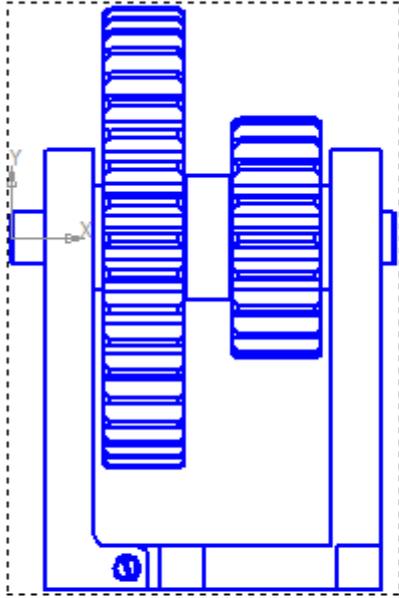
### **Задание для практической работы:**

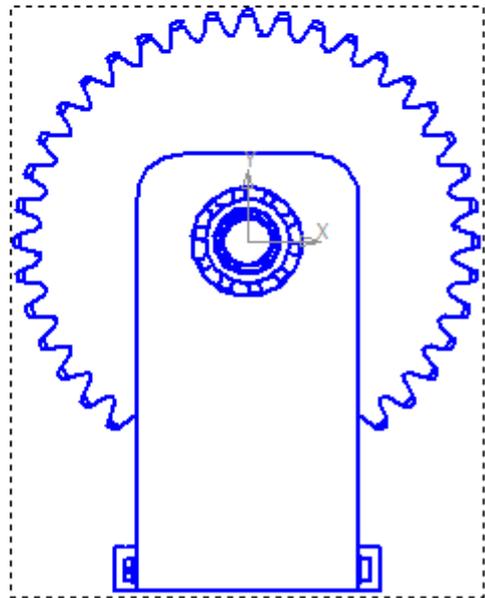
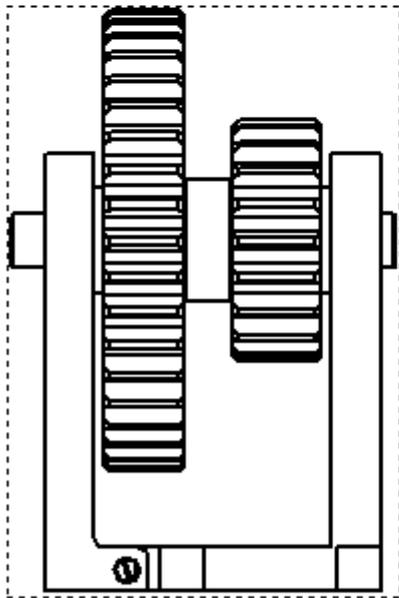
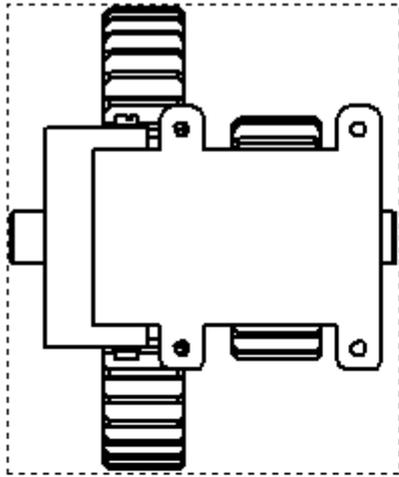
- 1 Построить сборочный чертеж механического узла, проставить необходимые размеры
- 2 Сделать местные разрезы, показав расположение подшипников и шпонок, а также резьбовое соединение стоек
- 3 Создать спецификацию сборочной единицы. Проставить позиции на сборочном чертеже.

### **Создание сборочного чертежа**

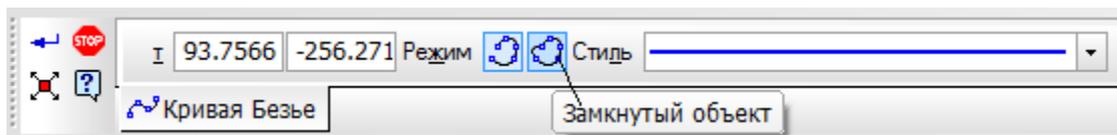
Создайте файл чертежа и сохраните его. Выберите формат и его ориентацию для изображения сборочной единицы в нужном масштабе.

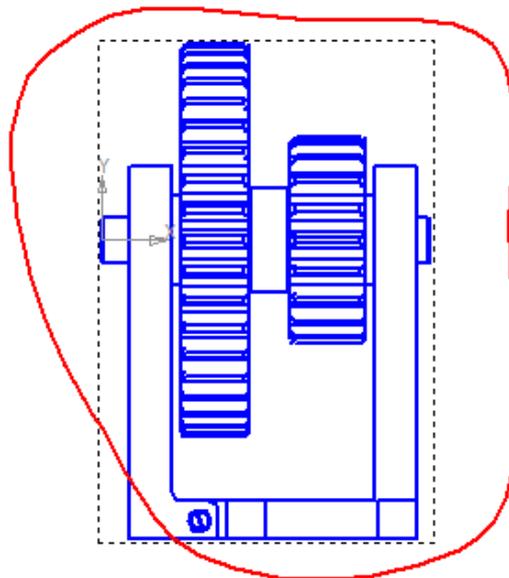
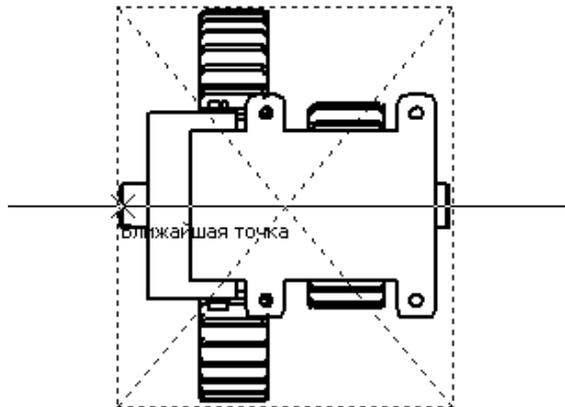
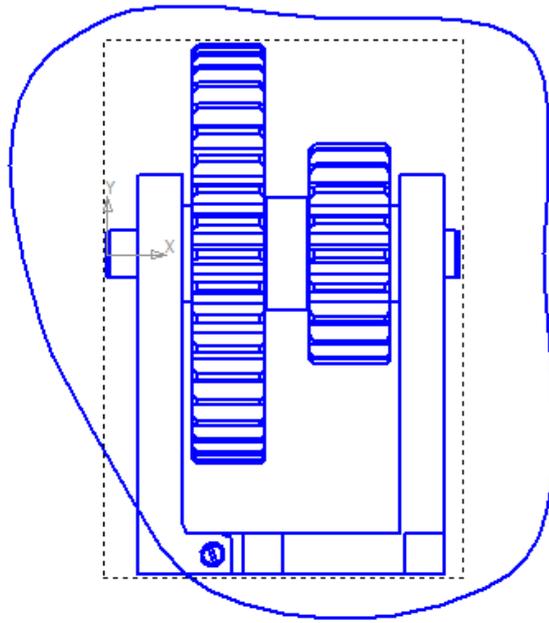




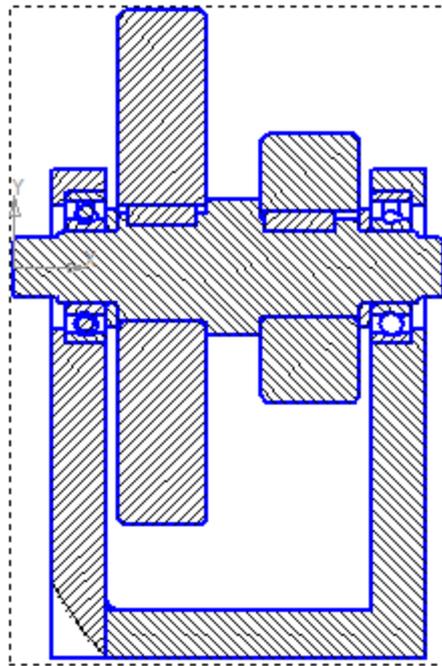


Для того чтобы на сборочном чертеже были видны все компоненты, выполните местный разрез на виде спереди.

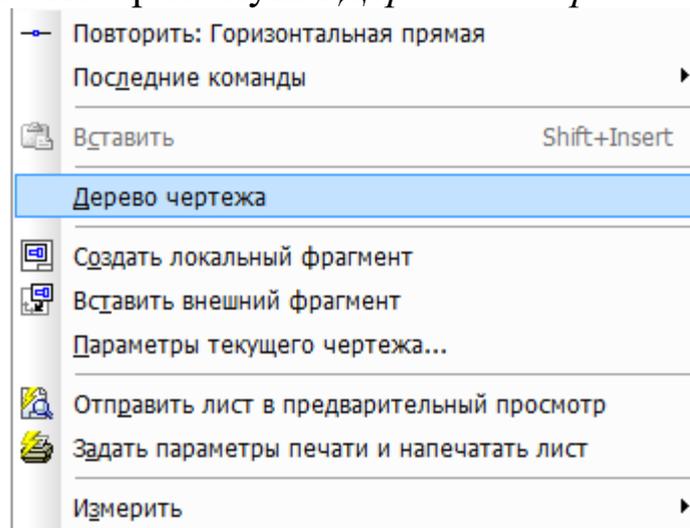




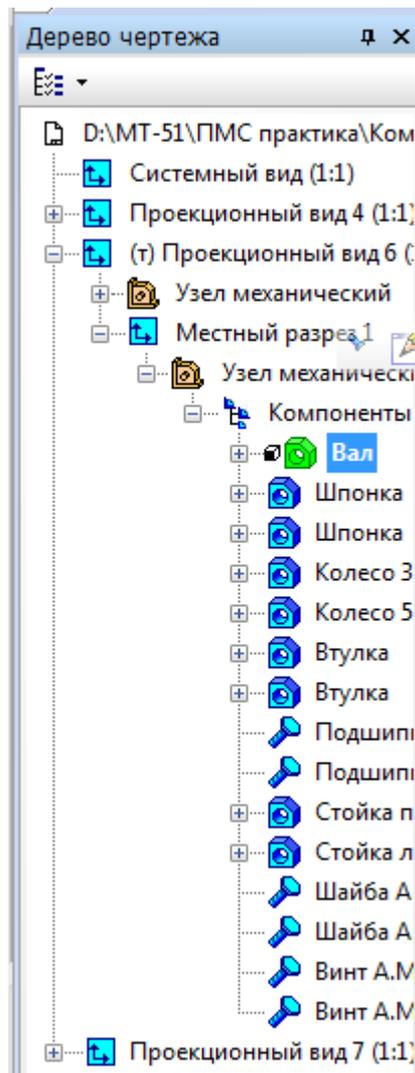
Система автоматически построит местный разрез.



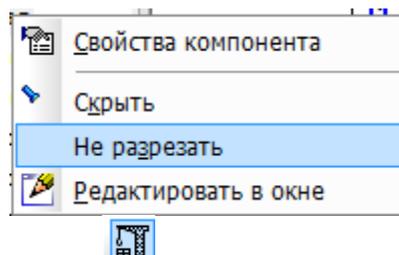
Для того чтобы при построении местного разреза не был рассечен вал, щелкните левой кнопкой мыши по чертежу, в появившемся окне выберите пункт *Дерево построения*.

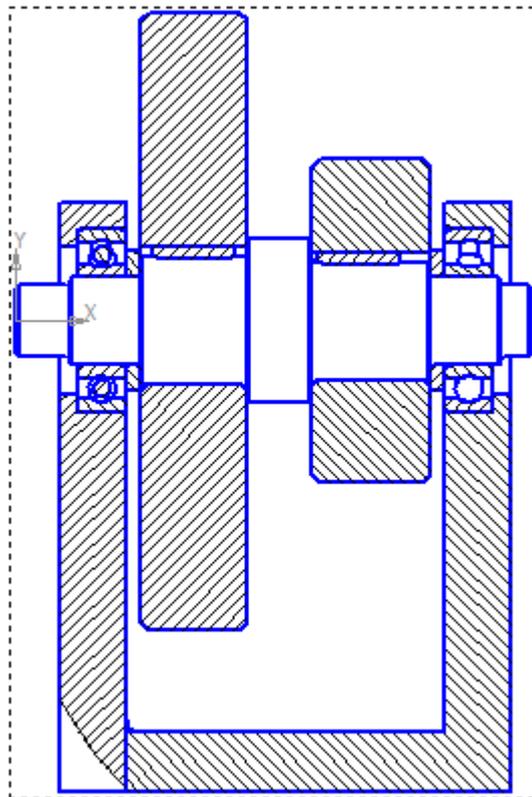


В окне чертежа слева появится *Дерево чертежа*. Раскройте дерево построения местного разреза, в нем раскройте *Узел механический – Компоненты – Вал*.

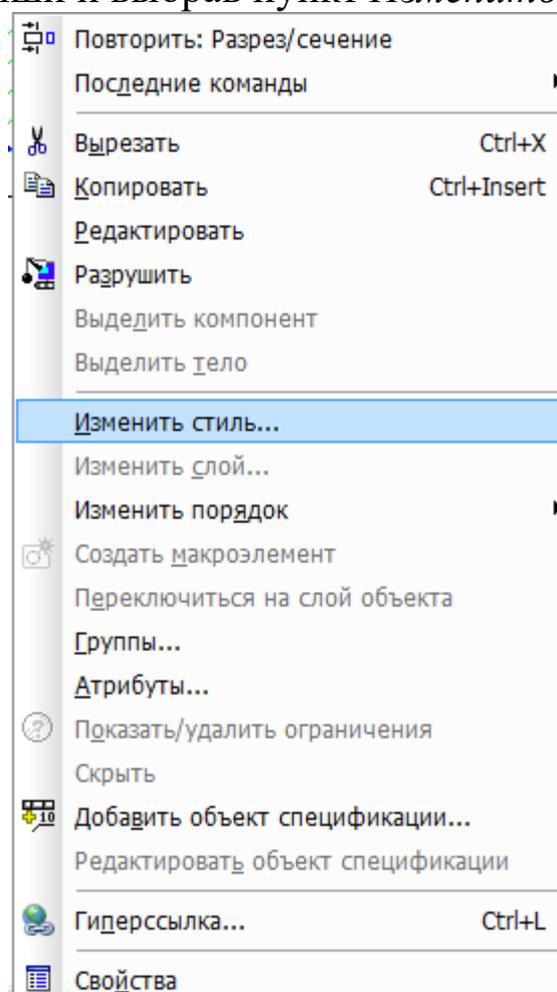


Правой клавишей мыши выделите компонент Вал и выберите пункт *Не разрезать*.

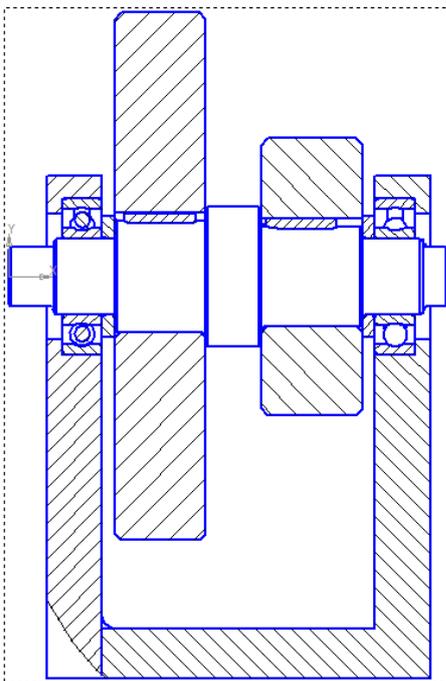




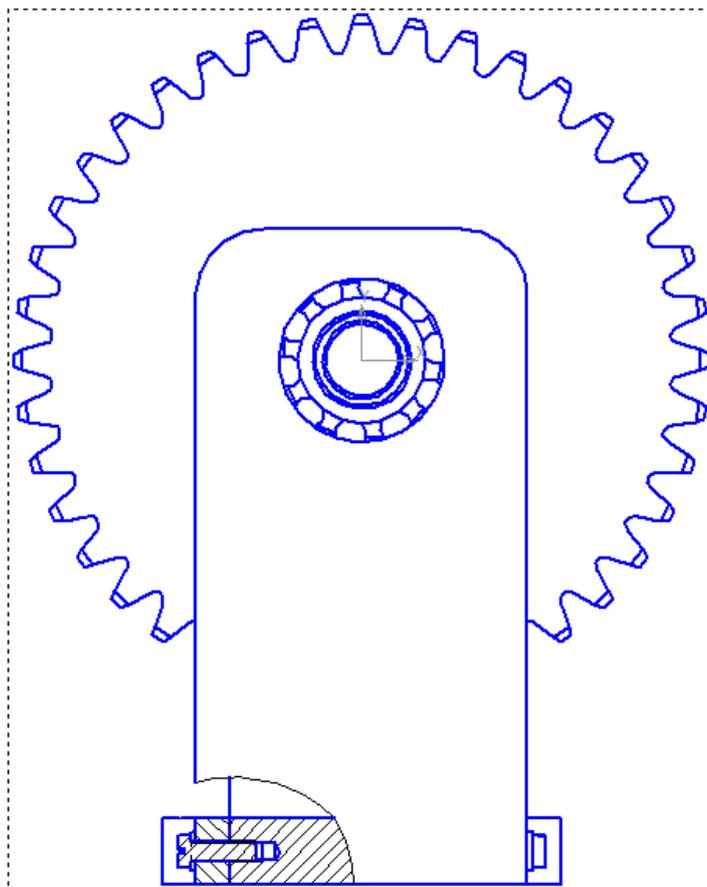
Измените стиль штриховки деталей, нажав на штриховке правой клавишей мыши и выбрав пункт *Изменить стиль*.



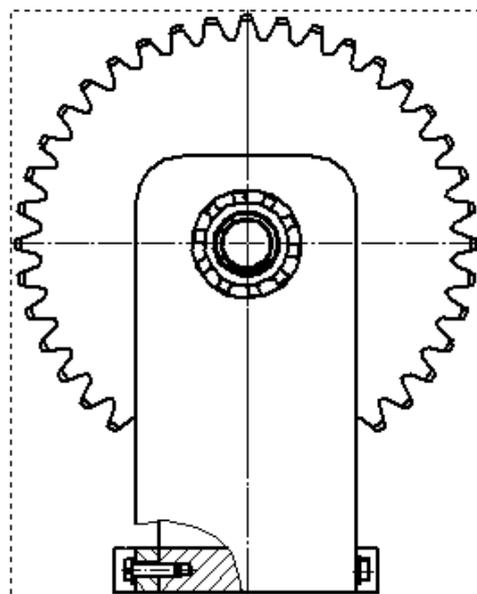
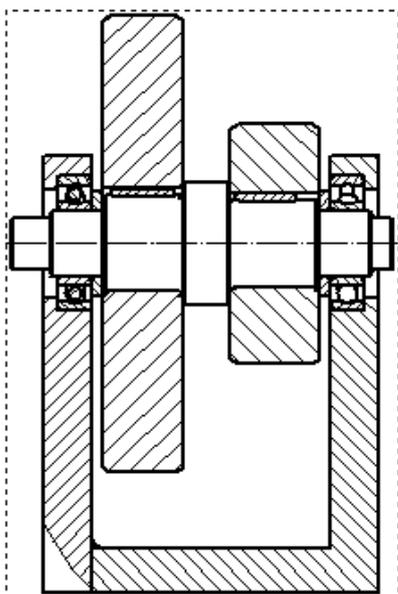
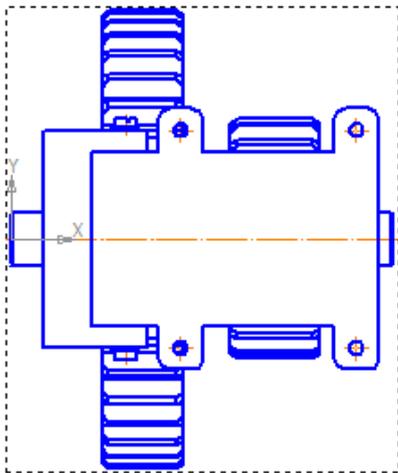
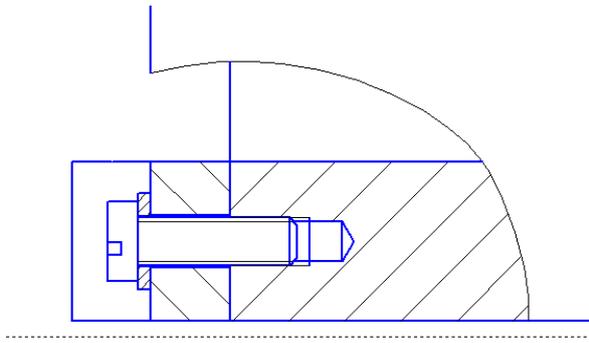
В окне *Чем заменять* выберите материал детали, а затем задайте шаг или угол наклона штриховки.



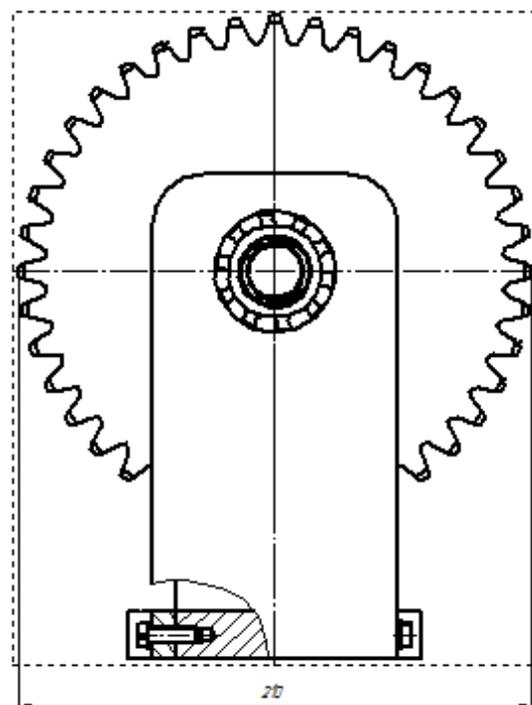
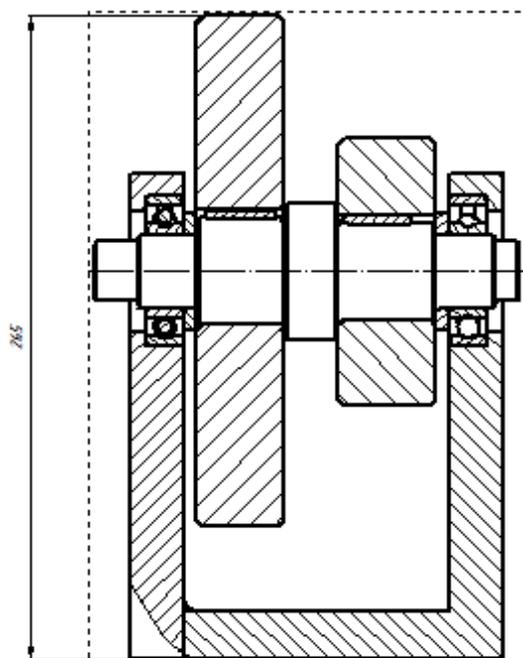
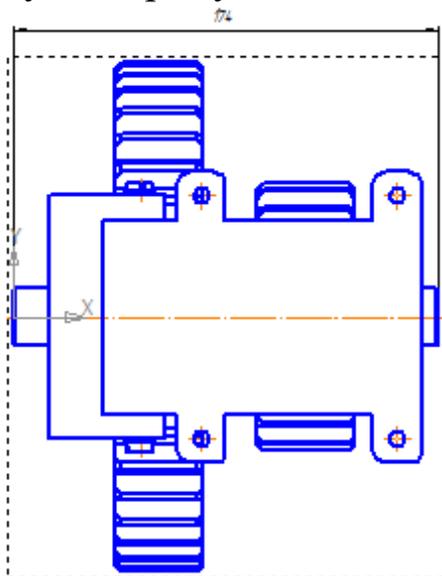
Аналогичным образом на виде слева постройте местный разрез, показав крепление стоек.



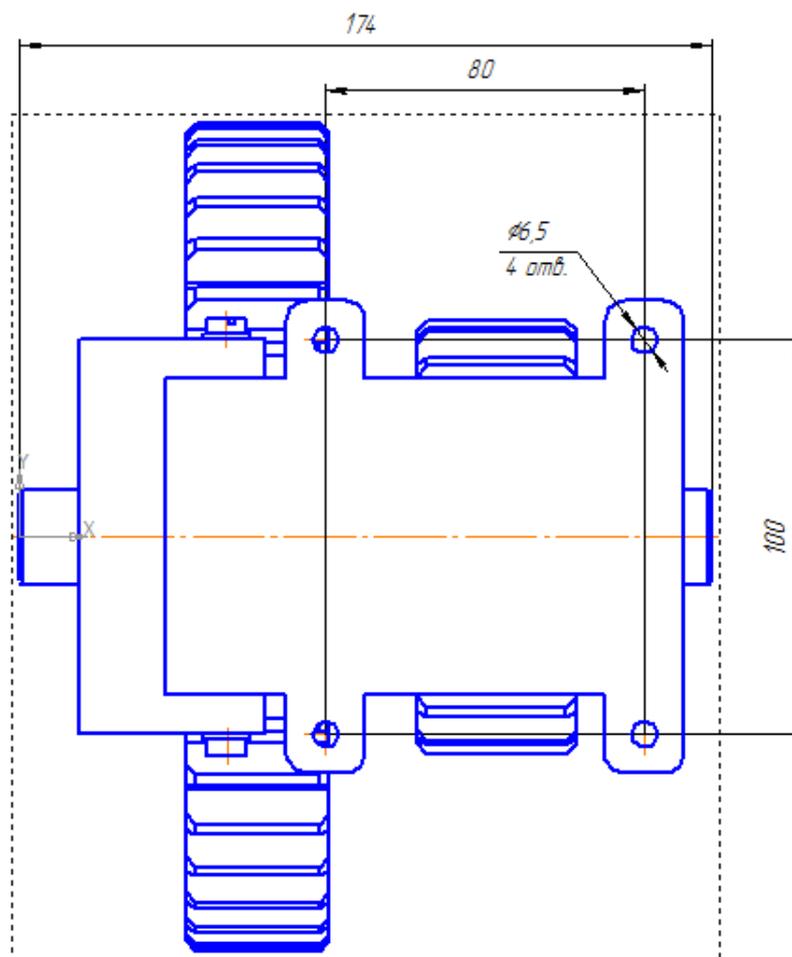
Измените стиль штриховки стоек на использованный на виде спереди, а также не разрезайте винт, указав это в *Дереве чертежа*.



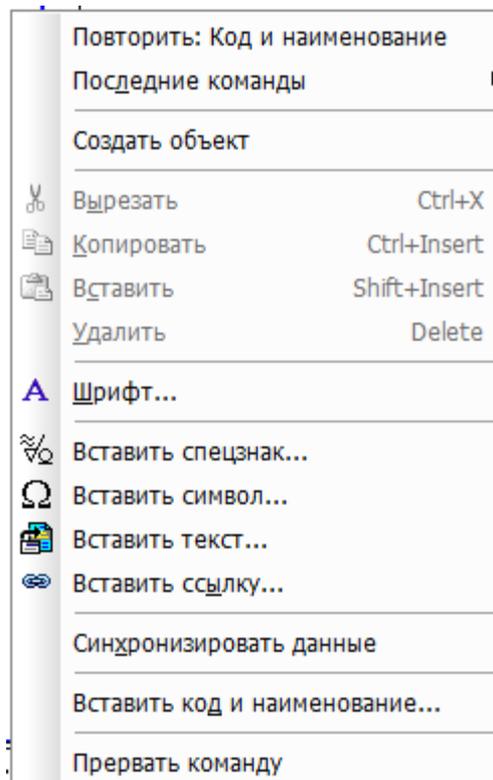
Задайте габаритные размеры сборочной единицы: длину, высоту и ширину.



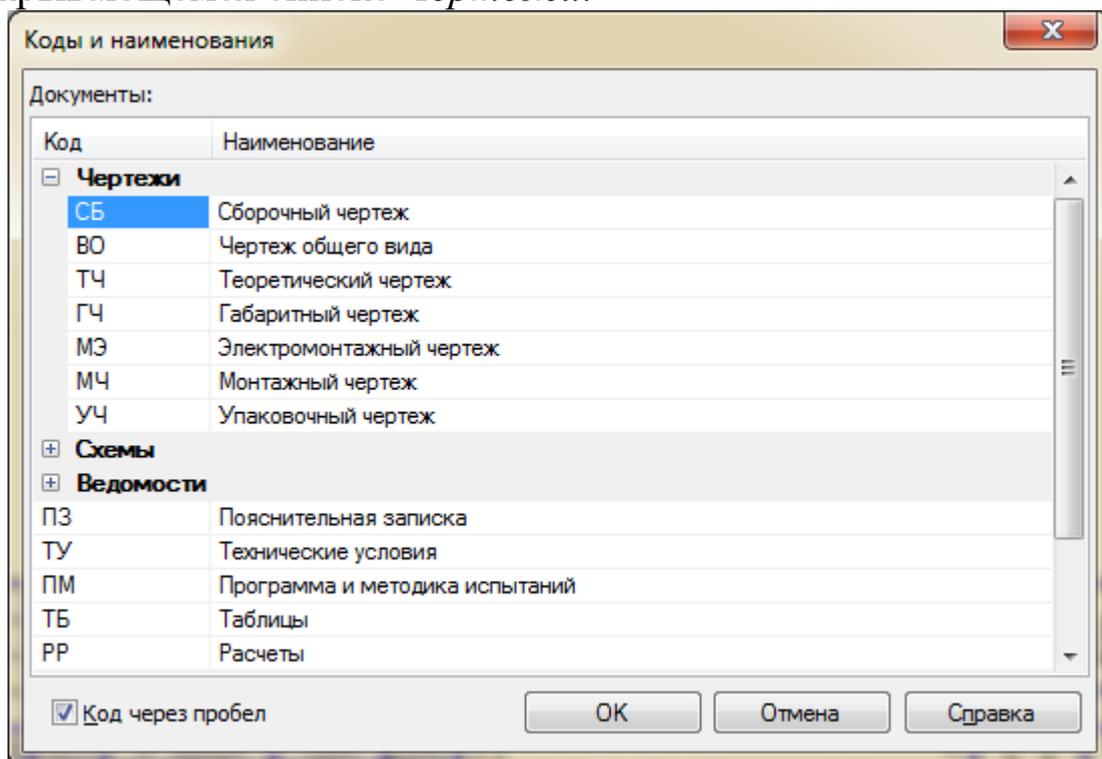
Укажите присоединительные размеры. К ним относятся диаметры крепежных отверстий на выступах правой стойки и их взаимное расположение. Предельные отклонения размеров при этом не указываются.



Для простановки обозначения *Сборочный чертеж* при заполнении *Основной надписи* в графе *Обозначение* щелкните правой кнопкой мыши. В появившемся контекстном меню выберите *Вставить код и наименование*.



В окне *Коды и наименования* выберите код *СБ* в раскрывающемся списке *Чертежи*.

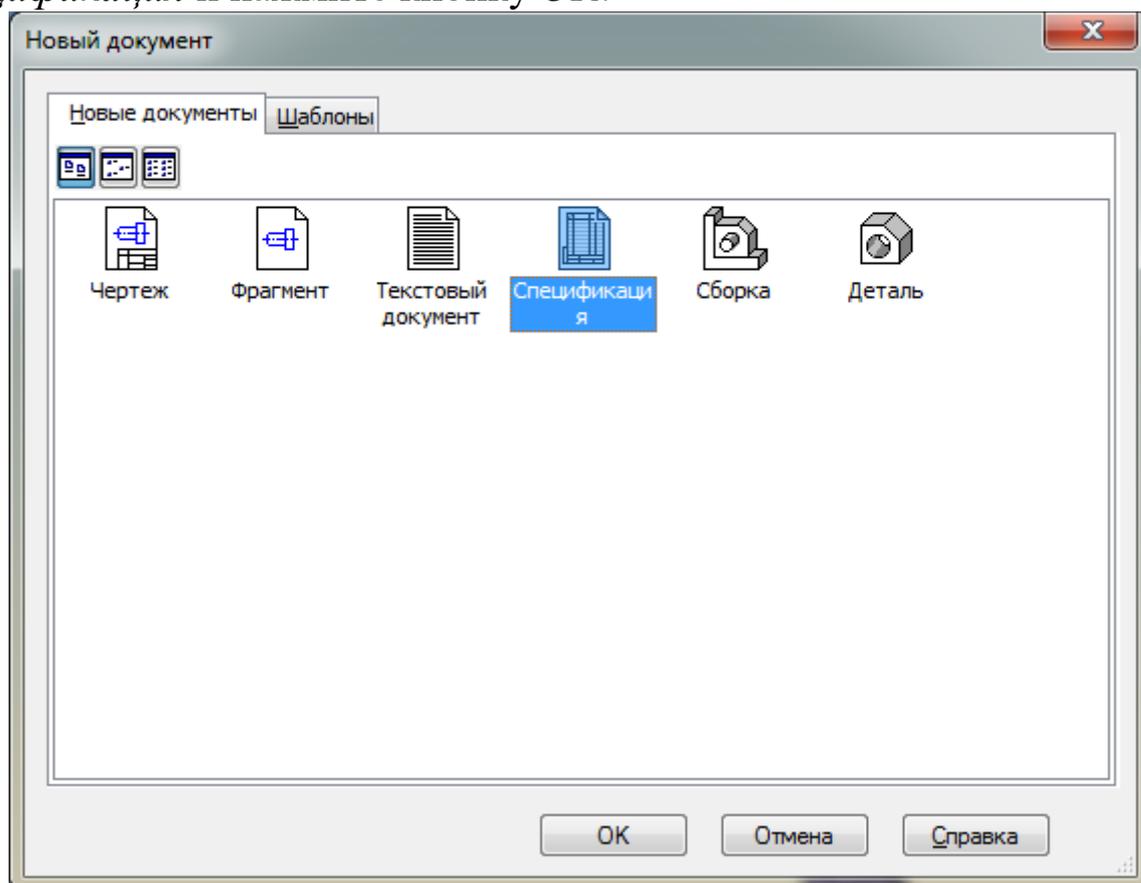


Нажмите *ОК*.

## Создание файла спецификации



В диалоговом окне укажите тип создаваемого документа *Спецификация* и нажмите кнопку *OK*.



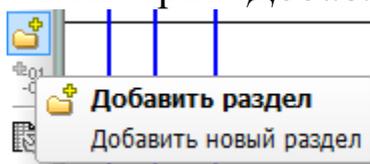
В поле *Имя файла* диалогового окна сохранения документов введите название сборочной единицы, для которой создается спецификация.

Нажмите кнопку *Сохранить*.

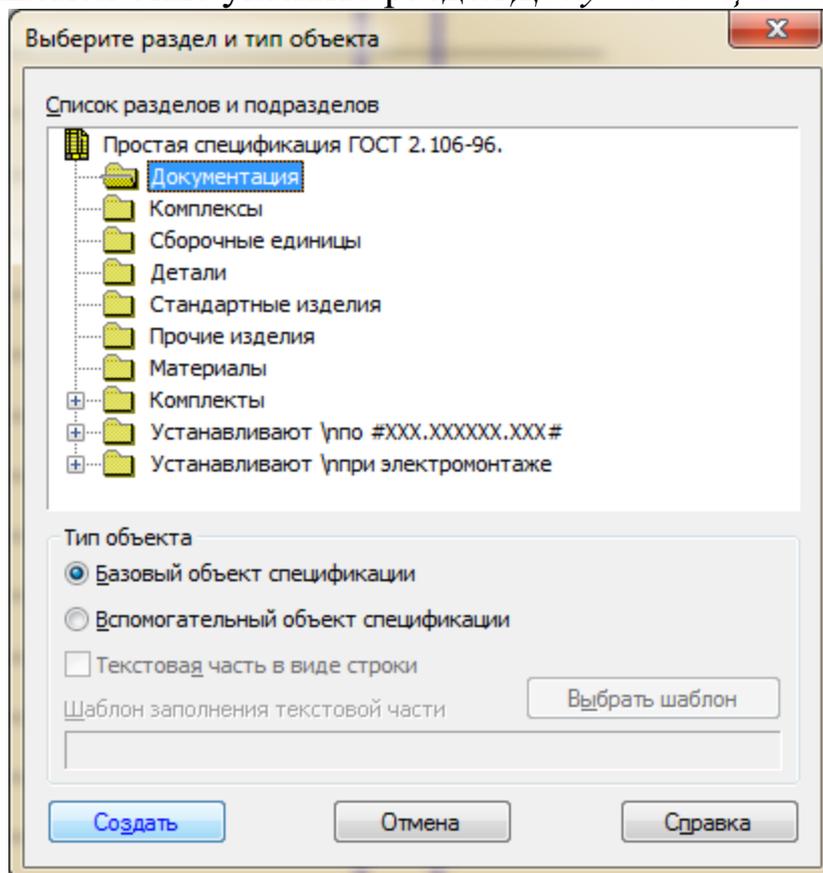
В окне *Информация о документе* просто нажмите кнопку *OK*. Поля этого окна заполнять не обязательно.

## Создание разделов спецификации

На панели инструментов выберите *Добавить раздел*.



В появившемся окне укажите раздел *Документация*.



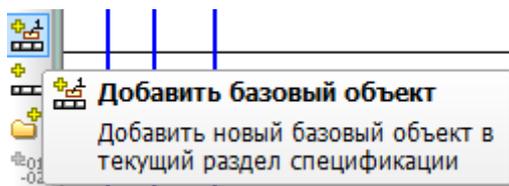
Нажмите кнопку *Создать*.

Заполните графы строки в разделе спецификации. В графе *Формат* укажите формат листа, на котором выполнен сборочный чертеж, в графе *Обозначение* запишите обозначение сборки, в графе *Наименование* запишите Сборочный чертеж.

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
				<i>Документация</i>		
<i>A1</i>			<i>РГР-221000-14.В/Ю-25.00.00.00 СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		



Для того чтобы в разделе *Документация* ввести еще одну строку, нажмите на панели инструментов кнопку *Добавить базовый объект*.

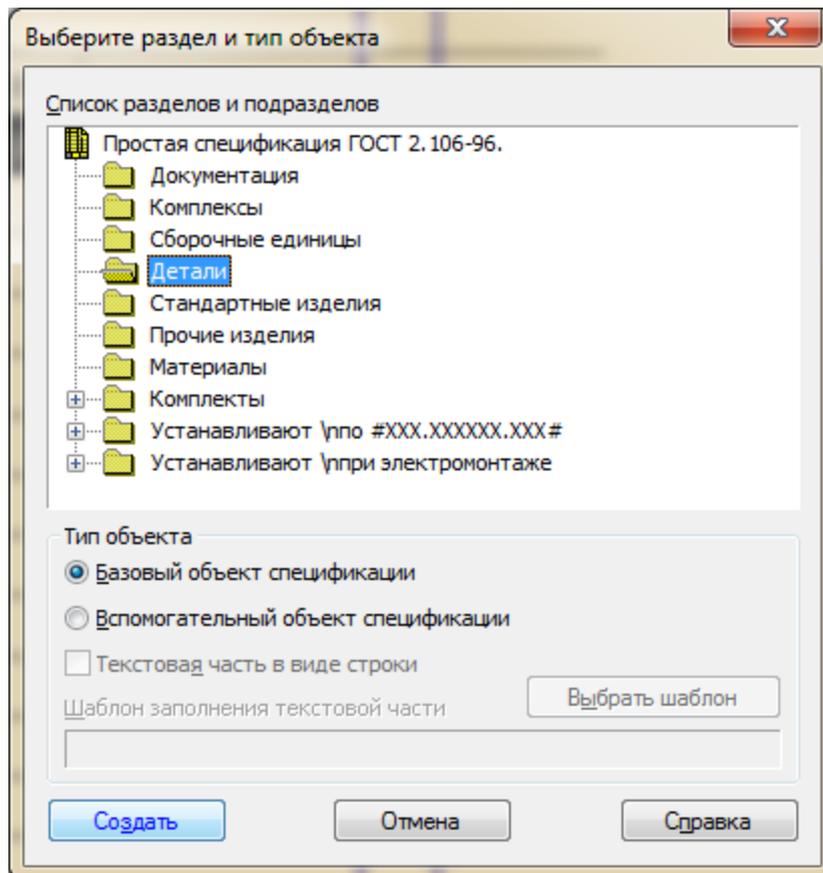


Заполните следующую строку, введя данные о пояснительной записке.

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
				<u>Документация</u>		
A1			РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
A4			РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		



Если сборочный чертеж, записанный в документации, состоит из нескольких подборок, то необходимо выбрать раздел *Сборочные единицы* и записать в соответствующей графе обозначение каждой сборочной единицы. В рассматриваемом примере сборочных единиц нет, поэтому в качестве следующего раздела выберите *Детали*.



В графе *Формат* проставьте формат листа чертежа детали.

В графе *Поз.* укажите позицию детали. Номера позиций начинаются с 1 и идут по мере возрастания.

В графе *Обозначение* введите обозначения детали в соответствии с ее обозначением в трехмерной модели.

В графе *Название* укажите название детали, совпадающее с названием ее трехмерной модели.

В графе *Кол.* проставьте количество одинаковых деталей.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
A4			РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		
				<u>Детали</u>		
A2	1		РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.01	Вал	1	/

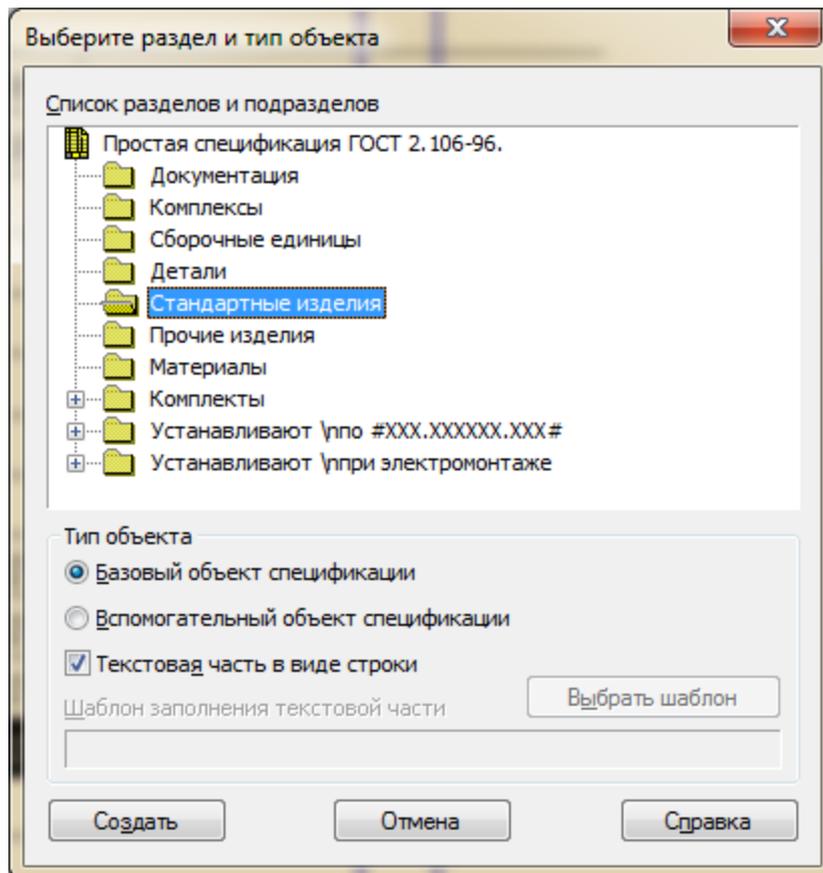







**Добавить базовый объект**  
Добавить новый базовый объект в текущий раздел спецификации





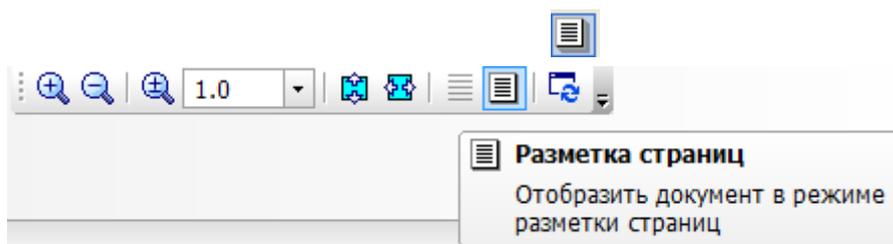
В графе *Поз.* укажите номер позиции стандартного элемента (в рассматриваемом примере это винт), прибавив к номеру позиции последней детали число на единицу меньше количества пустых строк до раздела *Стандартные изделия*.



Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
A4			РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		
				<u>Детали</u>		
A2	1		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.01	Вал	1	
A3	2		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.02	Стойка правая	1	
A3	3		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.03	Стойка левая	1	
A4	4		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.04	Шпонка	2	
A4	5		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.05	Втулка	2	
A3	6		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.06	Колесо зубчатое 3	1	
A3	7		РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.07	Колесо зубчатое 5	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	10			Винт А.М6-6dх20 ГОСТ 1491-80	2	
	11			Подшипник 206 ГОСТ 8338-75	2	
	12			Шайба А.6.37 ГОСТ 11371-78	2	

Аналогичным образом укажите в спецификации подшипники и шайбы. Стандартные изделия в спецификации указываются в алфавитном порядке.

## Заполнение основной надписи спецификации



Двойным щелчком мыши по основной надписи войдите в режим ее редактирования. Заполните графы в соответствии с приведенным примером.

					<i>РГР-221000-14.ВЛЮ-25.00.00.00</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>							1
<i>Н.контр.</i>					<i>Узел механический</i>		
<i>Утв.</i>					<i>ЮЗГУ, МТ-118</i>		

В графах *Разраб.* и *Пров.* укажите соответствующие фамилии.

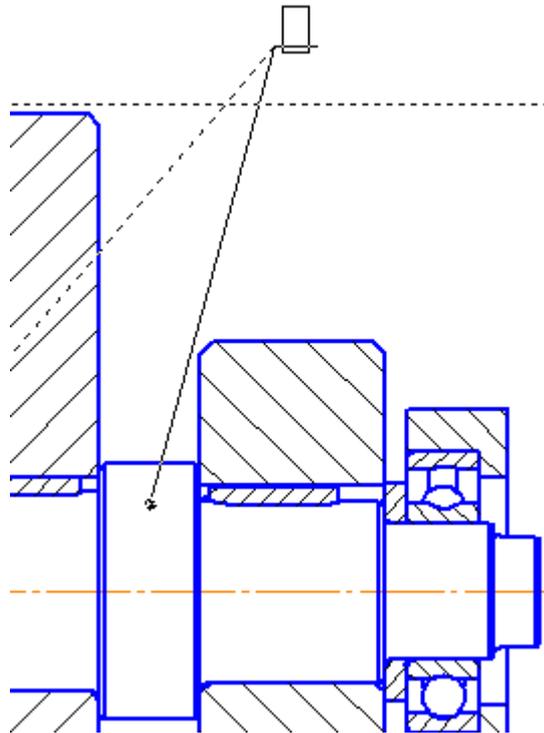


## Обозначение позиций на сборочном чертеже

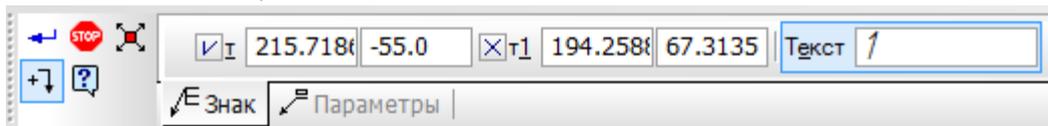
После создания файла спецификации необходимо проставить позиции на сборочном чертеже в соответствии с номерами позиций элементов в спецификации.



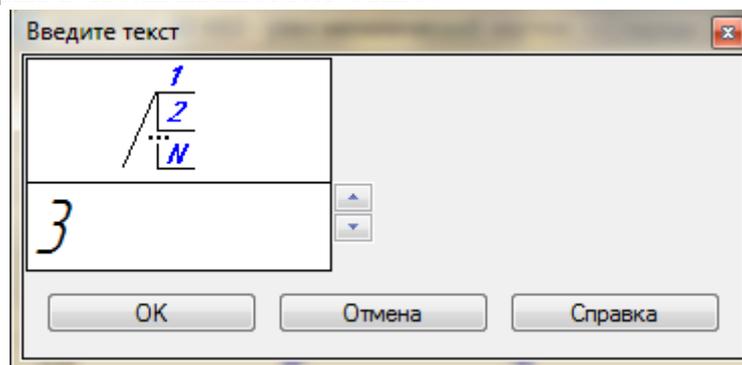
Щелкните левой кнопкой мыши на элементе, позицию которого необходимо указать, и разместите элемент позиции на чертеже.



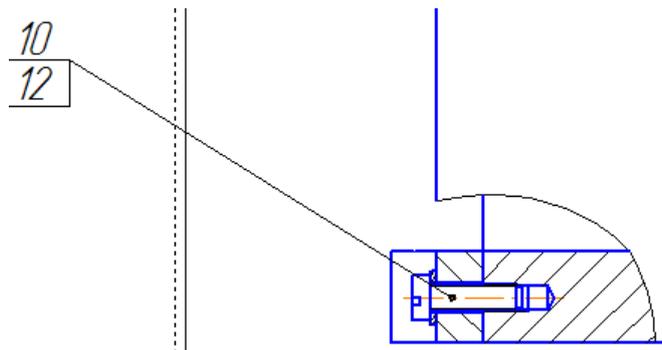
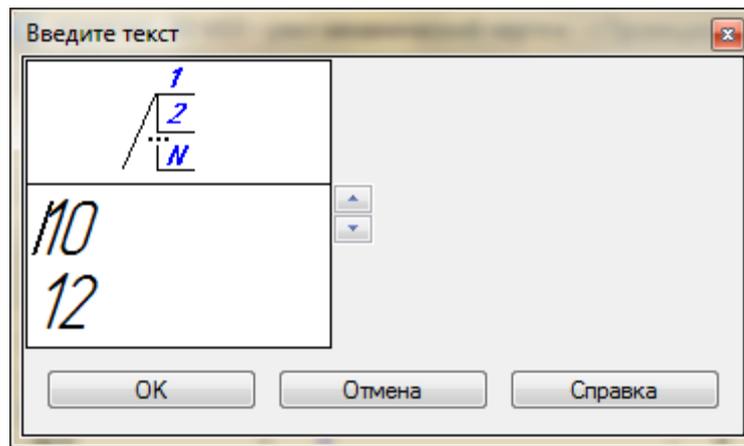
В поле *Текст* на панели инструментов появится номер присваиваемой позиции.



При необходимости номер позиции можно редактировать. Для этого нажмите левой кнопкой мыши на поле *Текст* и измените значение позиции в появившемся окне.



Позиции крепежных элементов (винта и шайбы) проставляются совместно. В окне *Введите текст* указания позиции введите позицию винта, затем нажмите *Enter* и на следующей строке проставьте позицию шайбы.

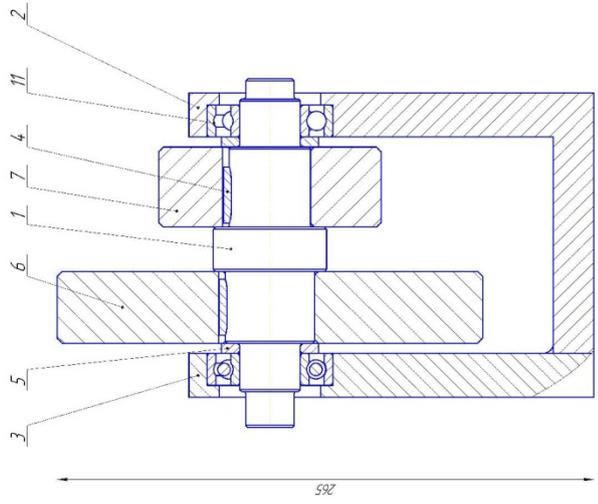
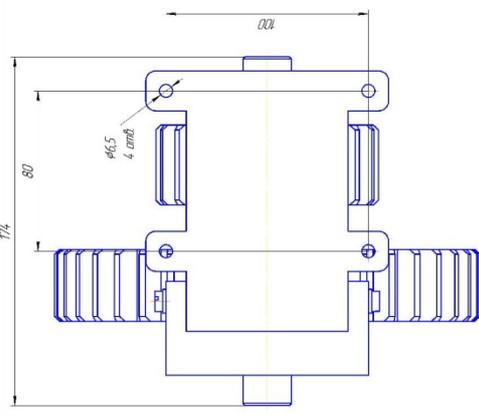
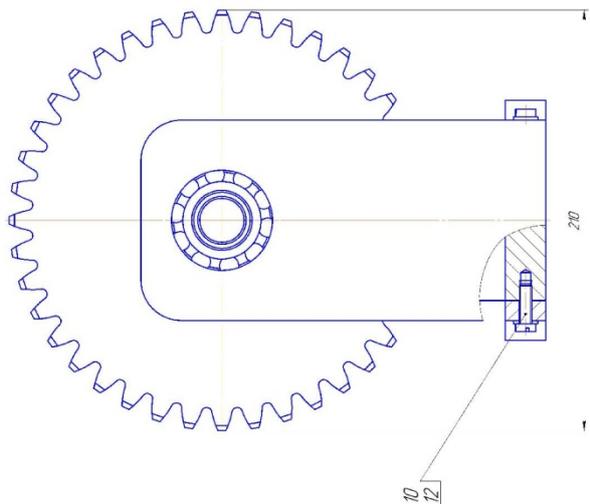


После того как составлена спецификация, необходимо указать ее номер в окне *Перв. примен.* (располагается слева в рамке чертежа) сборочного чертежа и чертежей всех деталей, которые указываются в этой спецификации.

<i>Справ. №</i>	<i>Перв. примен.</i>
	<i>РГР-221000-14.В/ЛЮ-25.00.00.00</i>

Сборочный чертеж имеет вид.

ИЗМ. №		ИЗМ. №		ИЗМ. №		ИЗМ. №		ИЗМ. №	
1		2		3		4		5	
Исполн.		Провер.		Утверд.		Дата		Лист	
А.И.		В.В.		С.С.		15.05.2017		11	
АР-221000-4.В.ИИ-25.00.00.00.05 Узел механический Сборочный чертеж									
Контур Формат А1									



АР-221000-4.В.ИИ-25.00.00.00.05

ИЗМ. №	ИЗМ. №	ИЗМ. №	ИЗМ. №	ИЗМ. №
1	2	3	4	5
Исполн.	Провер.	Утверд.	Дата	Лист
А.И.	В.В.	С.С.	15.05.2017	11

## Практическая работа №2. Создание чертежа с трехмерной модели вала

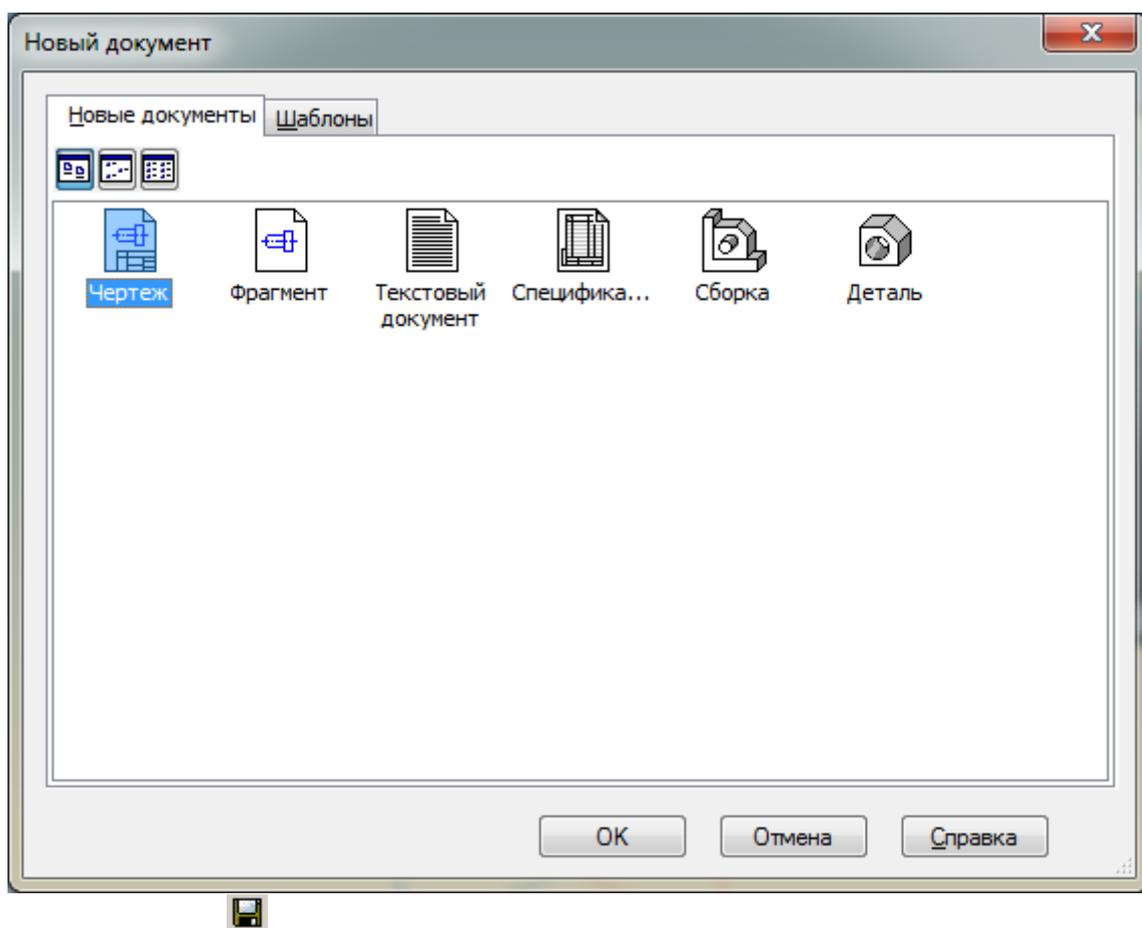
### Задание для практической работы:

- 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.

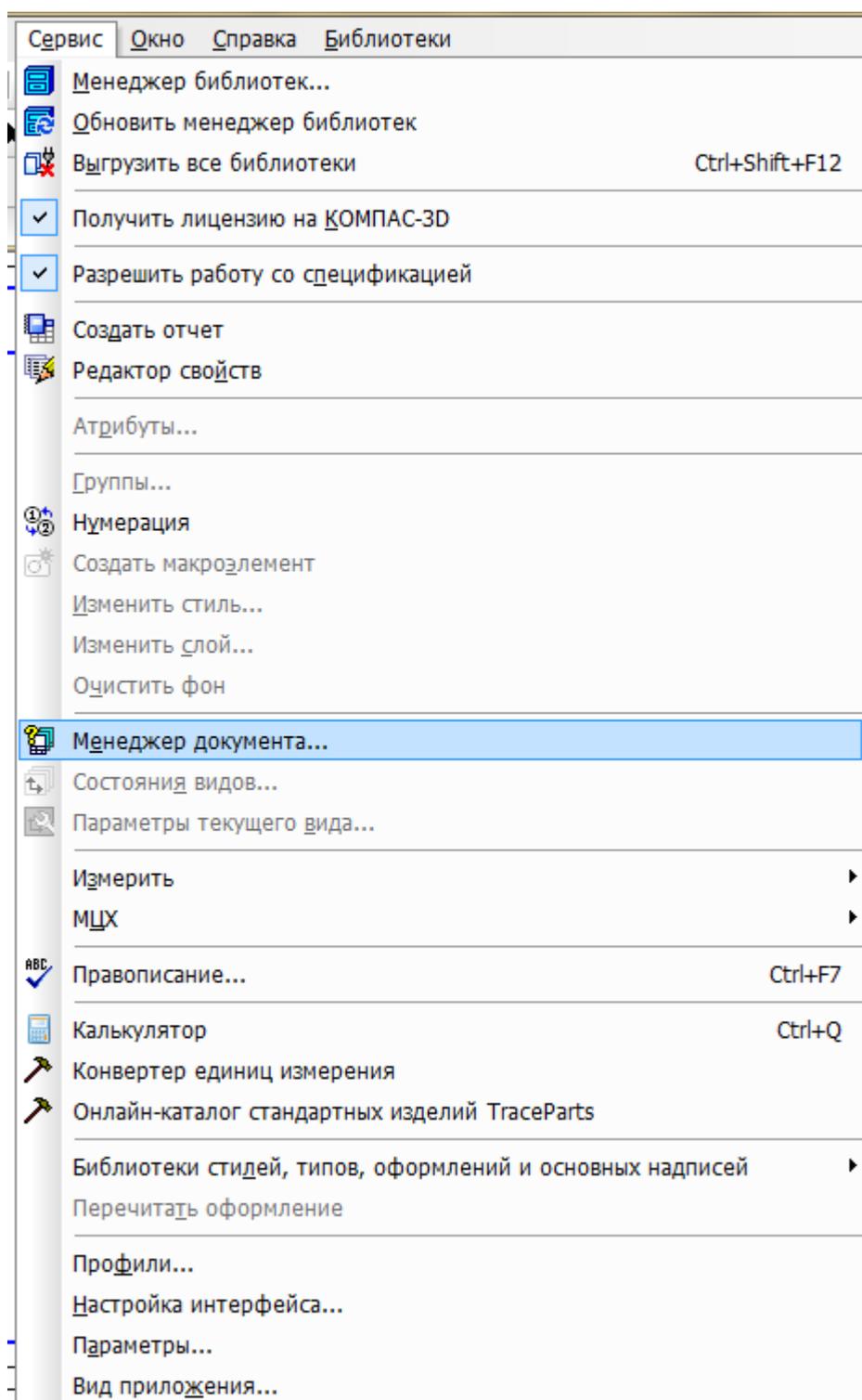
### Создание и настройка чертежа



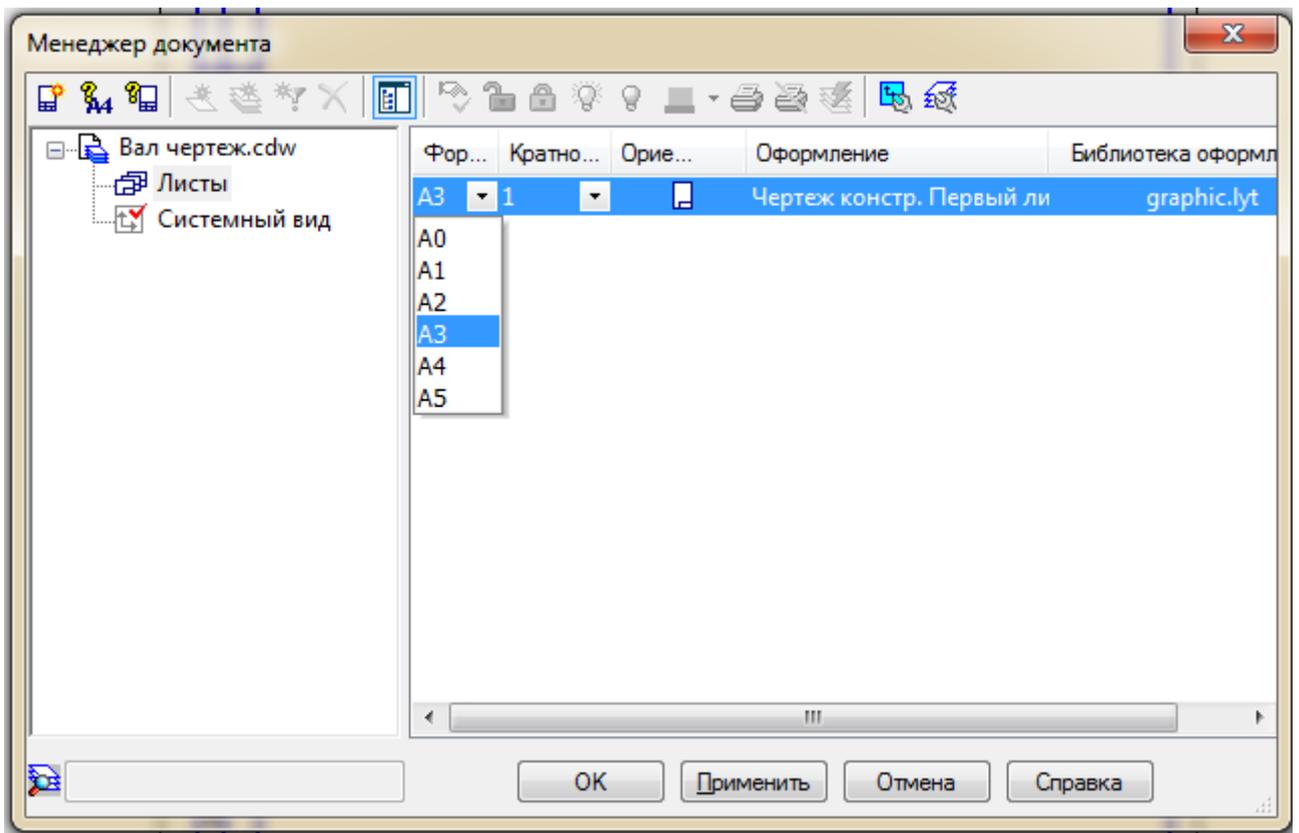
Укажите тип создаваемого документа *Чертеж* и нажмите кнопку *OK*. На экране появится окно нового чертежа.



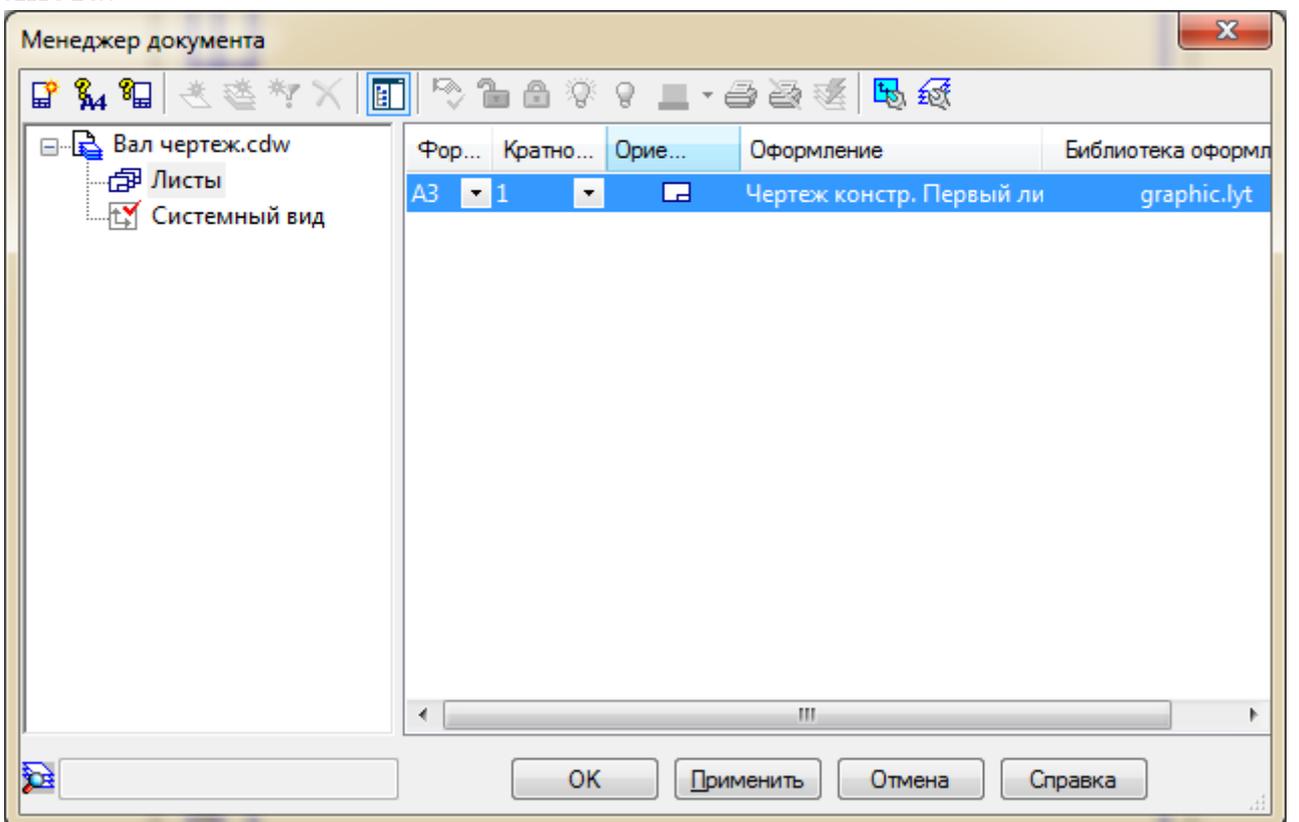
На верхней панели управления выберите вкладку *Сервис*, в открывшемся списке нажмите *Менеджер документа*.



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

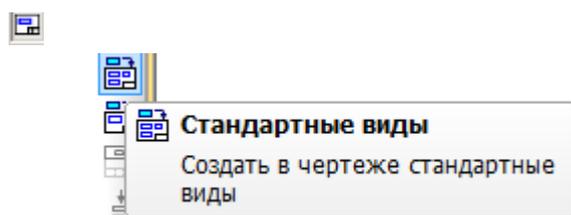


Щелкните на пиктограмме *Ориентация* для выбора ориентации листа.



Нажмите кнопку *OK*.

## Создание стандартных видов



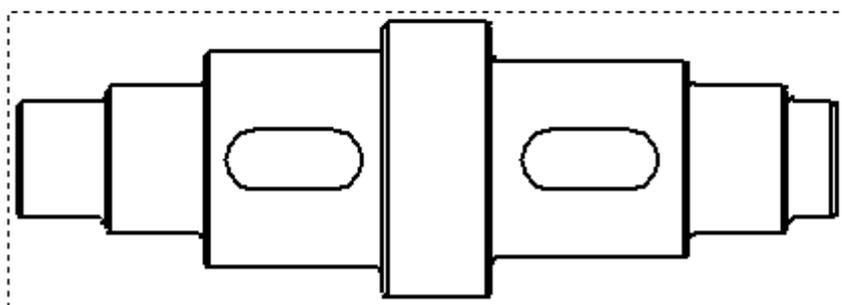
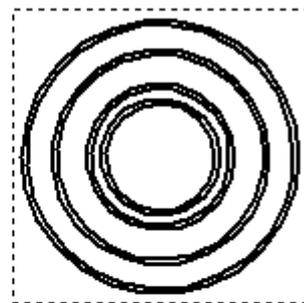
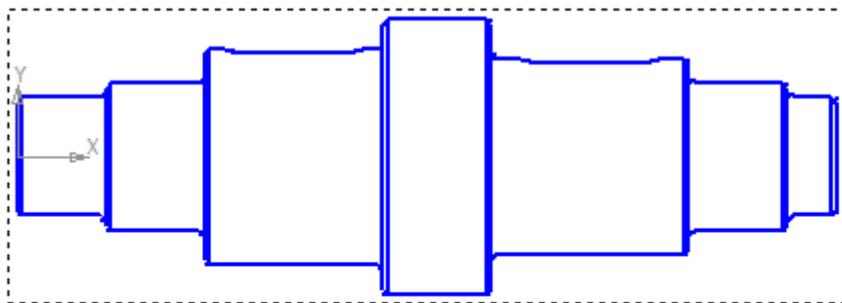
Если выбираемая деталь (Вал) открыта, просто нажмите *ОК*. В противном случае нажмите кнопку *Из файла* и укажите файл трехмерной модели детали.



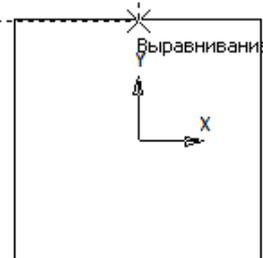
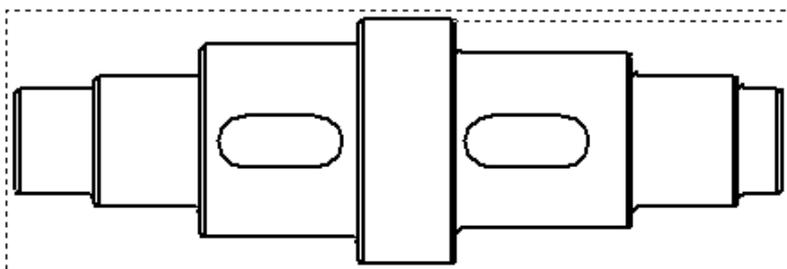
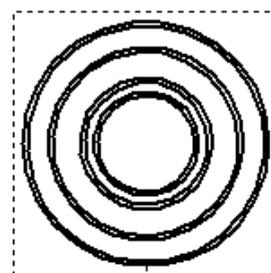
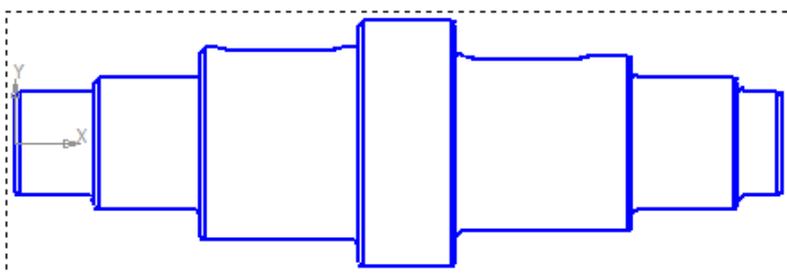
При необходимости измените масштаб изображения детали, выбрав его значение в раскрывающемся списке на панели свойств.



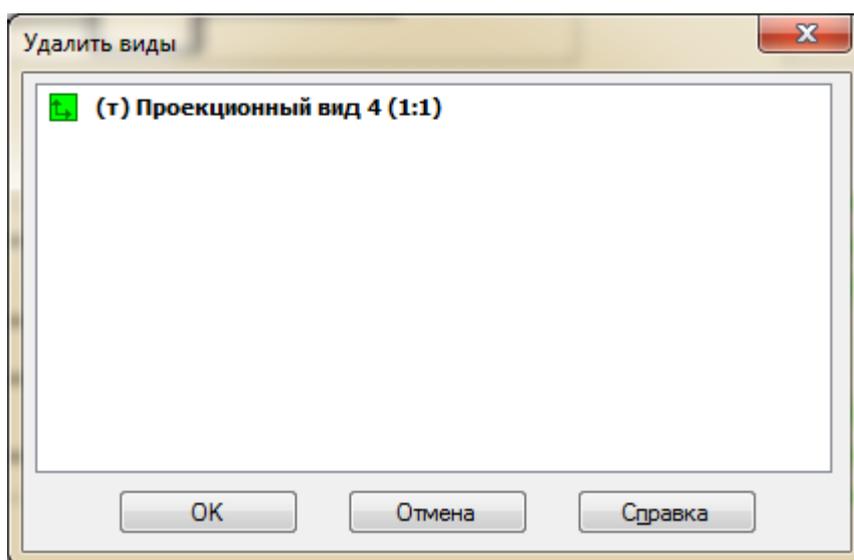
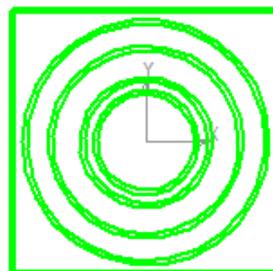
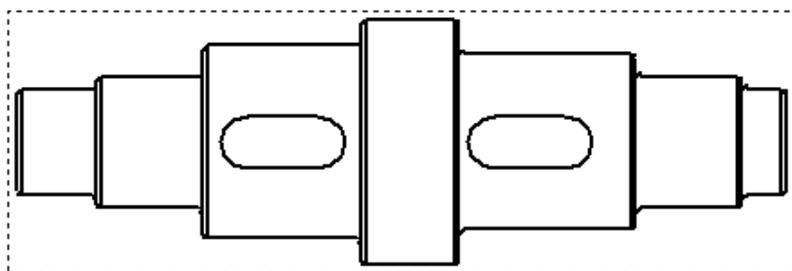
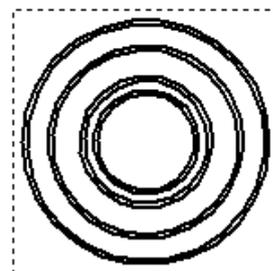
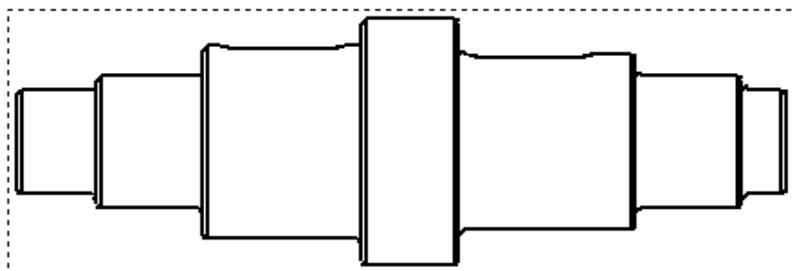
Укажите расположение видов на чертеже, щелкнув на поле левой клавишей мыши. Система построит указанные виды и заполнит ячейки штампа данными из 3D-модели.



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.



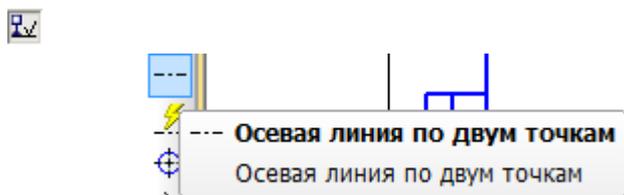
Для удаления ненужного вида необходимо выделить его, нажав на пунктирной рамке левой клавишей мыши, и нажать *Del*, а затем *OK*.



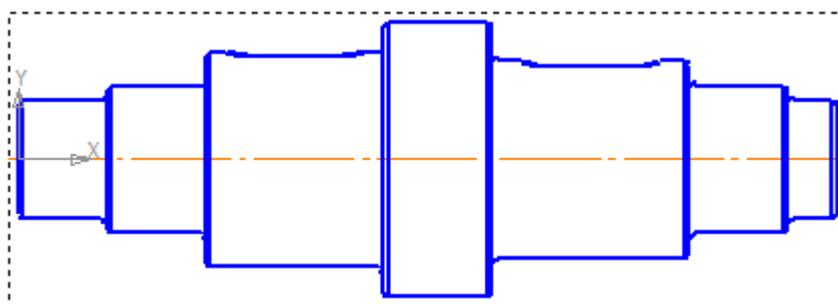
В данном случае достаточно двух из трех построенных автоматически видов, вид слева можно удалить.

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.*

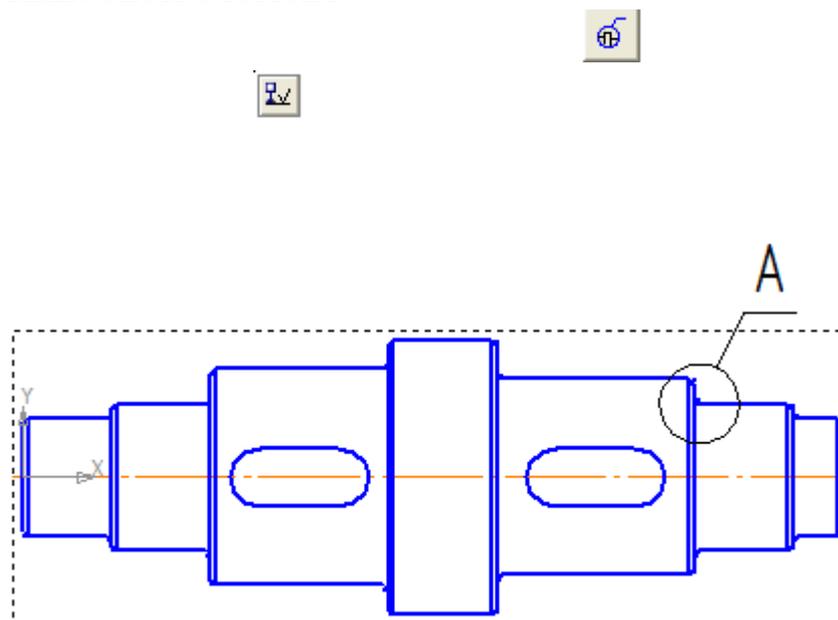


Укажите начальную и конечную точки построения осевой (то есть крайние левую и правую точки вида).



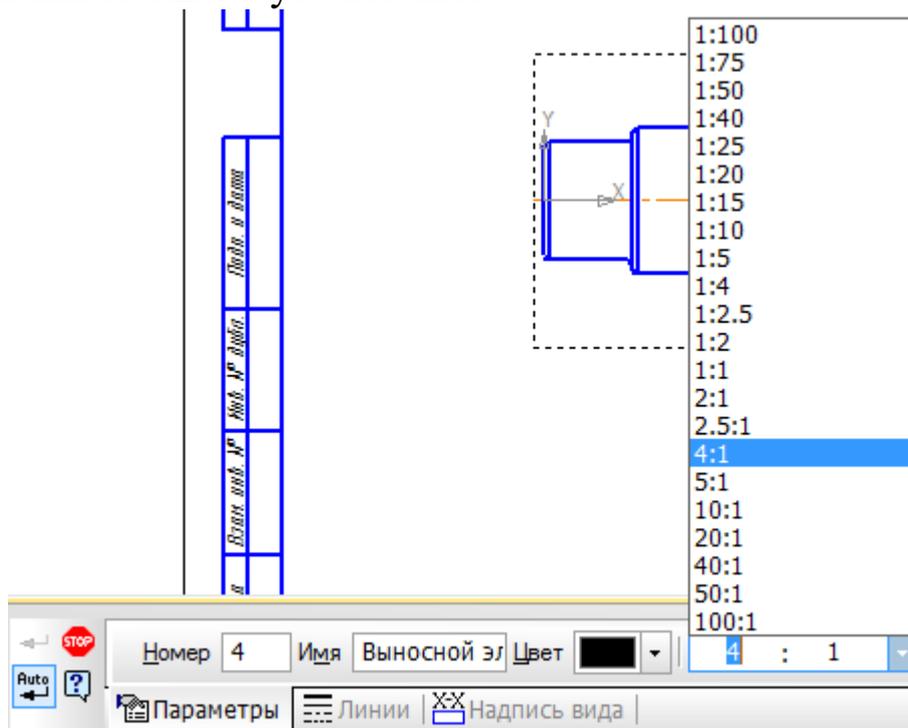
### Создание выносного элемента

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

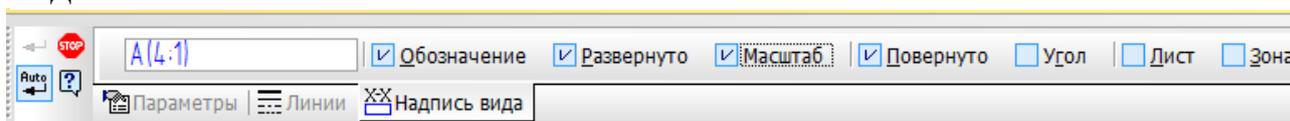


После этого система перейдет в режим автоматического построения выносного вида.

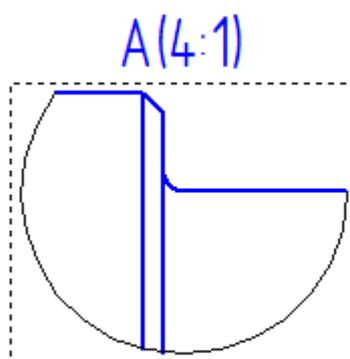
На панели свойств раскройте список поля *Масштаб* и укажите необходимый масштаб увеличения.



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



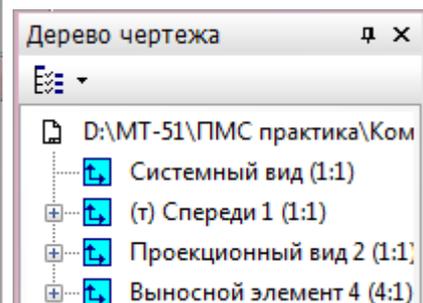
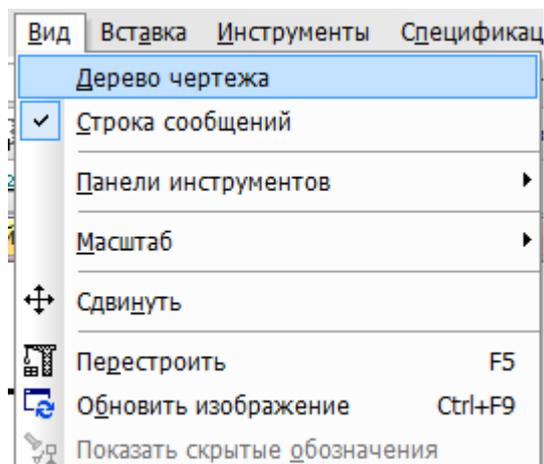
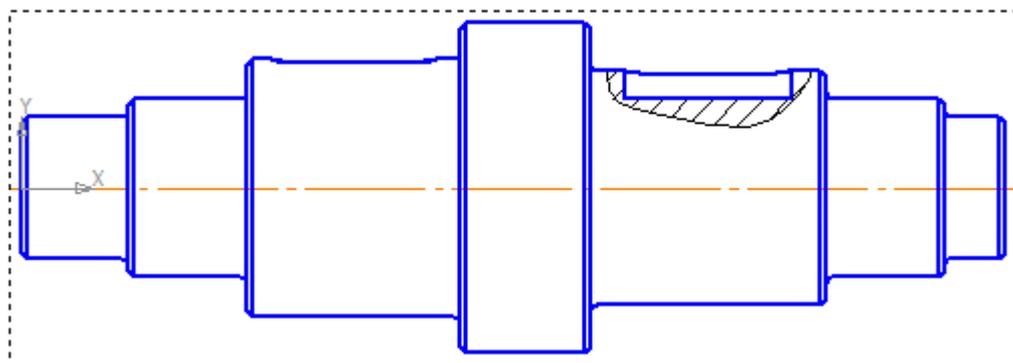
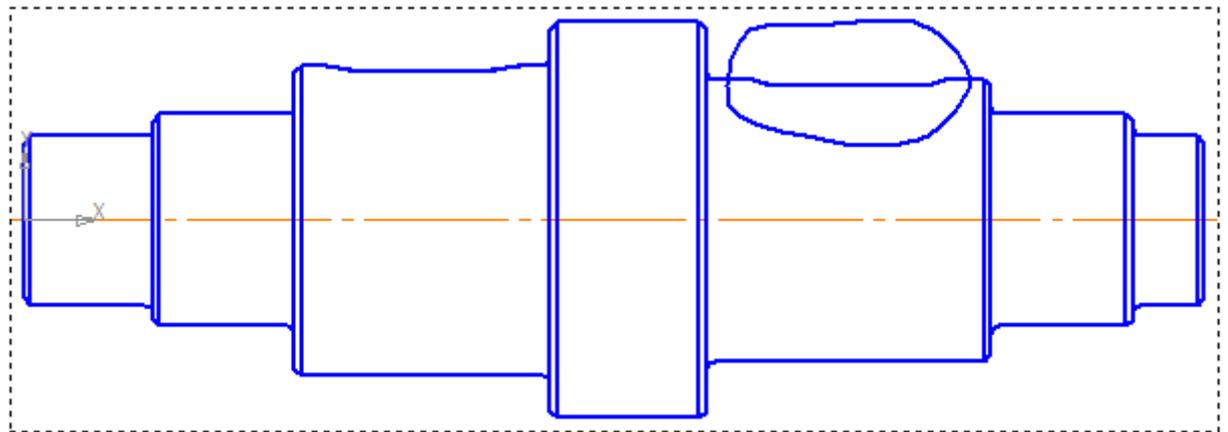
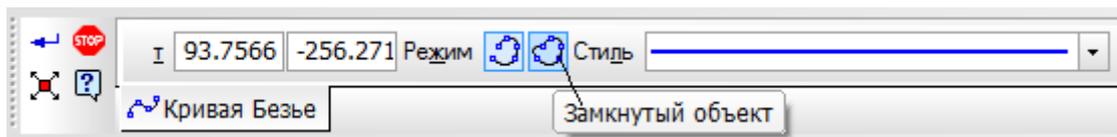
Укажите положение вида на чертеже.

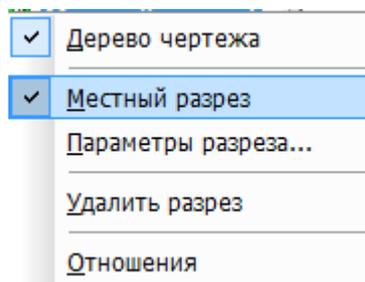
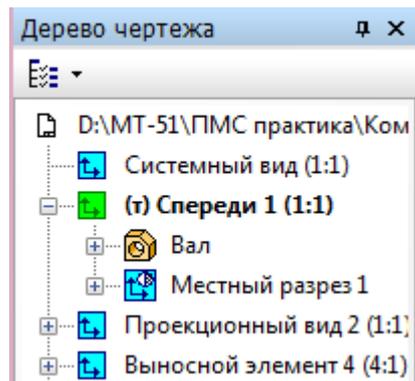


### Построение местного разреза

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



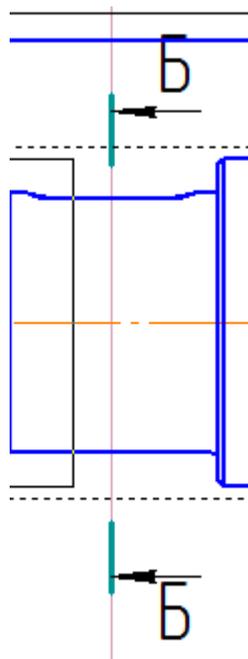
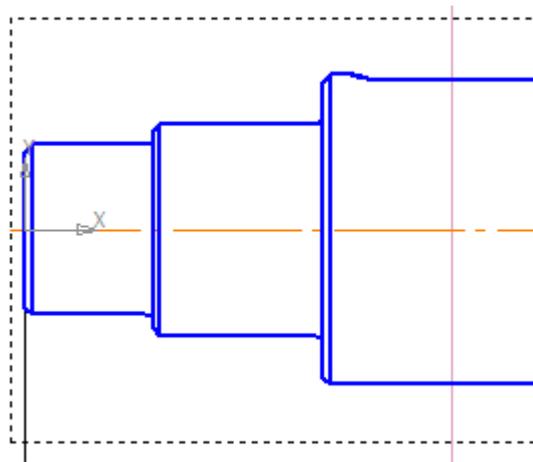




Положение контура, ограничивающего местный разрез, можно изменять. Для построения местного разреза еще раз нажимаем правой клавишей мыши на *Местный разрез 1* и устанавливаем галочку напротив *Местный разрез*.

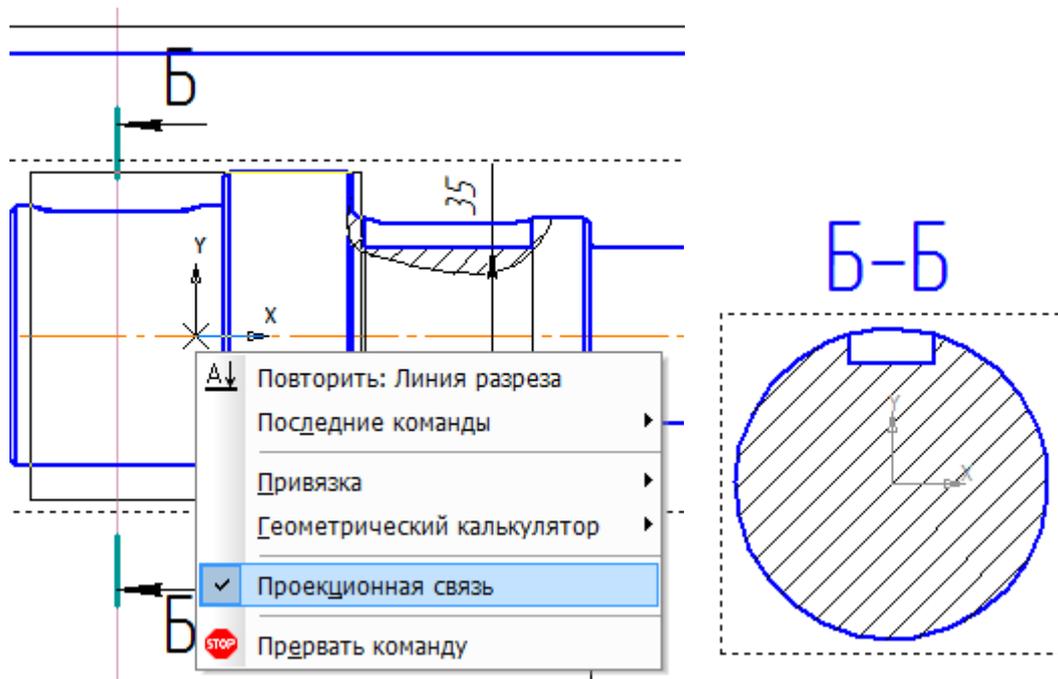
## Построение разреза



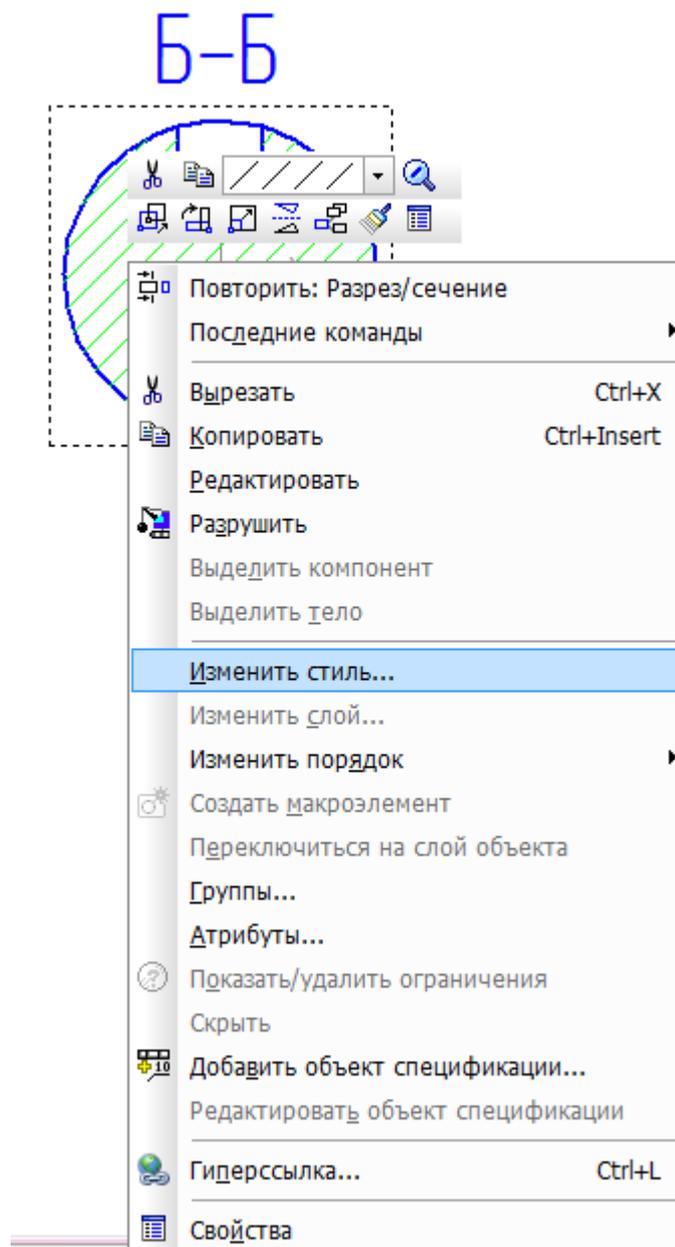


Система перейдет в режим автоматического построения разреза, создаст новый вид Б-Б и сделает его активным.

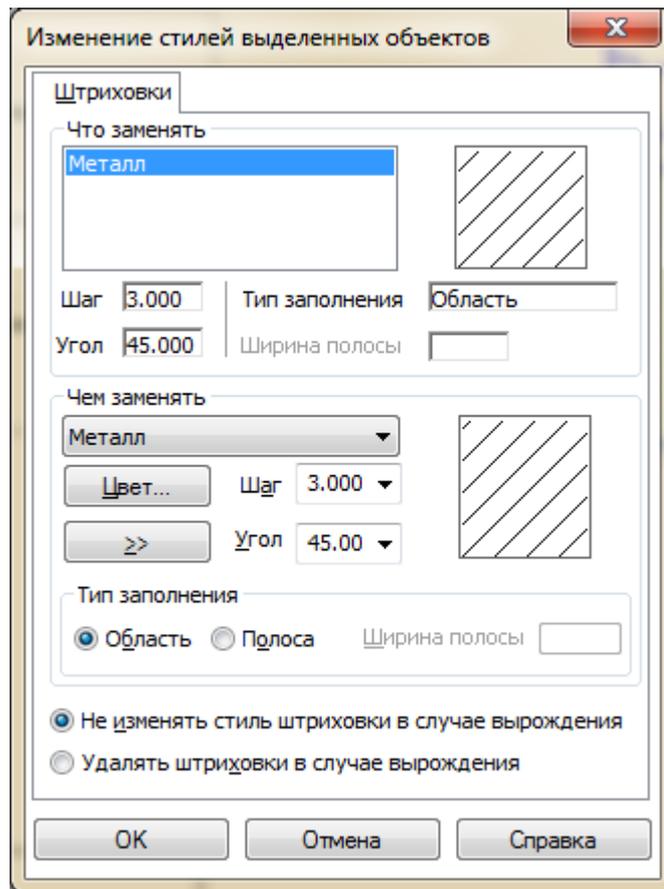
Укажите положение вида на чертеже, щелкнув на поле чертежа левой клавишей мыши. Для размещения вида Б-Б в произвольном месте чертежа нажмите по нему правой клавишей мыши и отключите галочку *Проекционная связь*.



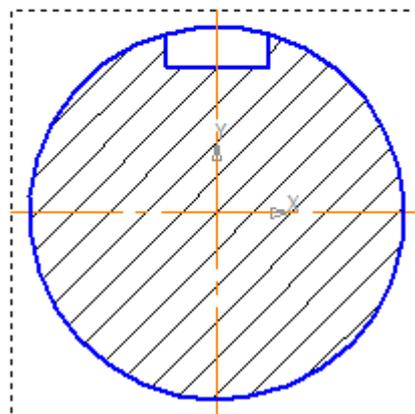
При необходимости можно изменить стиль штриховки детали, нажав на штриховке правой клавишей мыши и выбрав пункт *Изменить стиль*.



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



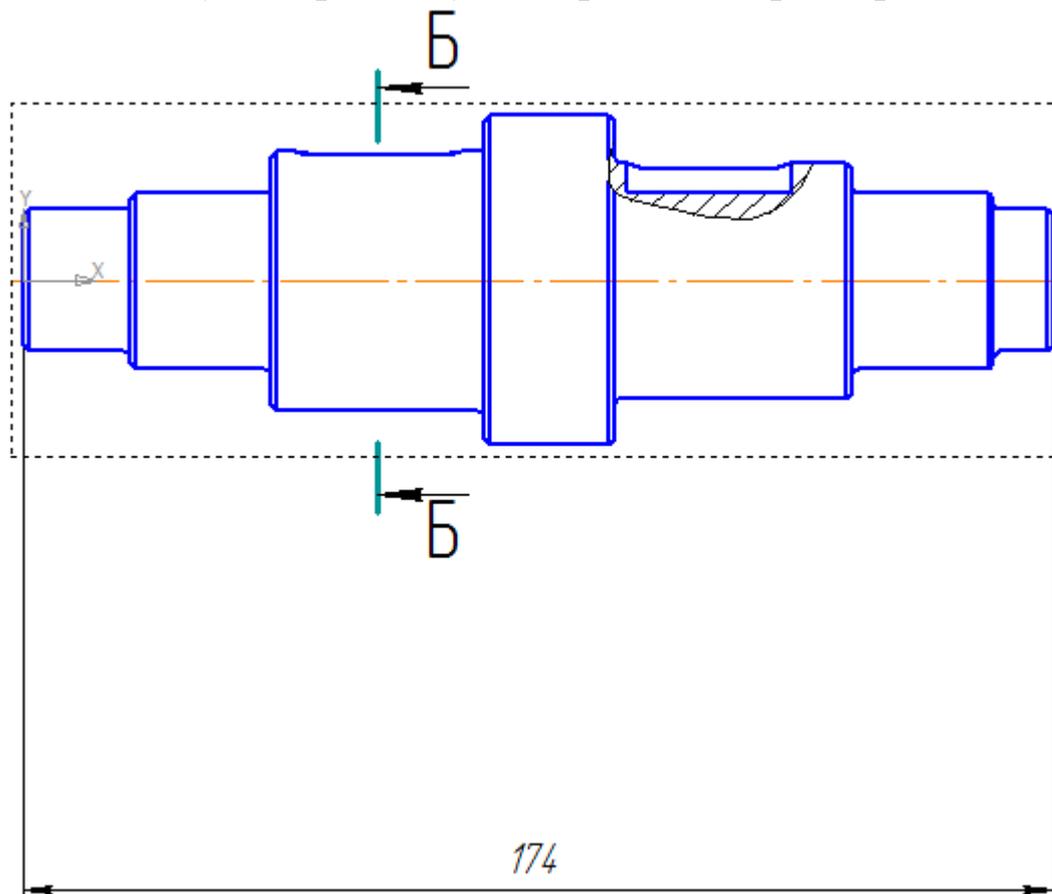
Б-Б



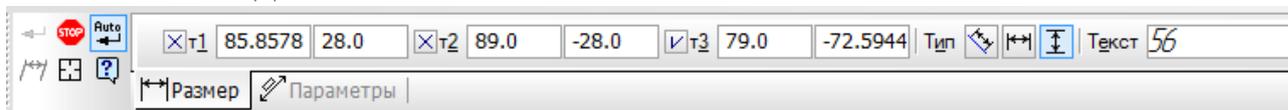
### Простановка размеров

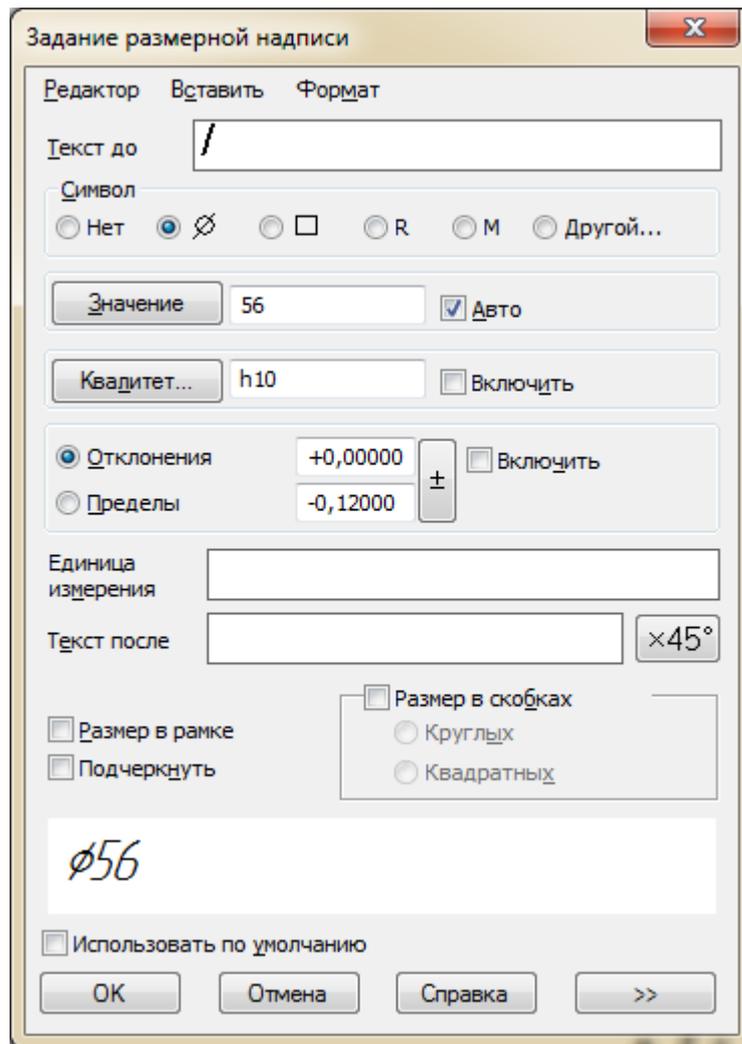
Проставим необходимые размеры для изготовления детали Вал. Вначале зададим габаритные размеры – наибольшие значения

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*.

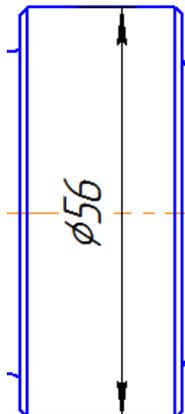




В появившемся окне выберите *Символ*, который будет стоять перед численным значением размера.

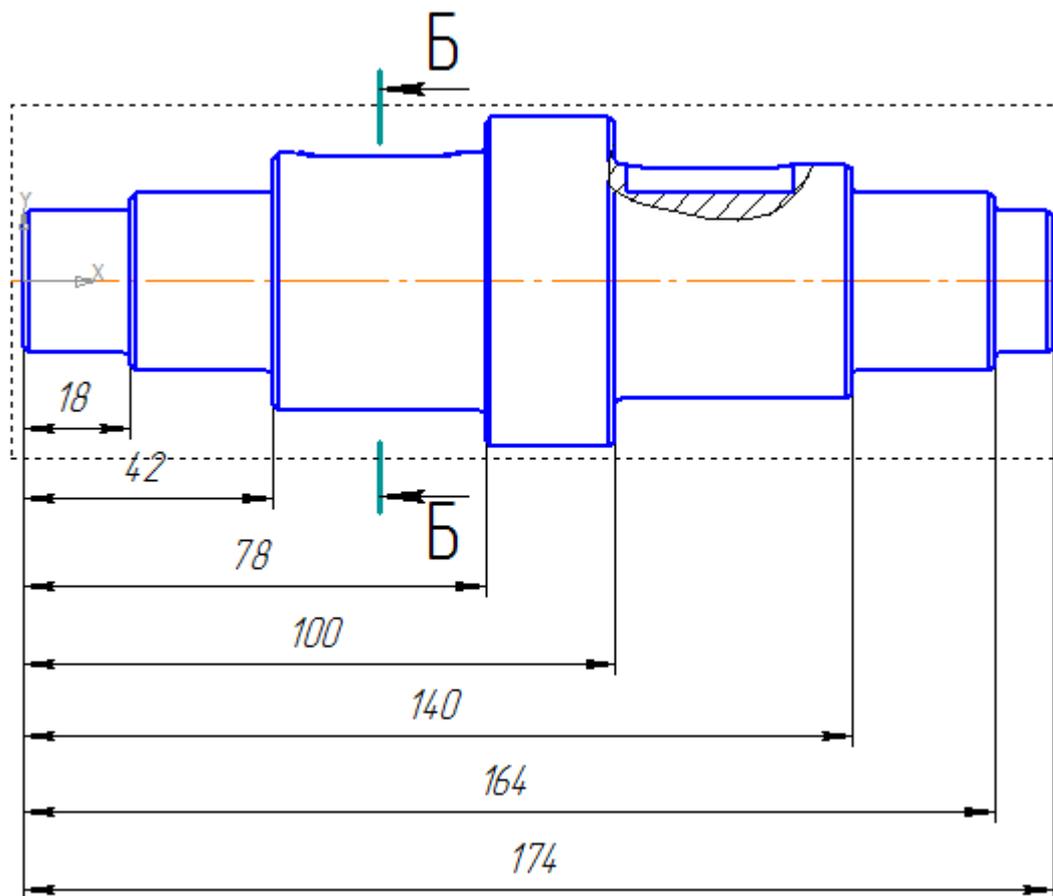


Нажмите *OK*.



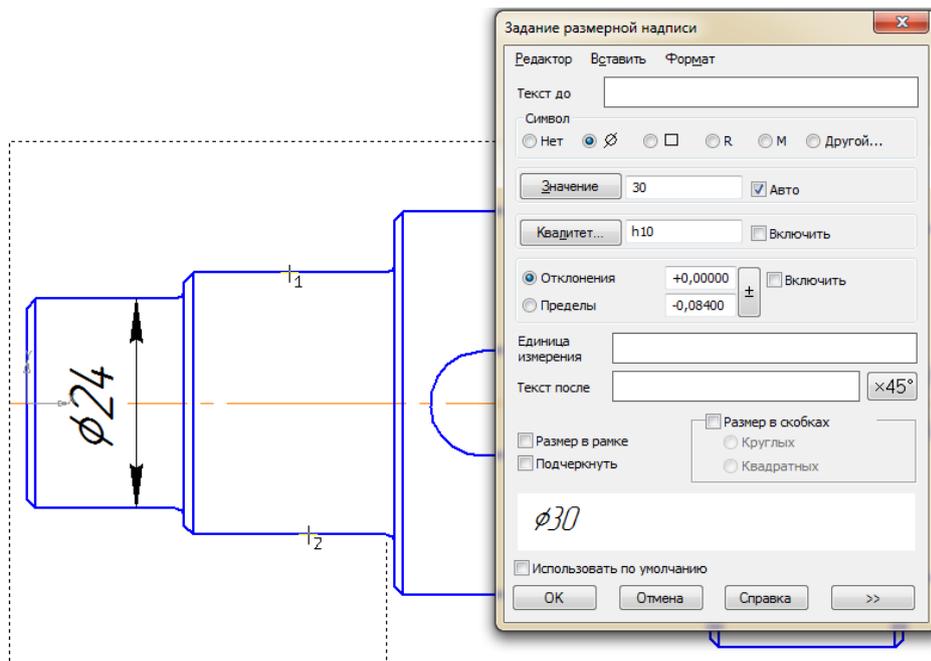
После этого необходимо задать длины всех ступеней вала. Простановка размеров будет осуществляться от правого или левого края вала, причем, вначале указывается длина первой ступени,

затем длина первой и второй ступеней, после – первой, второй и третьей и т.д.

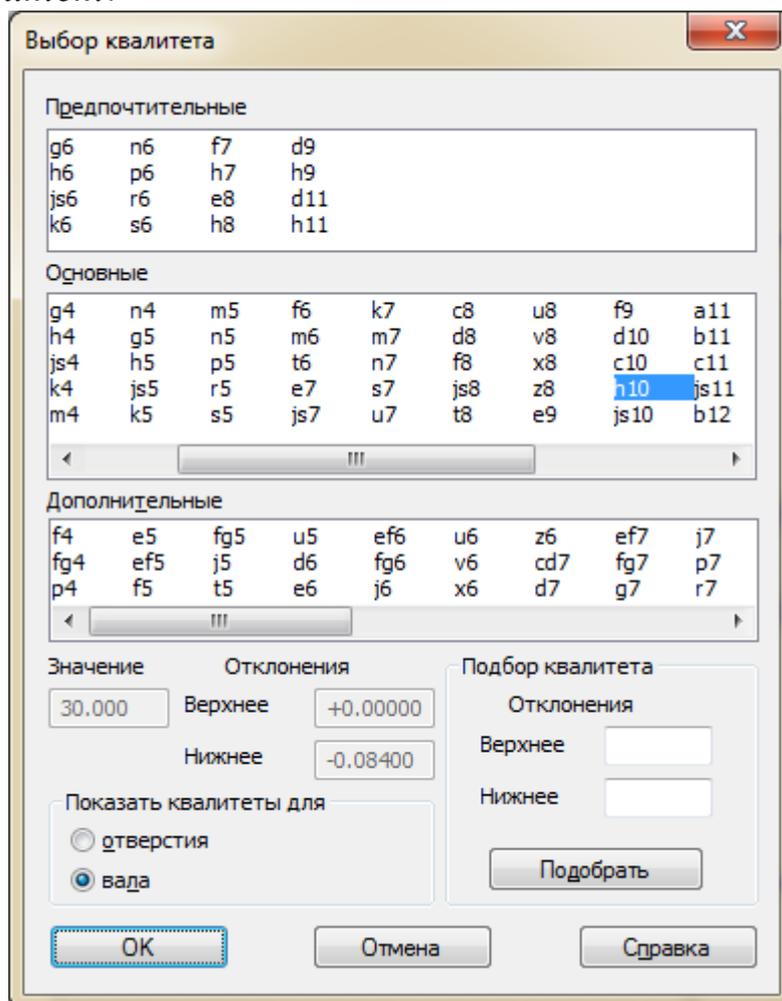


После задания линейных размеров переходим к указанию диаметров всех ступеней, которые будем указывать, используя команду *Линейный размер*. Диаметры ступеней проставим на виде сверху.

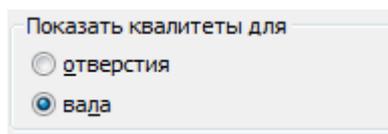
Для диаметра ступени вала, предназначенной под подшипник, необходимо указать предельные отклонения.



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

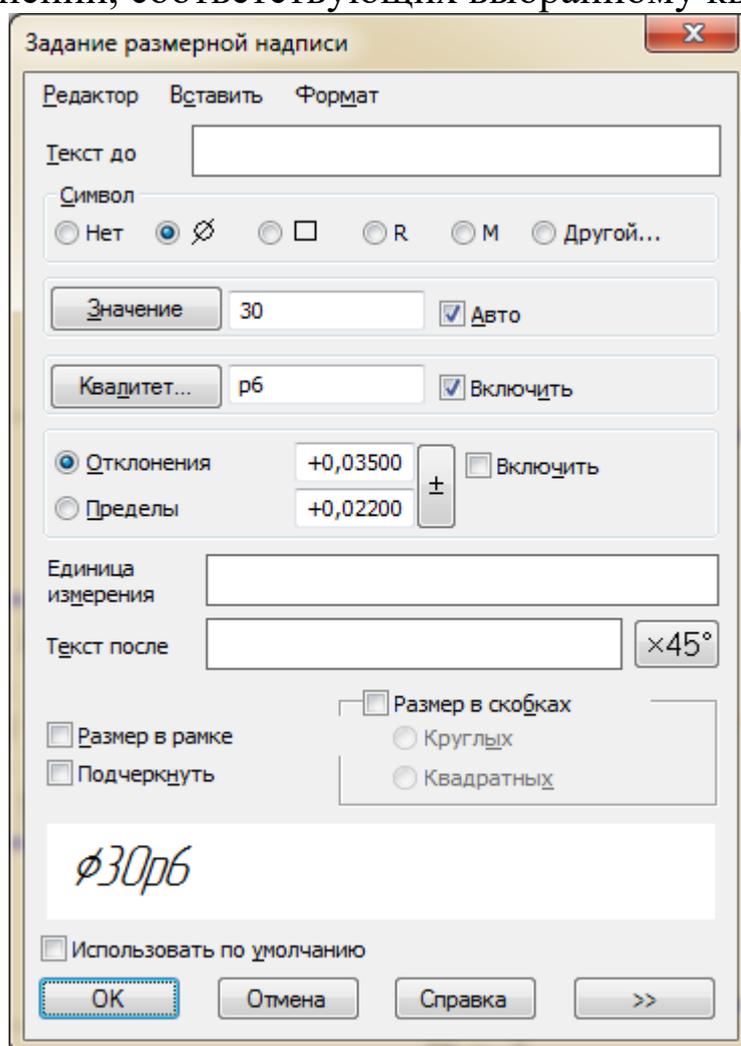


В окне *Выбор качества* выберите качество в системе вала или в системе отверстия, поставив необходимый флажок в окне *Показать качества для*.



Для установки на валу внутреннего кольца подшипника в соответствии с ГОСТ 3325-85 выбираем посадку р6 из ряда *Предпочтительные*.

Нажмите кнопку *ОК*. 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

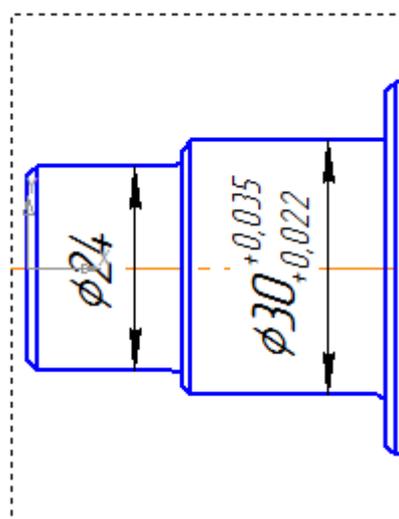
$\varnothing 30^{+0,035}_{+0,022}$

Использовать по умолчанию

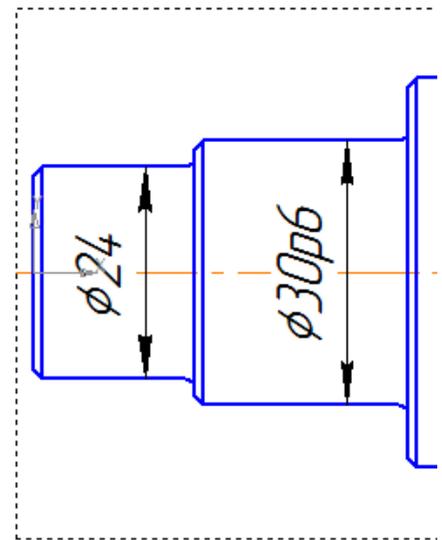
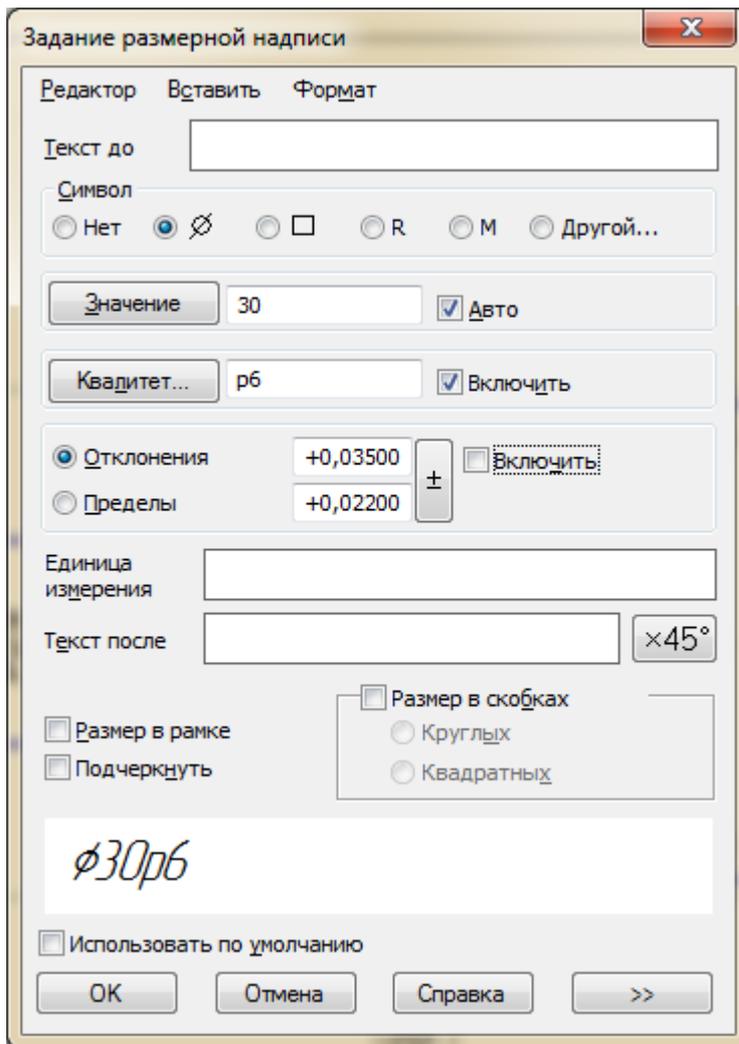
OK Отмена Справка >>

Нажмите кнопку *OK*.

Расположение размерной надписи на чертеже задается левой клавишей мыши.

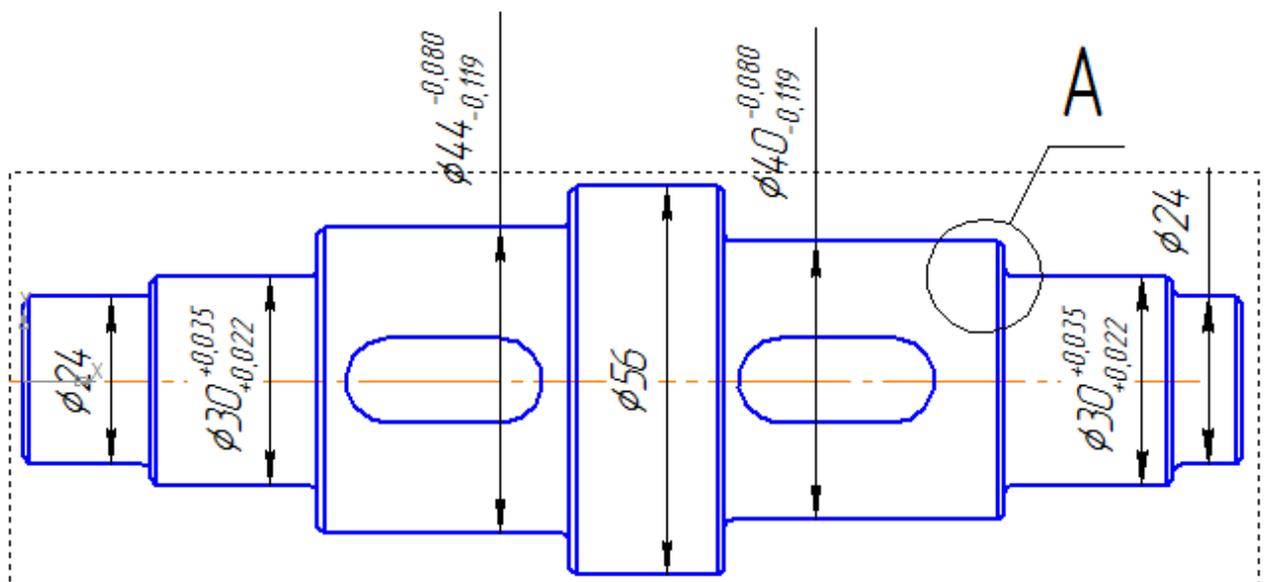


При необходимости отображения выбранного квалитета поставьте галочку *Включить* напротив окна *Квалитет*.



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.

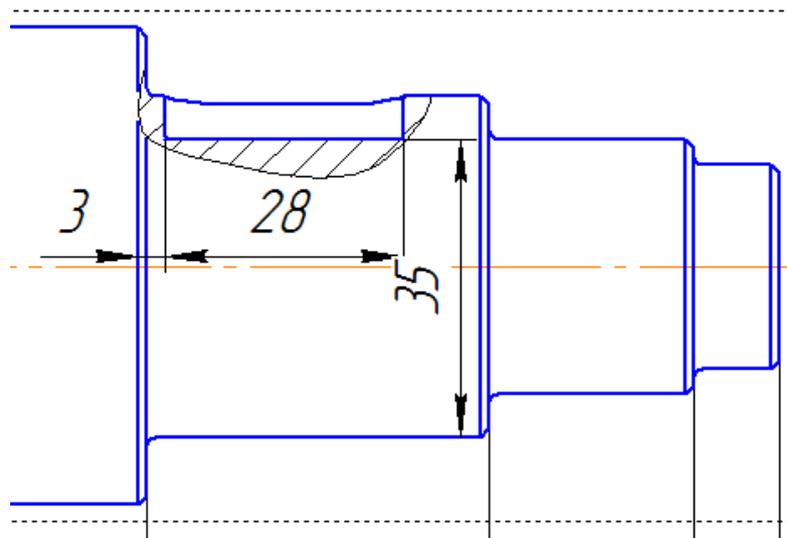


Зададим размеры шпоночных пазов: длину, ширину, высоту, и укажем положение шпоночного паза на ступени вала.

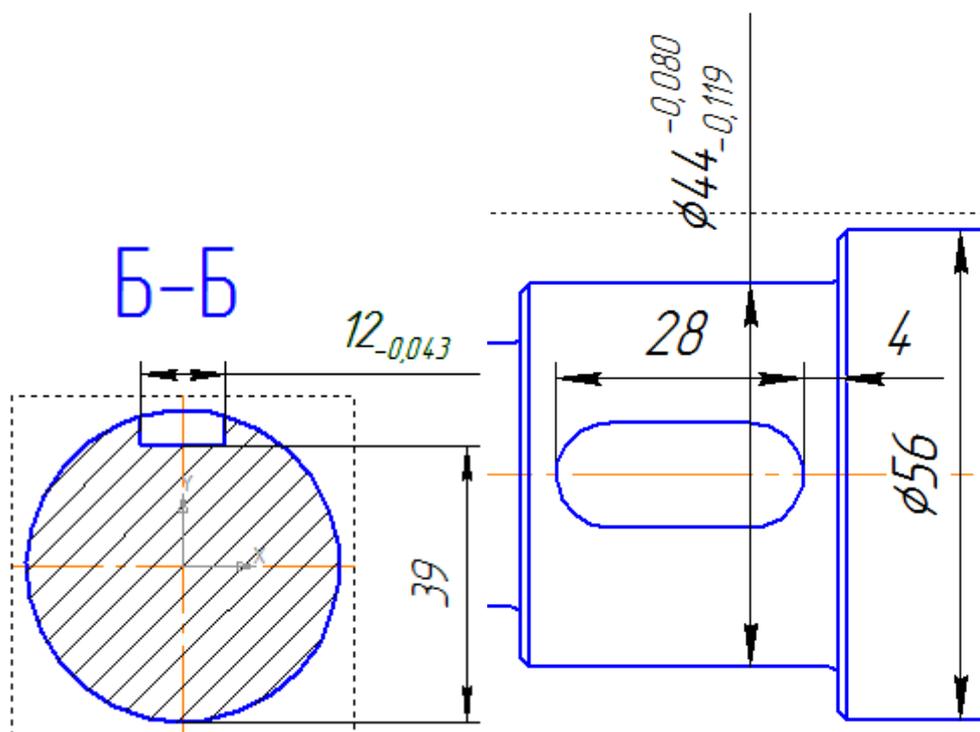
Для шпоночного паза с построенным для него местным разрезом ширину будем задавать на виде сверху, а его длину, высоту и положение на ступени вала – на виде спереди.

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.





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   Авто

Квалитет...   Включить

Отклонения   Включить  
 Пределы  ±

Единица измерения

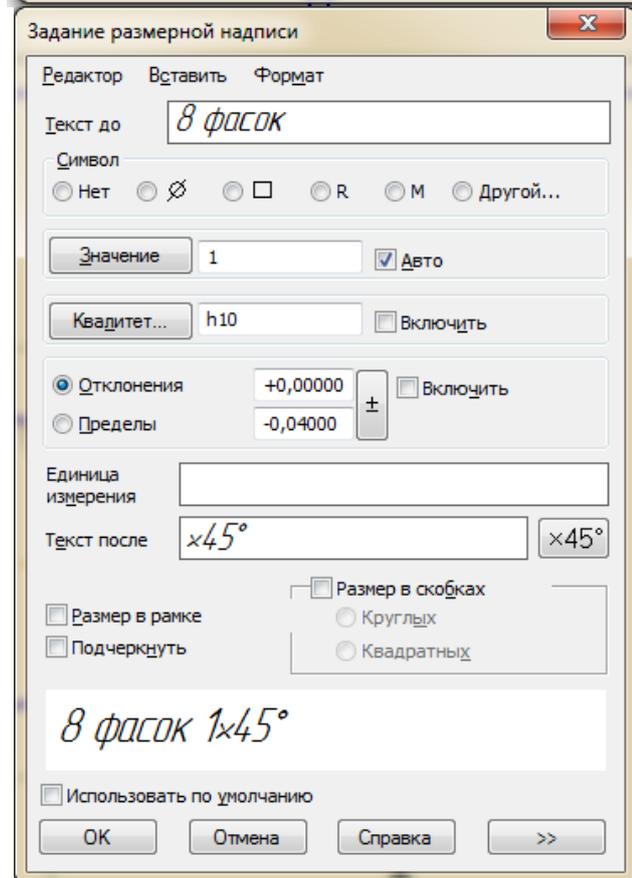
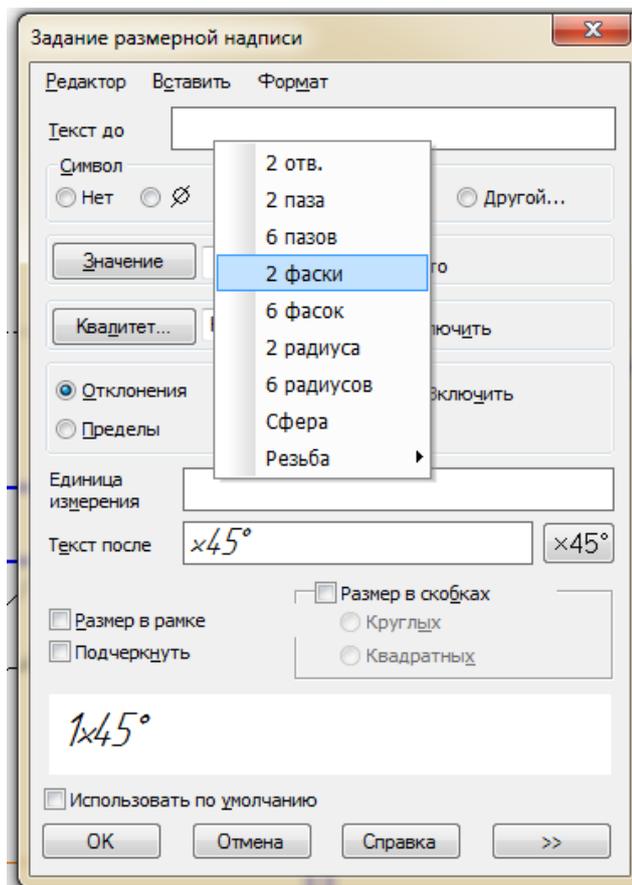
Текст после  ×45°

Размер в рамке  Размер в скобках  
 Подчеркнуть  Круглых  Квадратных

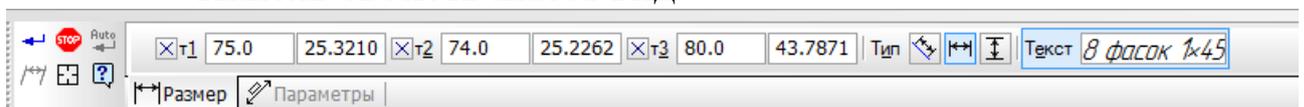
Использовать по умолчанию

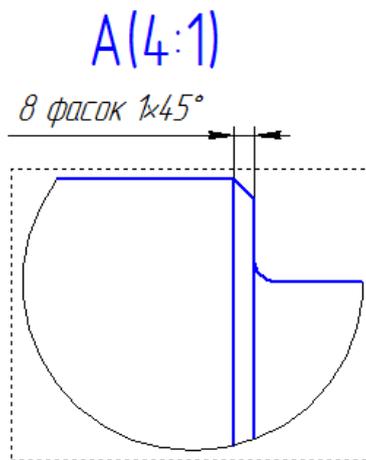
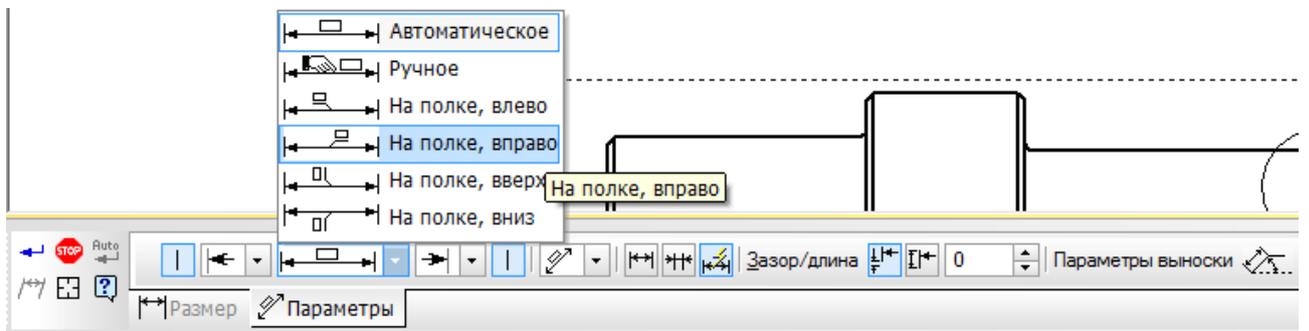
OK Отмена Справка >>

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

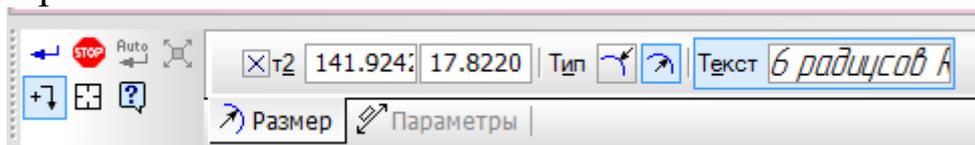


Панель свойств имеет вид

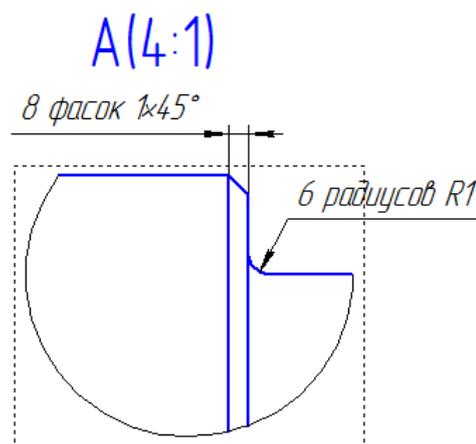
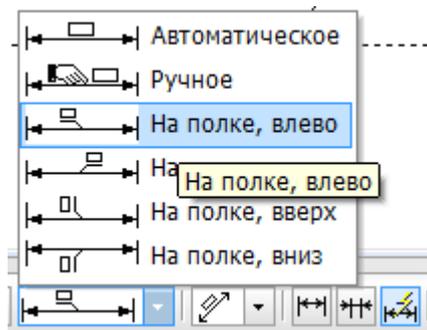




Для указания радиусов скругления выберите вкладку *Радиальный размер*  на панели инструментов *Размеры*  и повторите операции, используемые для указания линейных размеров.



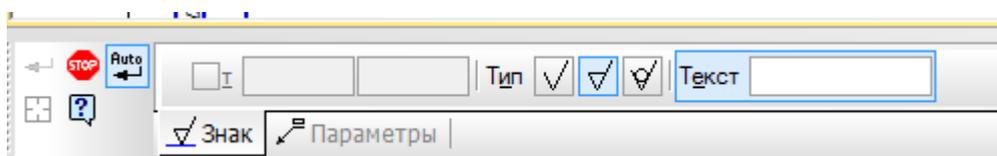
На панели свойств переключитесь на вкладку *Параметры* и задайте расположение радиального размера из раскрывающегося списка.



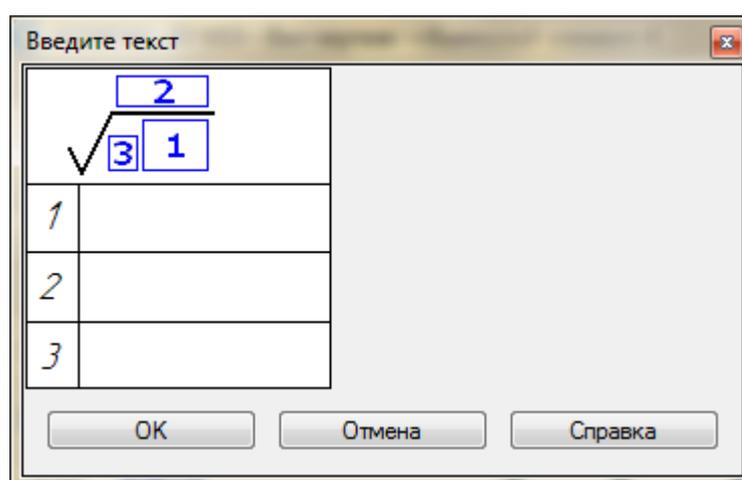
## Простановка шероховатости

Ra 1.25.

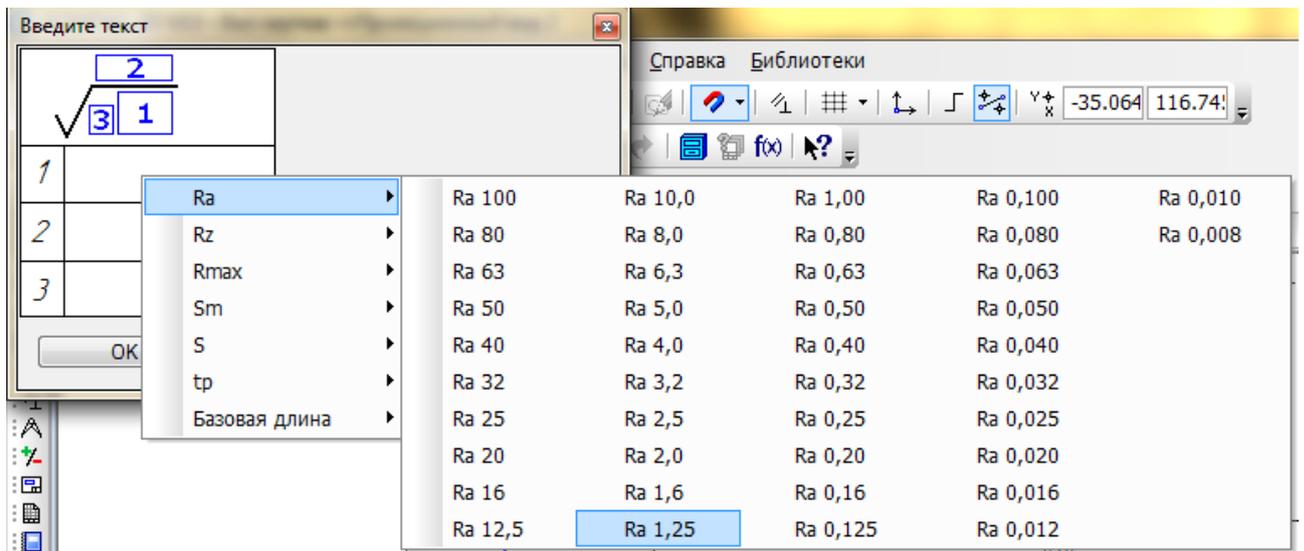
Для указания на чертеже шероховатости обрабатываемых поверхностей выберите на инструментальной панели *Обозначения*  вкладку *Шероховатость* .



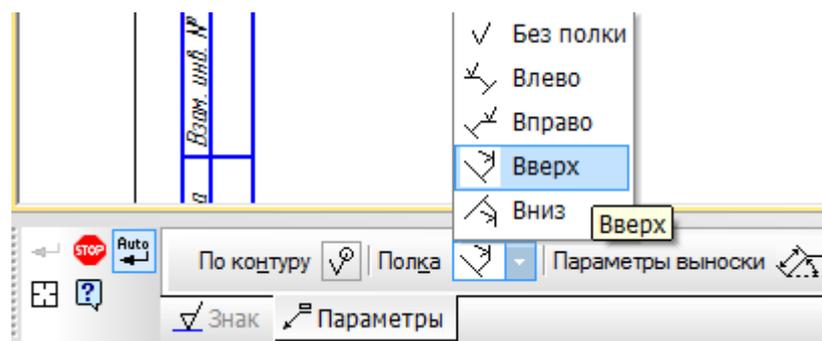
Нажмите левой клавишей мыши на поле *Текст* на панели свойств.



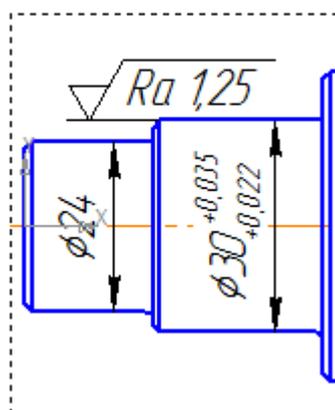
В появившемся окне дважды щелкните левой клавишей мыши в графе *1*. В открывшемся списке выберите тип шероховатости и ее значение. Нажмите кнопку *ОК*.



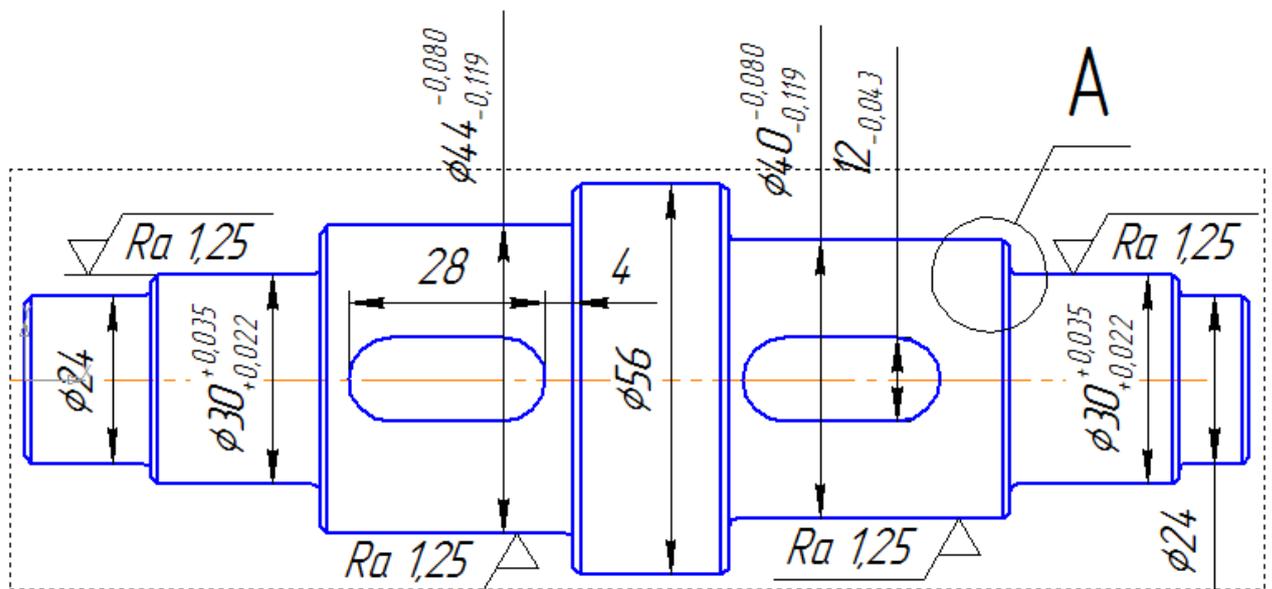
Левой клавишей мыши укажите поверхность детали, на которой проставляется шероховатость.



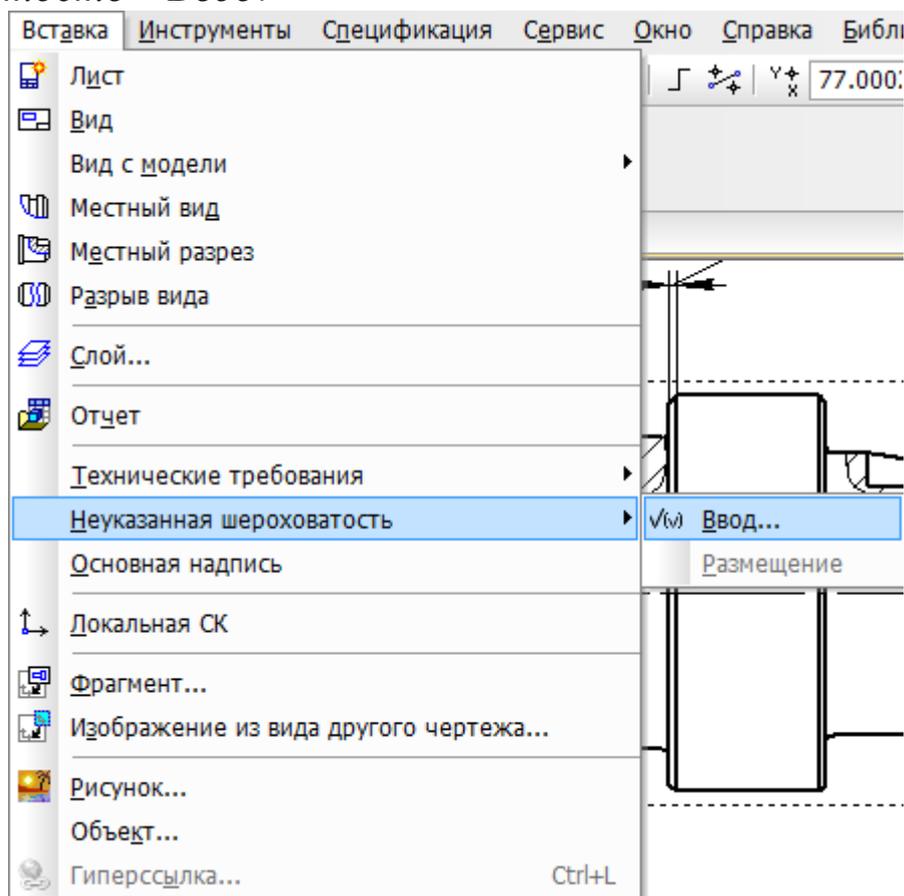
Укажите положение надписи на чертеже левой клавишей мыши. Нажмите кнопку *Прервать команду* .

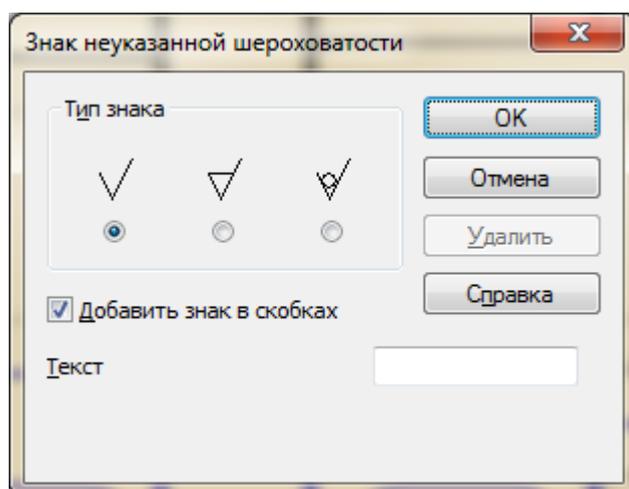


Такую же шероховатость указываем на ступенях вала под зубчатые колеса.

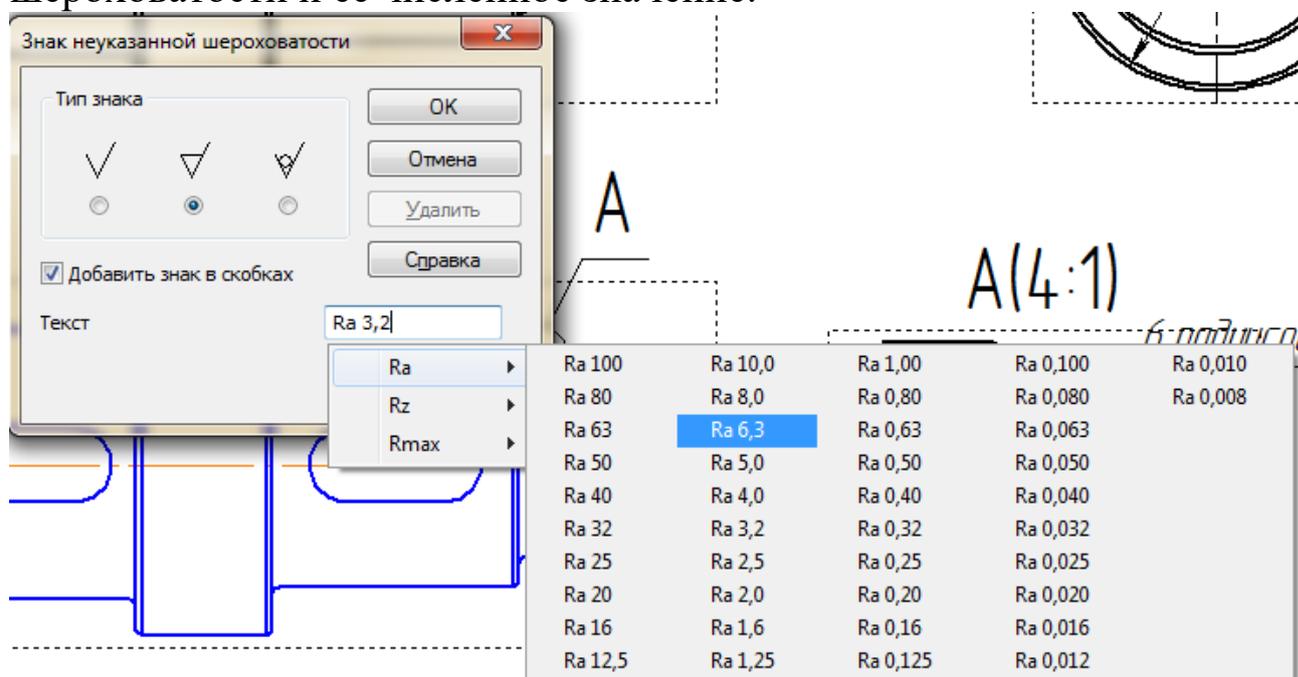


Для введения значения шероховатости неуказанных поверхностей выполните команду *Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод*.

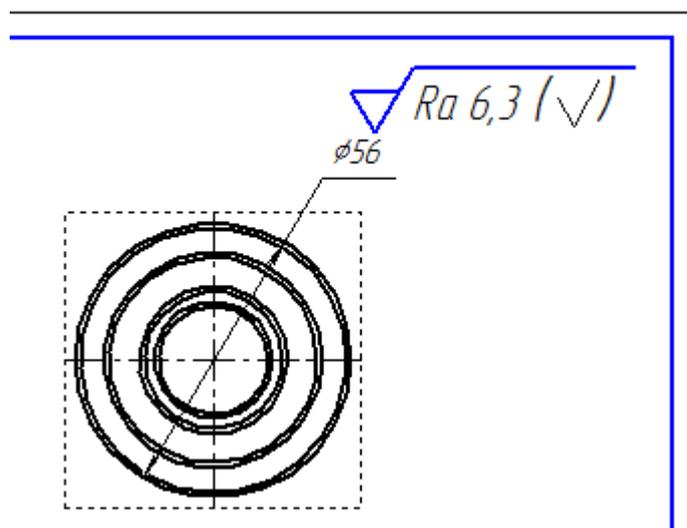




Выберите *Тип знака*, затем дважды щелкните левой клавишей мыши в окне *Текст* и из предложенного списка выберите тип шероховатости и ее численное значение.



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;

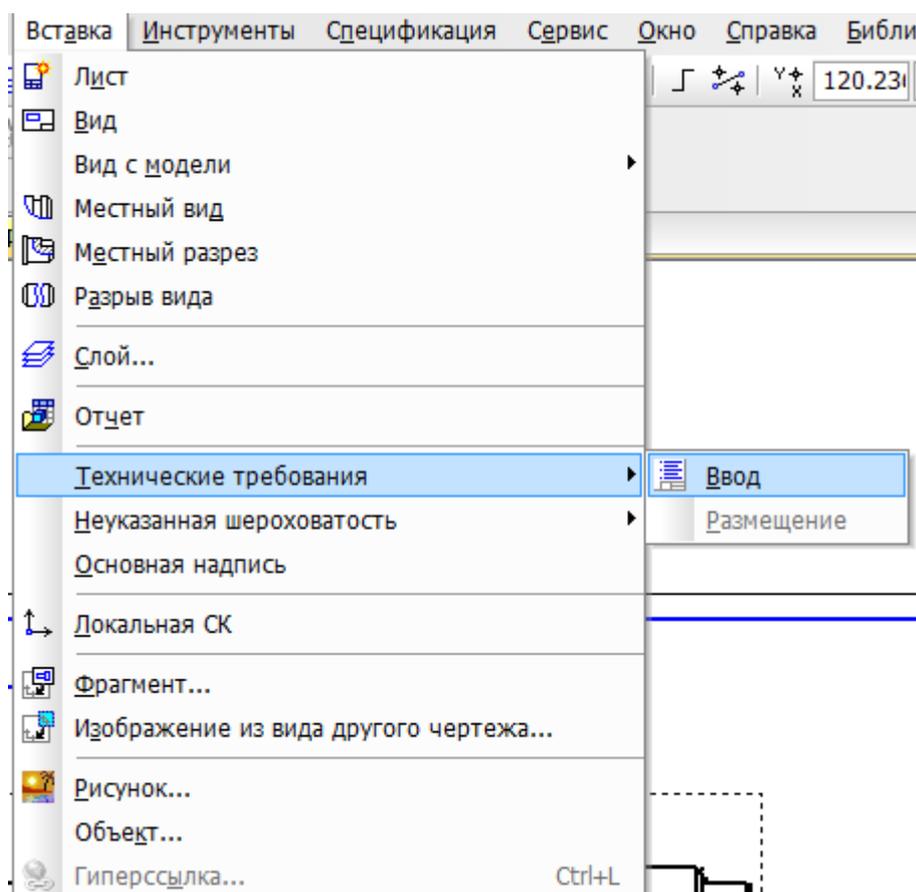
з) указания о маркировании и клеймении;

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  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

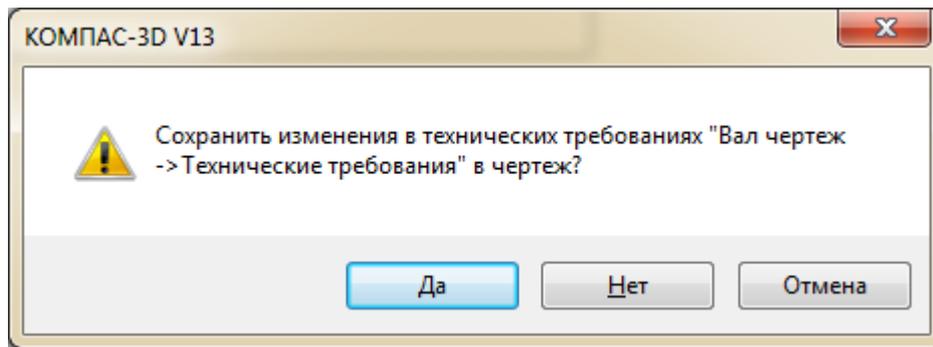


### 1. Неуказанные предельные отклонения размеров по

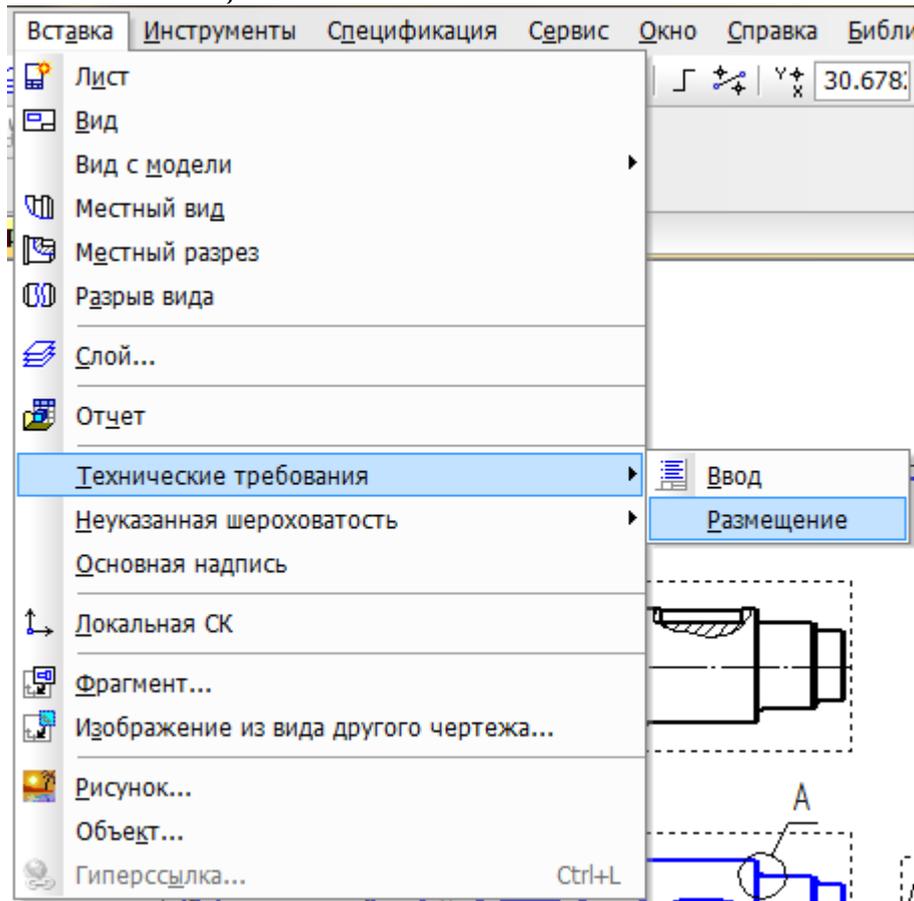
Для задания знака  $\pm$  переходим на вкладку Вставка панели свойств.







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.							
И.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1050-88		
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.							
И.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1050-88		
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.



## Практическая работа №3. Построение трехмерных моделей стоек

### Задание для практической работы

1. Построить трехмерные модели левой и правой стоек в соответствии со схемой их компоновки, показанной на рисунках 1-7, схемой крепления правой стойки (рис. 8-11) и данными, указанными в таблице 1.

2. Принять внешние и внутренние радиусы скругления 5 мм.

3. Диаметры крепежных отверстий принять на шаг резьбы больше, чем диаметры резьбовых отверстий, и расположить их посередине крепежных элементов (лапок).

4. Для определения численных значений размеров стандартных изделий (подшипников, винтов, шайб) использовать *Библиотеку стандартных изделий*.

5. Использовать радиальные подшипники качения легкой серии ГОСТ 8338-75.

На схемах приняты обозначения:

– наружный диаметр подшипника,

$B$  – ширина подшипника.

6. Округлить диаметр  $0,8D$  в большую сторону до целых чисел.

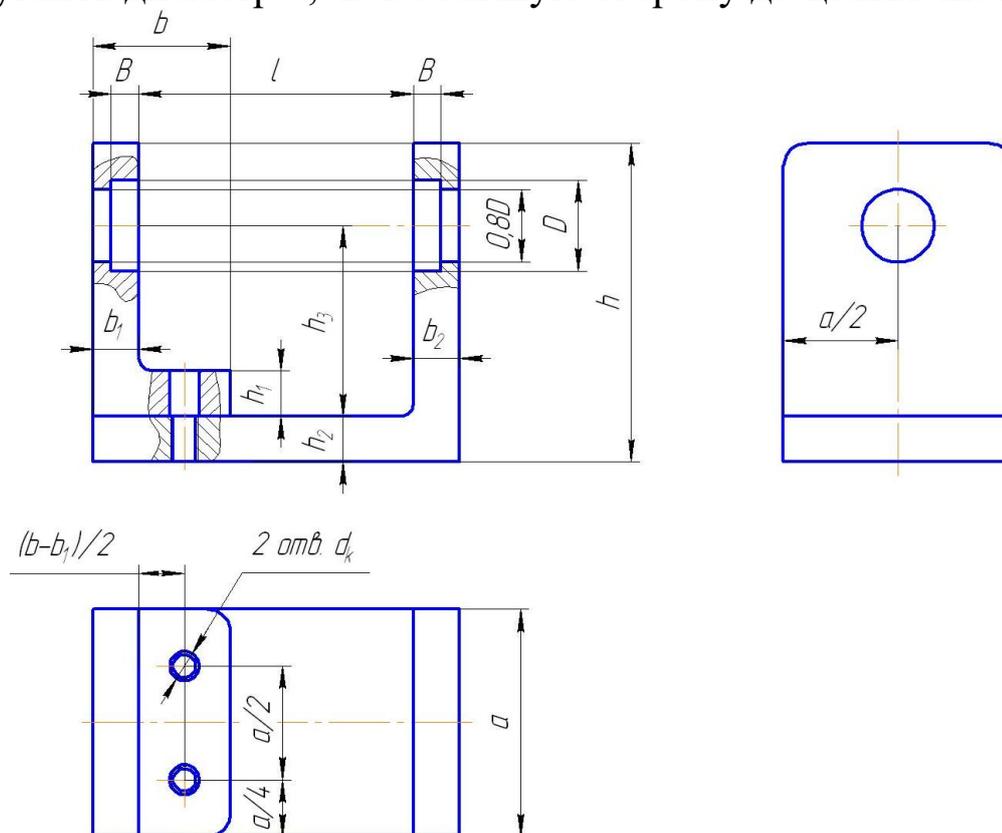


Рис. 1 Схема 1 компоновки стоек

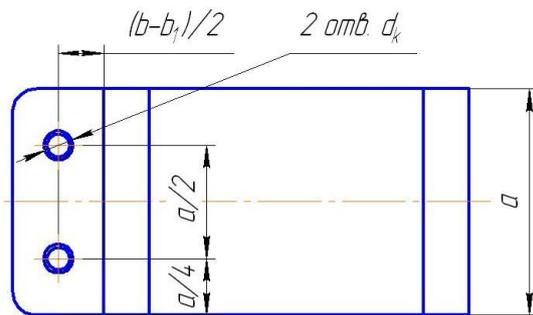
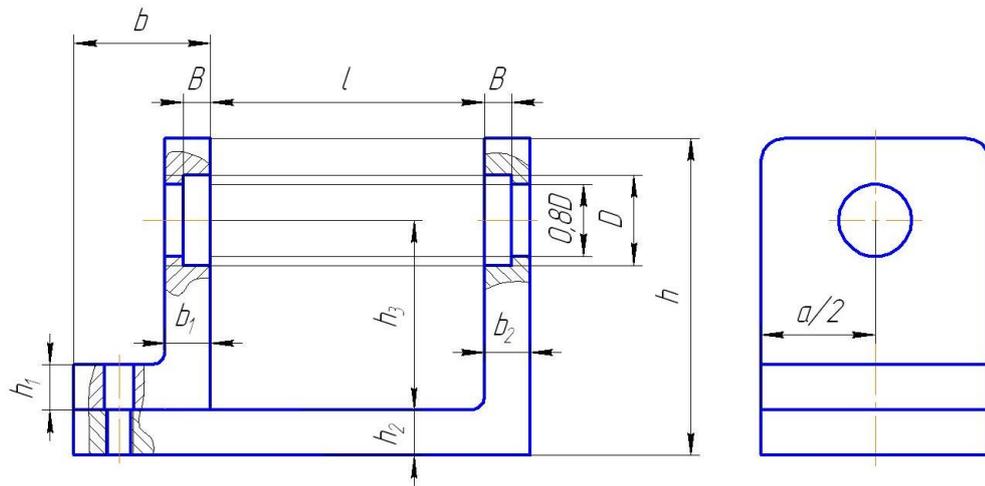


Рис. 2 Схема 2 компоновки стоек

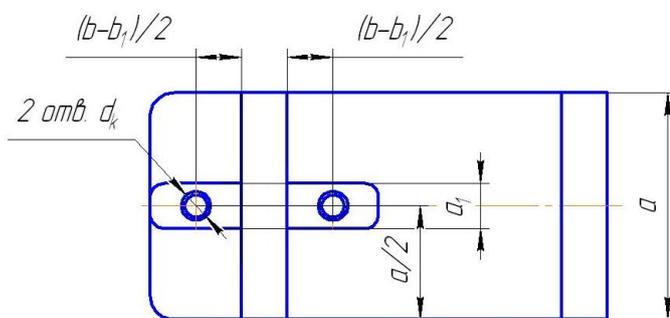
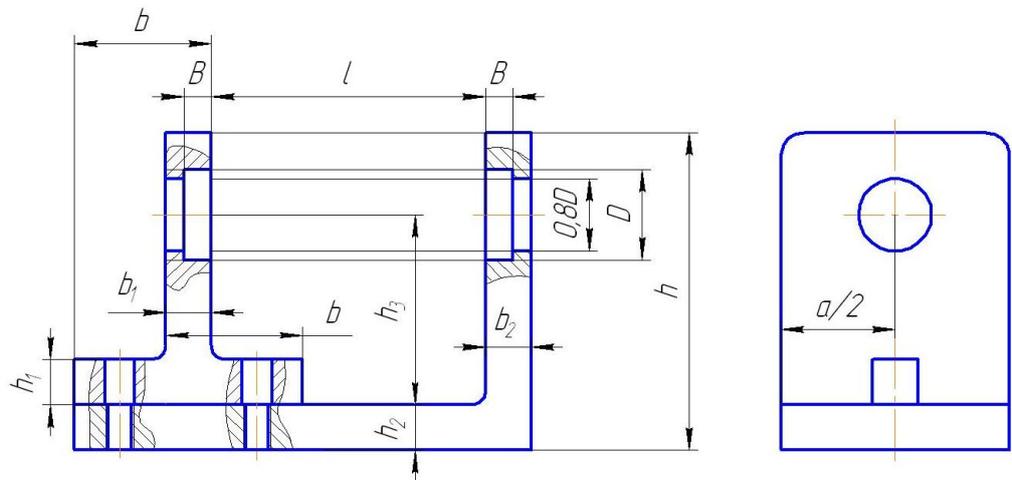


Рис. 3 Схема 3 компоновки стоек

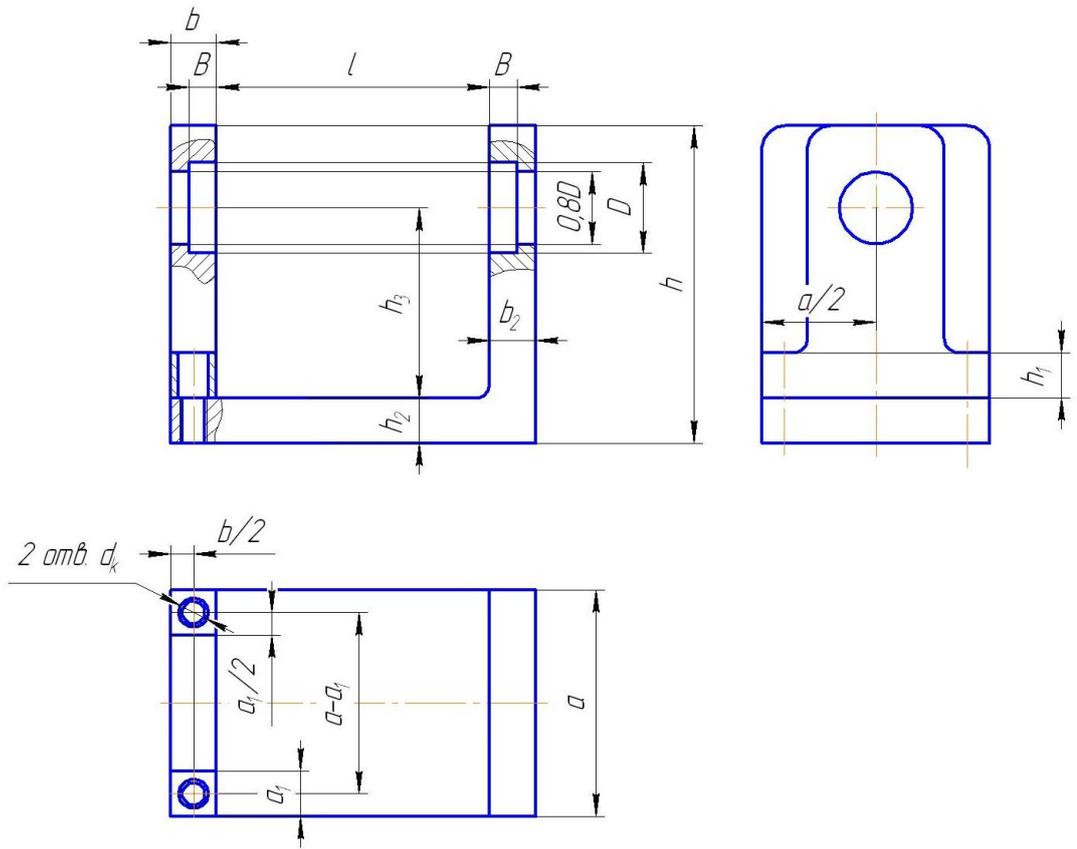


Рис. 4 Схема 4 компоновки стоек

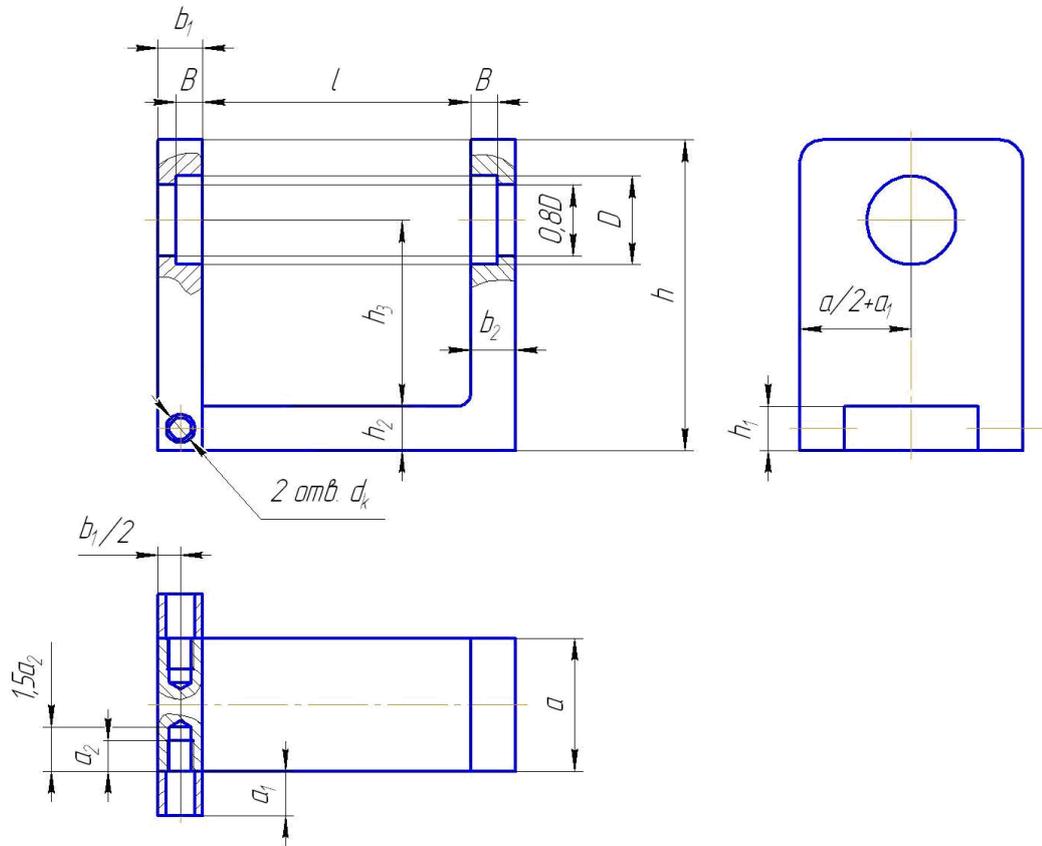


Рис. 5 Схема 5 компоновки стоек

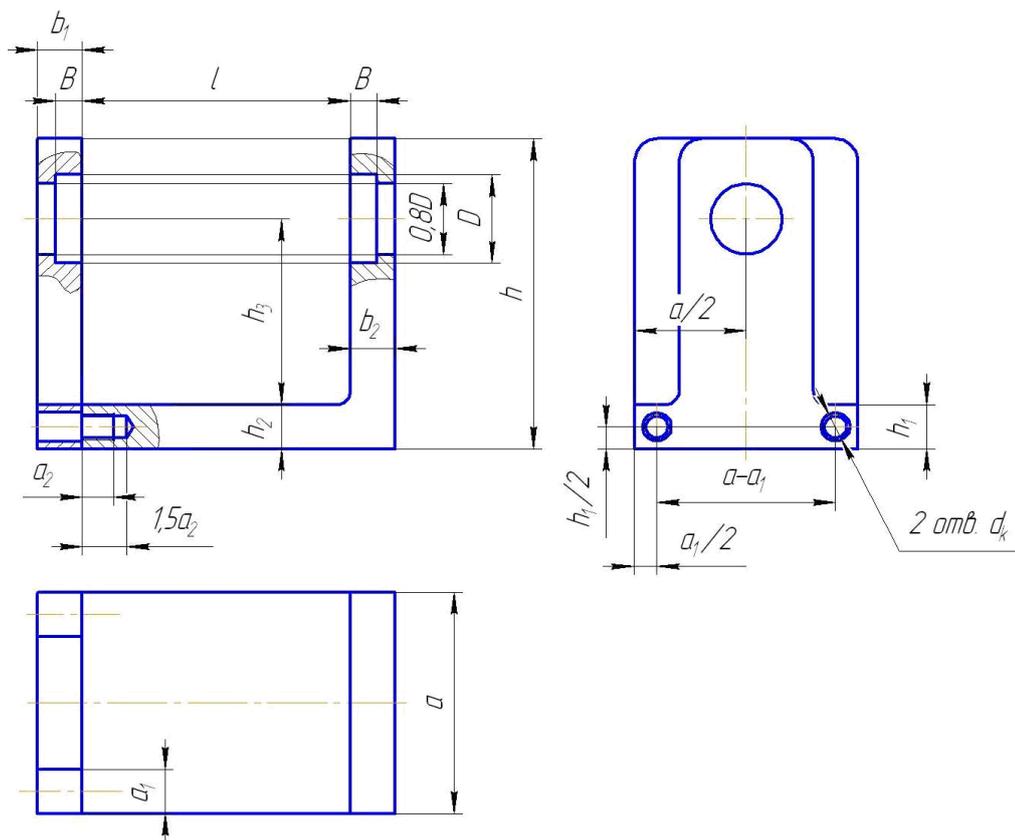


Рис. 6 Схема 6 компоновки стоек

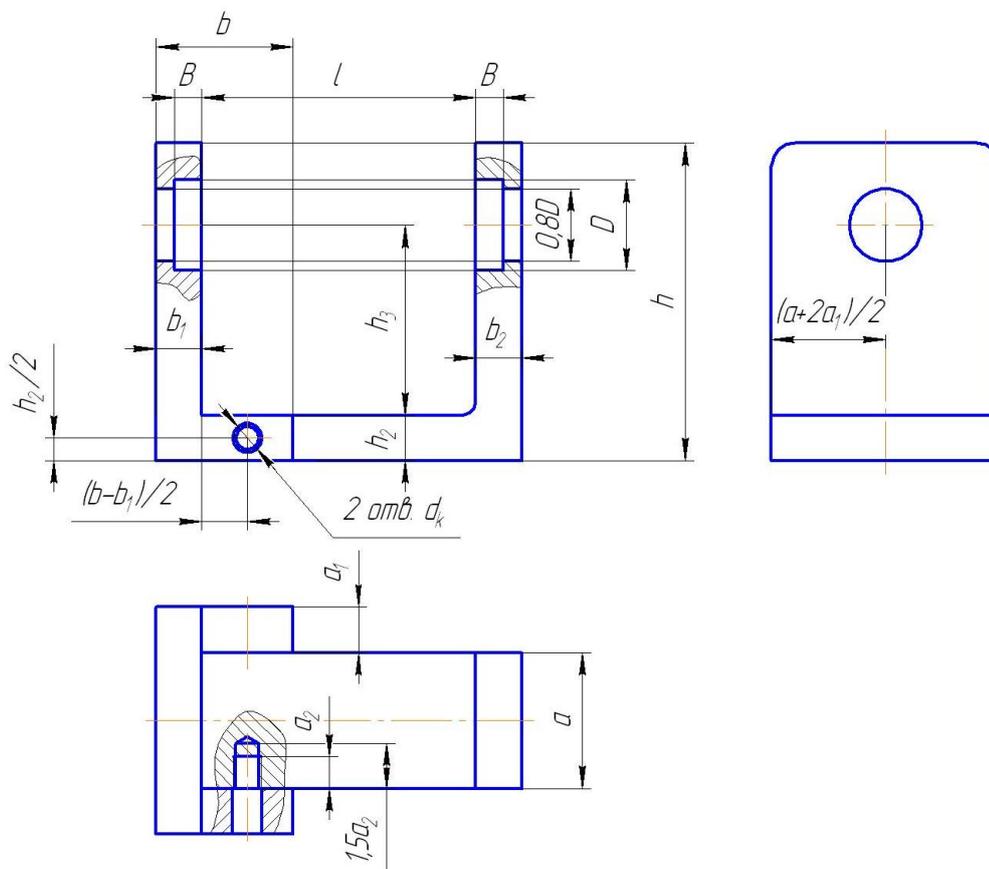


Рис. 7 Схема 7 компоновки стоек

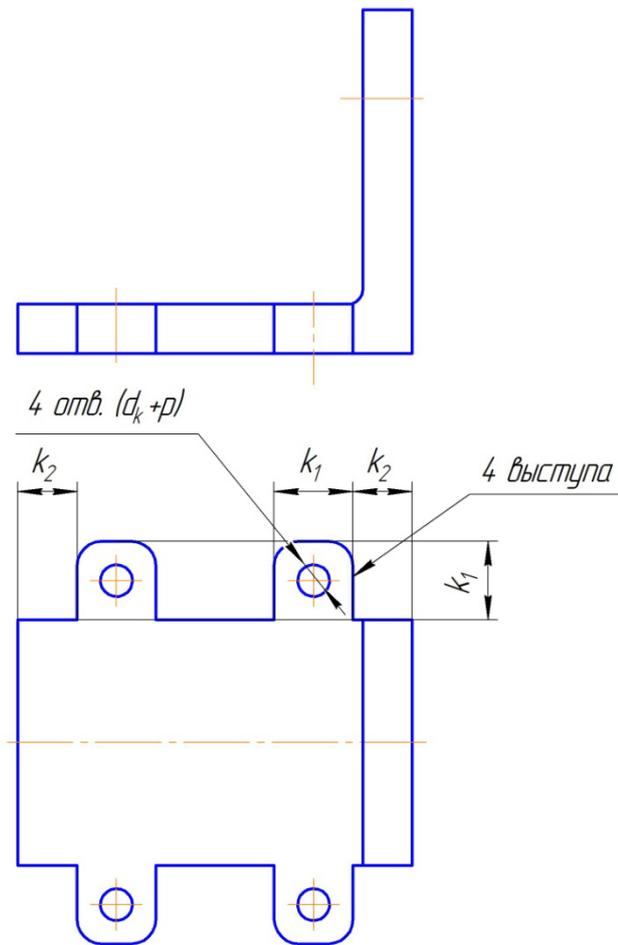


Рис. 8 Схема 1 креплений правой стойки

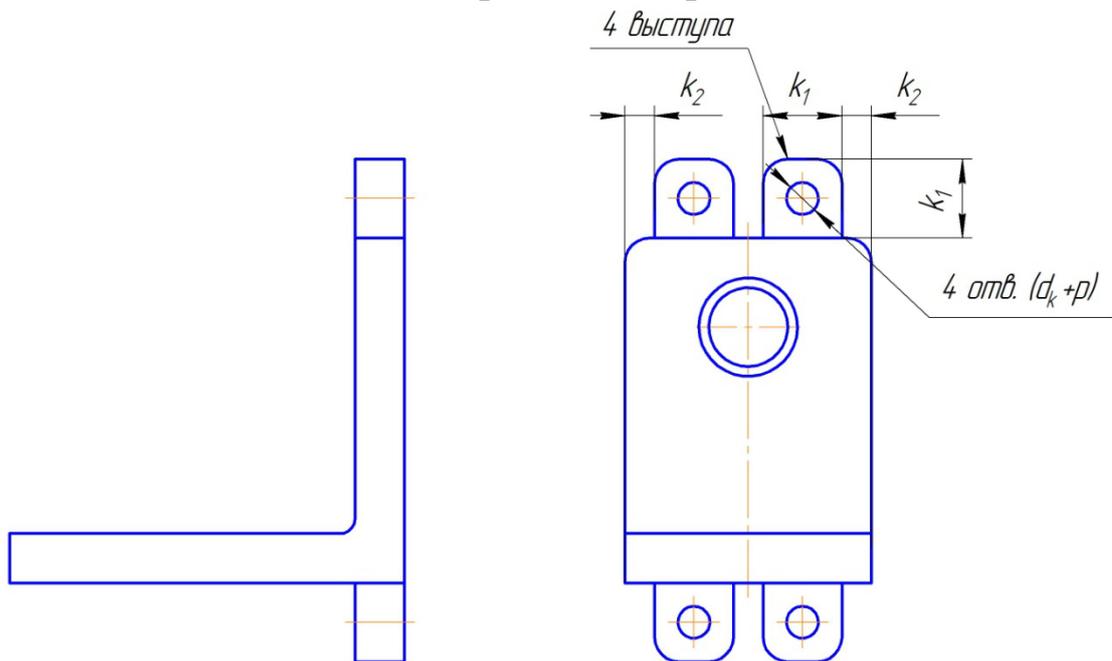


Рис. 9 Схема 2 креплений правой стойки

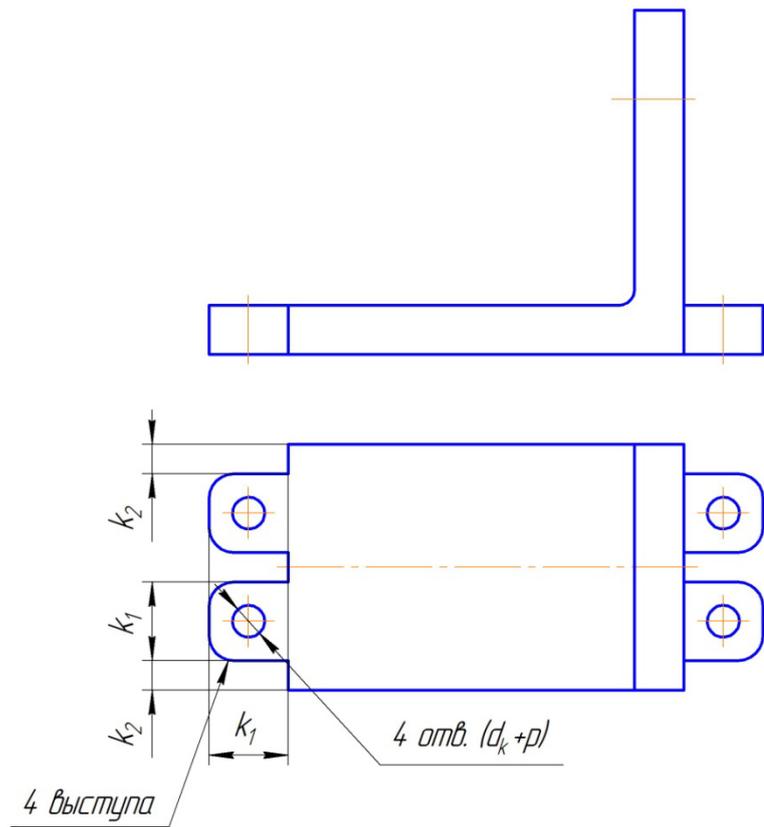


Рис. 10 Схема 3 креплений правой стойки

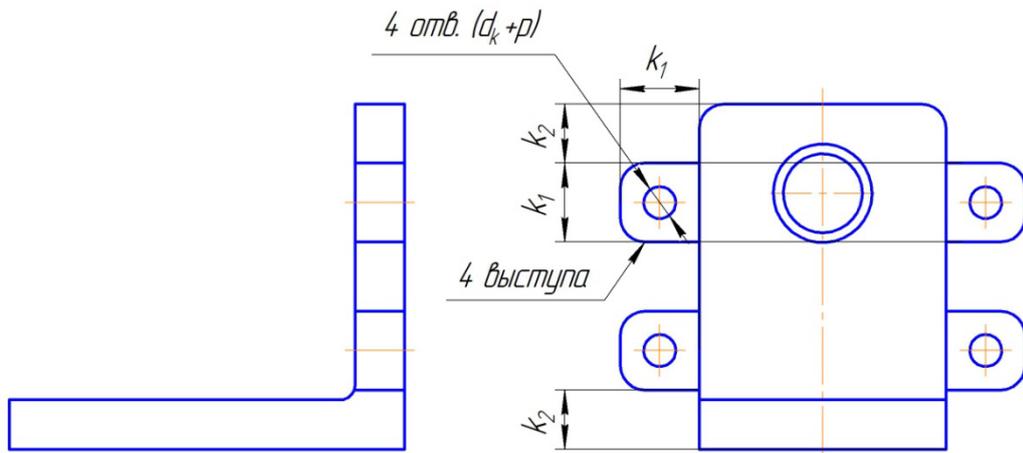


Рис. 11 Схема 4 креплений правой стойки

Табл. 1 - Численные значения параметров стоек, мм

№	Схема компоновки	$a_1$	$a_2$	$h_1$	$h_2$	$d_k$	Схема креплений	$k_1$	$k_2$
1	2	-	-	8	8	M4	1	10	0
2	1	-	-	9	9	M4	4	10	2
3	5	10	16	10	16	M8	2	18	6
4	3	10	-	8	8	M5	4	12	4
5	1	-	-	8	8	M4	2	10	2
6	6	14	12	12	12	M6	4	14	0
7	4	18	-	12	16	M8	4	18	2
8	2	-	-	12	14	M6	3	16	4
9	5	6	10	12	12	M5	1	12	6
10	3	18	-	16	16	M8	3	18	4
11	7	10	14	14	14	M6	2	14	4
12	4	18	-	14	16	M8	1	18	2
13	1	-	-	10	12	M5	3	12	4
14	6	18	16	18	18	M8	2	18	2
15	5	8	12	12	12	M5	4	12	0
16	2	-	-	10	10	M6	2	14	0
17	4	10	-	10	12	M4	3	10	6
18	1	-	-	18	22	M8	1	18	2
19	7	8	10	12	12	M5	4	12	2
20	3	10	-	6	10	M4	1	10	0
21	4	16	-	12	16	M6	2	16	6
22	2	-	-	9	12	M6	4	16	4
23	6	10	10	12	12	M4	1	10	2
24	3	12	-	8	12	M5	2	12	0

$$b_2=B+5 \text{ (мм)},$$

$$b_1=B+5 \text{ (мм)},$$

$h_3=d_d/2+40$  (мм), где  $d_d$  – наибольший делительный диаметр зубчатых колес, приведенный в соответствующем методическом указании,

$$h=h_3+D/2+40 \text{ (мм)},$$

$$b=b_1+20 \text{ (мм)}$$

$a=D+20$  (мм) – для компоновок стоек 1, 2, 3, 5, 7,

$a=D+a_1+20$  (мм) – для компоновок стоек 4, 6,

$l=l_3+l_4+l_5+2L_v$ , где  $L_v$  – длина втулки, приведенная в соответствующем методическом указании,  
 $p$  – шаг резьбы.

## **Практическая работа №4. Создание чертежа с трехмерной модели правой стойки**

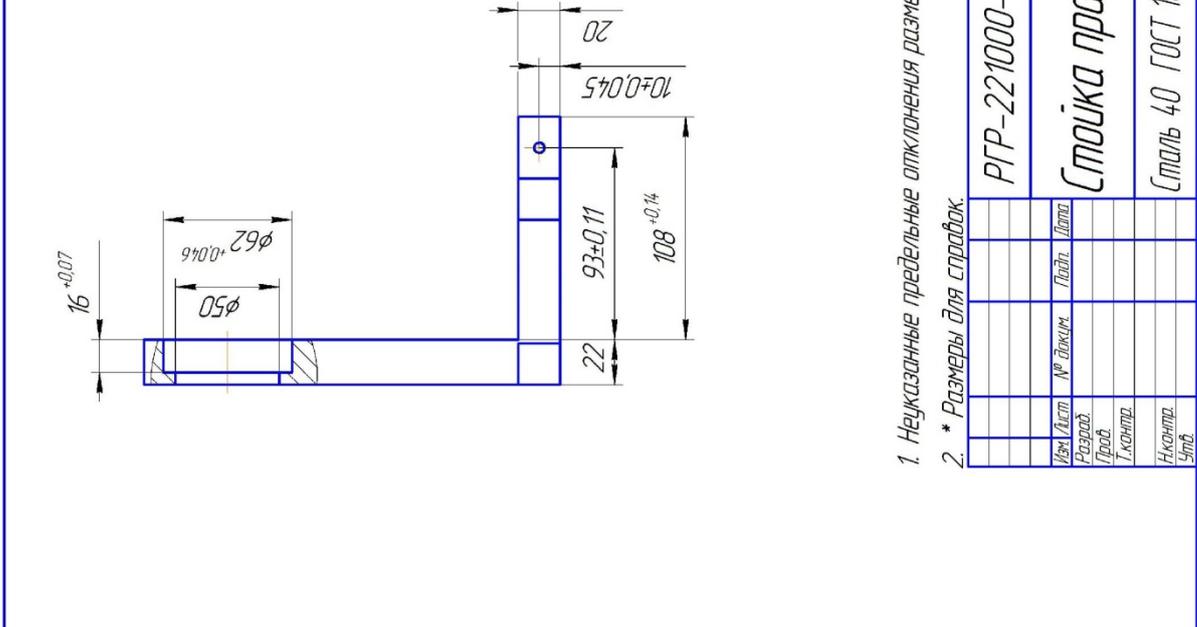
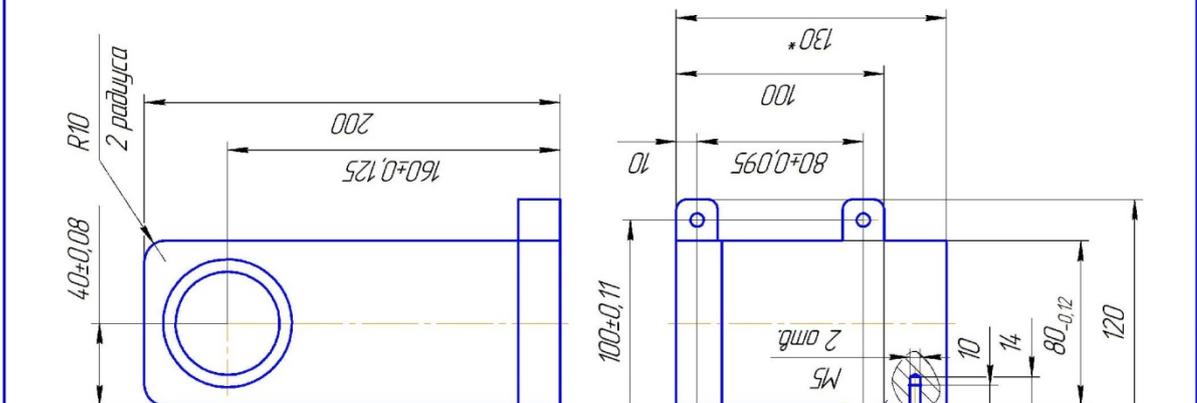
### **Задание для практической работы**

- 1 Построить чертеж с трехмерной модели правой стойки.
- 2 Построить местные разрезы, показав отверстие под подшипник и резьбовые отверстия.
- 3 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству, отразив это в технических требованиях чертежа.
- 4 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей Ra 6,3.

Результат проектирования показан на рисунке.

Инд. № подл.	Лист. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дил.	Инд. № дил.	Лист. и дата

Лист. примен.	Спроб. №	РПР-221000-14.В/10-25.00.00.03			
		РПР-221000-14.В/10-25.00.00.03			



Ra 6,3 (✓)

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14, h14, ± IT14.  
2. \* Размеры для справок.

РПР-221000-14.В/10-25.00.00.03		Лист	Масса	Масштаб
<b>Стойка правая</b>		12	3,84	1:2
		Лист	Листов	1
Сталь 40 ГОСТ 1050-88				

## **Практическая работа №5. Создание чертежа с трехмерной модели левой стойки**

### **Задание для практической работы:**

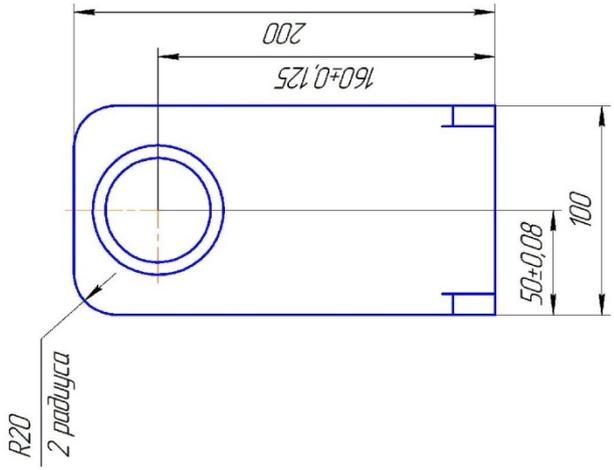
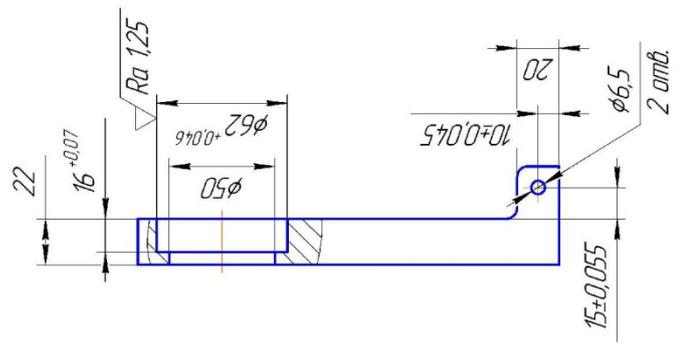
- 1 Построить чертеж с трехмерной модели левой стойки.
- 2 Построить местный разрез, показав отверстие под подшипник.
- 3 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству, отразив это в технических требованиях чертежа.
- 4 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей Ra 6,3.

Результат проектирования показан на рисунке.

Инв. № подл.	Лист в дета.	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Лист в дета.	Грех. №	Лист. пичен.	PP-221000-14.B/10-25.00.00.00
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------	--------------	-------------------------------

PP-221000-14.B/10-25.00.00.002

$\nabla Ra 6,3 (\sqrt{1})$



1. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14, h14, ±  $\frac{IT14}{2}$ .
2. Неуказанные радиусы скругления 5 мм.

PP-221000-14.B/10-25.00.00.002		Лист	Масса	Масштаб
Стойка левая		Лист	3,01	1:2
Сталь 40 ГОСТ 1050-88		Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата
Разраб.	Проф.	Т.контр.	Н.контр.	Утв.

Формат А3

Копирован

## Практическая работа №6. Построение трехмерной модели зубчатого колеса и его чертежа

### Задание для практической работы:

1 Построить трехмерные модели зубчатых колес, устанавливаемых на ступенях вала № 3 и № 5, в соответствии с данными таблицы 1, где  $z_3, z_5$  – число зубьев колес,  $d_{d3}, d_{d5}$  – диаметры делительных окружностей,  $l_3, l_5$  – ширина зубчатого венца,  $d_3, d_5$  – диаметры ступеней вала, на которых устанавливаются зубчатые колеса.

2 Выполнить шпоночный паз в соответствии с ГОСТ 23360-78 и данными таблицы 2, где  $b$  – ширина,  $t_2$  – глубина шпоночного паза в колесе,  $d$  – диаметр ступени вала, на которой выполнен шпоночный паз.

3 Построить чертежи зубчатых колес с их трехмерных моделей.

3 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству.

4 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей Ra 6,3.

Табл. 1 - Численные значения параметров зубчатых колес

№	$d_3$	$d_5$	$z_3$	$z_5$	$d_{d3}$	$d_{d5}$	$l_3$	$l_5$
1	10	11	40	20	60	200	14	13
2	14	16	26	22	70	180	21	16
3	12	14	38	24	80	160	18	16
4	18	20	36	26	90	150	20	18
5	20	24	40	30	100	140	18	22
6	13	12	38	32	110	80	14	18
7	11	12	36	34	120	60	18	12
8	24	28	40	36	140	120	22	24
9	30	32	20	38	160	180	28	30
10	16	17	22	40	180	100	18	16
11	20	18	24	20	200	100	20	18
12	12	13	30	22	180	120	14	16
13	26	28	32	24	160	140	24	22
14	22	20	34	26	140	180	18	20
15	28	24	40	28	120	180	22	24

16	14	13	36	30	110	160	14	18
17	21	20	38	28	100	140	18	20
18	17	16	40	32	90	60	20	14
19	13	11	22	34	80	120	14	12
20	11	10	24	36	60	100	18	14
21	32	30	26	38	80	200	28	26
22	36	39	32	40	100	180	30	34
23	24	22	36	42	90	220	24	22
24	17	14	40	44	120	100	16	14

Табл. 2 - Размеры шпоночных пазов, мм

d		b	L	t <sub>2</sub>
Св.	до			
6	8	2	6÷2 0	1,0
8	10	3	6÷36	1,4
10	12	4	8÷45	1,8
12	17	5	10÷56	2,3
17	22	6	14÷70	2,8
22	30	8	18÷90	3,3
30	38	10	22÷110	3,3
38	44	12	28÷140	3,3

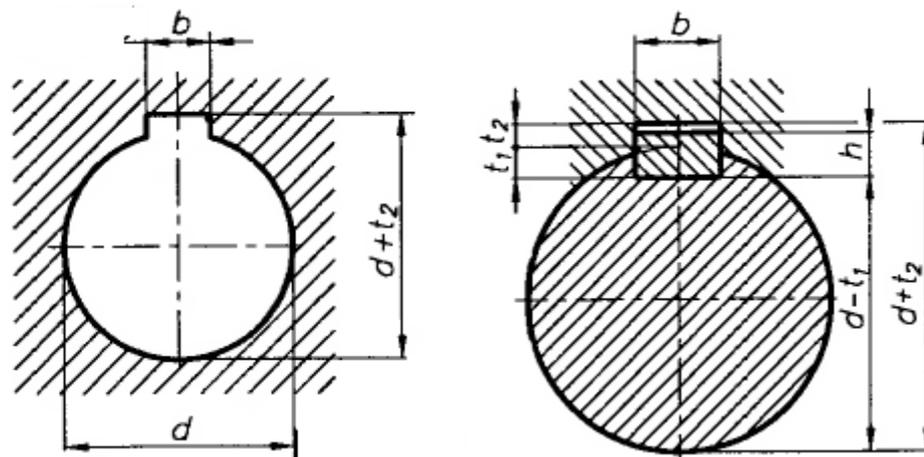
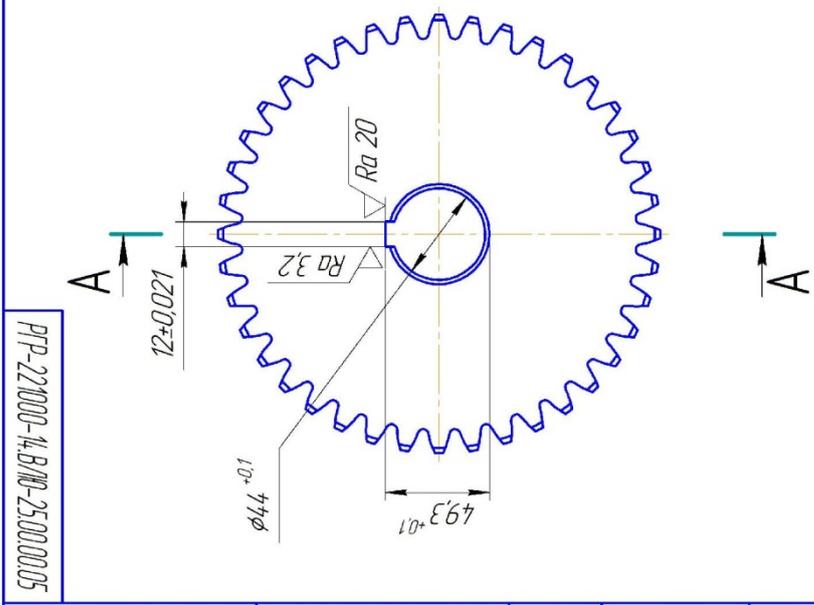


Рис. 1 Схема расположения шпоночного паза на зубчатом колесе

Результат проектирования показан на рисунке.

Лист № 1	Листов 1	Масса 8,33	Масштаб 1:1
Взам. инв. №	Инв. № техн.	Инв. № д/д	Инв. №
Лист в дета	Лист в дета	Лист в дета	Лист в дета

PPP-221000-14.B/110-25.00.00.05



$\nabla$  Ra 6,3 ( $\sqrt{1}$ )

Модуль	m	5
Число зубьев	z	40
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности	-	7-С
Постоянная хорда зуба	$s_c$	6,94
Высота до постоянной хорды	$h_c$	3,74
Делительный диаметр	d	200

PPP-221000-14.B/110-25.00.00.05			
Колесо 3		Лист	Листов 1
Сталь 40 ГОСТ 1050-88		Лист	Листов 1
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Проб.	Т.контр.	
Н.контр.	Умб.		

Контракт АЗ

## Практическая работа №7. Построение трехмерной модели шпонки и ее чертежа

### Задание для практической работы:

1 Построить трехмерную модель шпонки в соответствии с ГОСТ 23360-78 и данными таблицы 1, где  $L$  – длина,  $b$  – ширина,  $h$  – высота,  $d$  – диаметр ступени вала, на которой выполнен шпоночный паз.

2 Построить чертеж шпонки с ее трехмерной модели.

3 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству.

4 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей Ra 6,3.

Табл. 1 - Размеры шпонок, мм

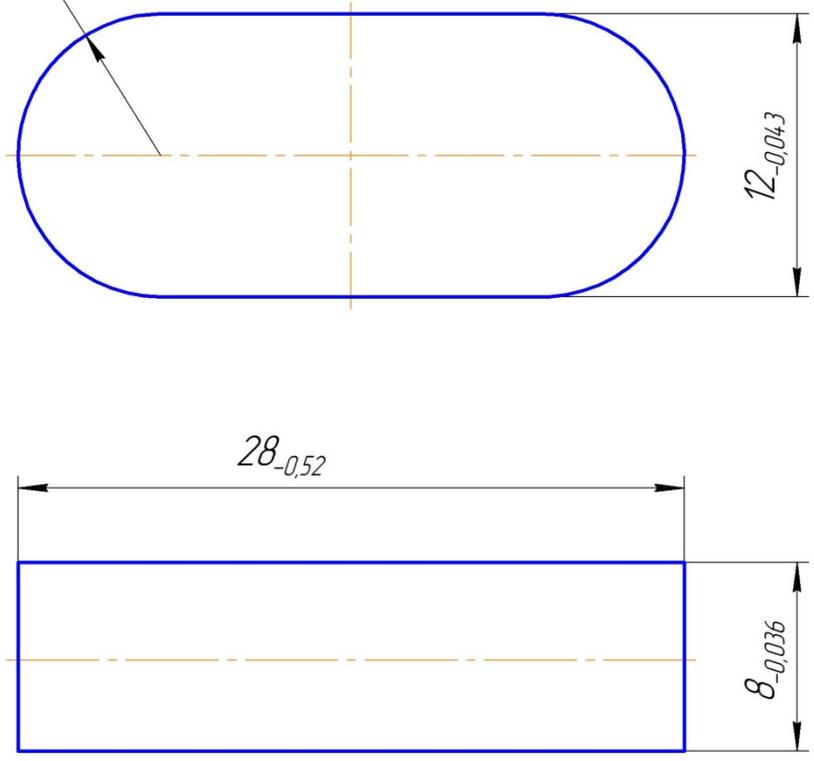
<b>d</b>		<b>b</b>	<b>L</b>	<b>h</b>
<b>Св.</b>	<b>до</b>			
6	8	2	$6 \div 2$ 0	2
8	10	3	$6 \div 36$	3
10	12	4	$8 \div 45$	4
12	17	5	$10 \div 56$	5
17	22	6	$14 \div 70$	6
22	30	8	$18 \div 90$	7
30	38	10	$22 \div 110$	8
38	44	12	$28 \div 140$	8

Результат проектирования показан на рисунке.

Перв. примен.	РГР-221000-14.В/10-25.00.00.00				Справ. №	РГР-221000-14.В/10-25.00.00.04				Подп. и дата					Инв. №					Инв. №					Подп. и дата				
Инв. № подл.					Взам. инв. №					Инв. № д/д/д.					Инв. №					Подп. и дата									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РГР-221000-14.В/10-25.00.00.04										Лист	Масса	Масштаб												
Разраб.					Шпонка										1	0,02	4:1												
Проб.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88										Лист	Листов		1											
Т.контр.					Копировал										Формат А4														
Н.контр.					81																								
Утв.					81																								

Ra 6,3

R6  
2 радиуса



## Практическая работа №8. Построение трехмерной модели втулки и ее чертежа

### Задание для практической работы:

1 Построить трехмерную модель втулки в соответствии с данными таблицы 1, где  $L_v$  – длина,  $d_v$  – внутренний диаметр. Внешний диаметр втулки  $D_v$  выбирается таким образом, чтобы втулка не соприкасалась с внешним кольцом подшипника качения.

2 Построить чертеж втулки с ее трехмерной модели.

3 Проставить необходимые размеры, посадочные и присоединительные размеры указать с учетом отклонений, остальные размеры выполнить по 14 качеству.

4 Указать шероховатость посадочных поверхностей, неуказанная шероховатость для остальных поверхностей Ra 6,3.

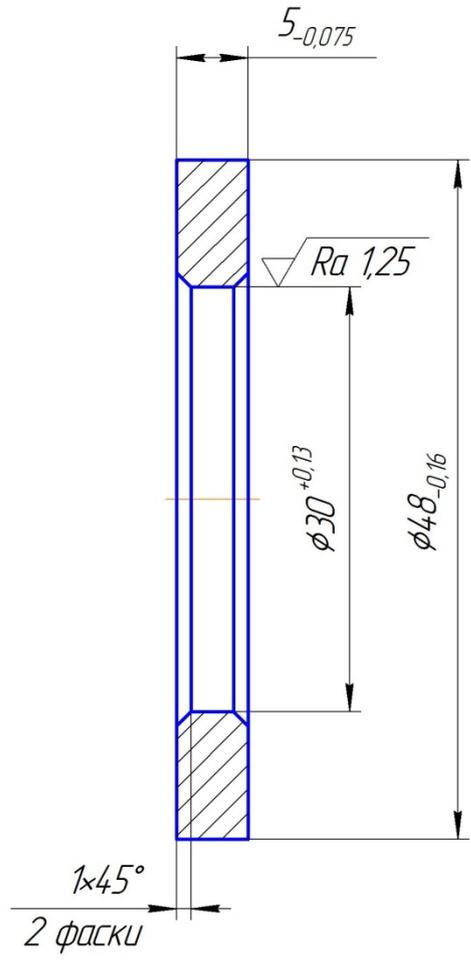
Табл. 1 - Геометрические размеры параметров втулки

№	$d_v$	$L_v$	№	$d_v$	$L_v$
1	8	8	13	20	8
2	12	10	14	17	9
3	10	6	15	20	6
4	15	5	16	10	10
5	17	7	17	15	9
6	10	9	18	12	6
7	9	10	19	9	7
8	20	12	20	8	10
9	25	11	21	25	12
10	12	10	22	30	11
11	15	12	23	17	9
12	9	7	24	12	10

Результат проектирования показан на рисунке.

РГР-221000-14.В/Ю-25.00.00.07

$Ra\ 6,3\ (\checkmark)$



Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.

РГР-221000-14.В/Ю-25.00.00.07					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1	0,04	2,5:1
Разраб.							
Проб.							
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

Копировал

Формат А4

## Практическая работа №9. Построение трехмерной модели сборочной единицы

### Задание для практической работы:

1 Создать сборочную единицу, состоящую из вала, зубчатых колес, шпонок, втулок и двух стоек. В качестве базового элемента сборки использовать вал.

2 При сборке использовать радиальные подшипники качения легкой серии ГОСТ 8338-75.

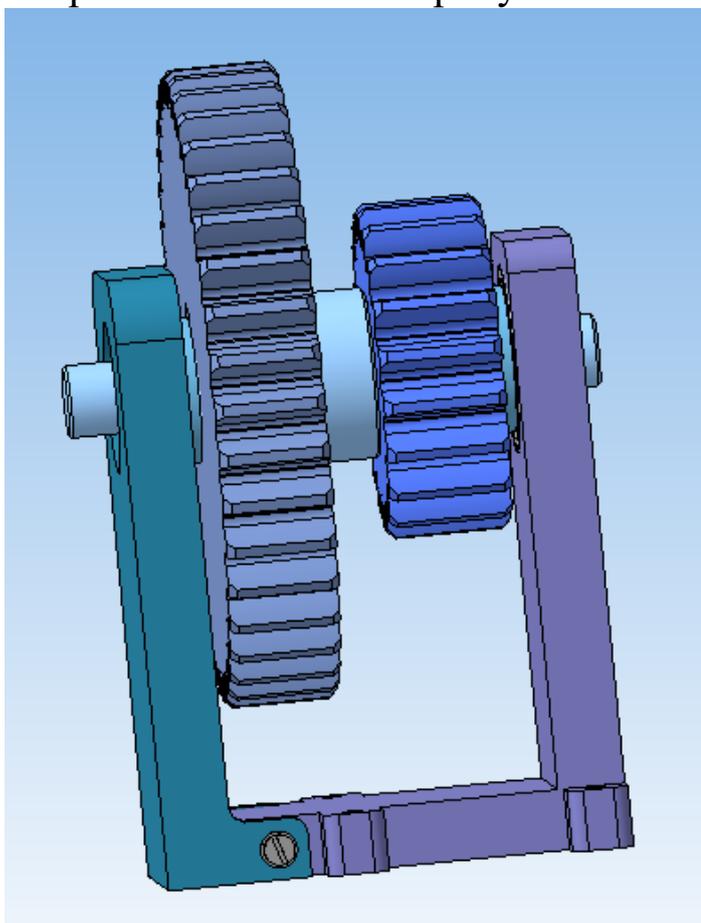
3 Для крепления стоек использовать шайбы класса А ГОСТ 11371-78 и винты нормальные ГОСТ 1491-80 А.

4 Построить чертеж сборочной единицы.

5 Построить местные разрезы, показав размещение подшипника и крепление стоек. Вал, подшипник, винт и шайбу не разрезать.

6 Оформить чертеж, проставить необходимые размеры, заполнить технические требования.

Результат проектирования показан на рисунке.



## Библиографический список

1. Яцун, С. Ф. Основы автоматизированного проектирования мехатронных и робототехнических систем : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Мехатроника и робототехника" всех форм обучения / С. Ф. Яцун, П. А. Безмен, Е. Н. Политов ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Книга : Университетская книга, 2021. - 194 с. - Текст : непосредственный.
2. Большаков В.П., Бочков А.Л. Основы 3D-моделирования. – Питер. – 2012. - 304 с.
3. Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. - БХВ-Петербург. – 2012. - 208 с.
4. КОМПАС 3D V15. Руководство пользователя. – АСКОН. - 2014. – 526 с.
5. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. - ДМК-Пресс. – 2012. - 784 с.
6. Герасимов А.А. Новые возможности КОМПАС-3D V13. Самоучитель. - БХВ-Петербург. – 2011. - 288с.