

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Университетский колледж

А.В. Козырева, А.А. Шлыков

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания по выполнению практических работ в программе
КОМПАС-3D*

Специальности:

15.02.08 «Технология машиностроения»

15.02.12 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)»

15.02.16 «Технология машиностроения»

ВОЛОГДА
2023

УДК 004.92 (076.5)

ББК 32.97

И 74

*Утверждено экспертным советом
по учебным изданиям ВоГУ*

Рецензент

В.А. Смирнова, преподаватель высшей квалификационной категории
Университетского колледжа ВоГУ

Информационные технологии в профессиональной деятельности : методические указания по выполнению практических работ в программе КОМПАС-3D / [сост.: А.А. Шлыков, А.В. Козырева] ; М-во науки и высшего образ. РФ, Вологод. гос. ун-т. – Вологда : УК ВоГУ, 2023. – 48 с.

В методических указаниях приведено описание двух практических работ по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности». Работы предусматривают выполнение заданий по трехмерному моделированию вала-шестерни и червячного колеса. В каждой практической работе приводятся задания для самопроверки.

Методические указания предназначены для обучающихся по специальностям 15.02.08 Технология машиностроения, 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям), 15.02.16 Технология машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2	22
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	41

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Информационные технологии в профессиональной деятельности» является частью профессионального цикла и является обще-профессиональной дисциплиной. Содержание дисциплины согласовано с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования базового уровня.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. В методических указаниях подробно рассматриваются вопросы построения трехмерной модели вала-шестерни с использованием интегрированной системы проектирования тел вращения «Валы и механические передачи 3D», а также построение трехмерной модели червячного колеса с использованием интегрированной системы проектирования «Валы и механические передачи 2D». В каждой практической работе приводятся задания для самопроверки.

Большое число иллюстраций и достаточно подробное изложение материала позволяет использовать данные методические указания для самообучения.

Методические указания учитывают все требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Методическая разработка имеет профессиональную направленность, способствует развитию у обучающихся инженерно-конструкторского мышления, развивает творческие способности, желание углублять знания и расширять практический опыт в области автоматизированного проектирования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Построение 3D-модели вала-шестерни

Цель работы: освоить инструменты построения 3D-модели детали «Вал-шестерня» с использованием интегрированной библиотеки «Валы и механические передачи 3D» в программе КОМПАС-3D.

Теоретическая часть

Вал – это вращающаяся деталь машины или механизма, предназначенная для передачи крутящего момента. На валах обычно закрепляются детали, непосредственно участвующие в передаче вращающего момента (зубчатые колёса, шкивы, звёздочки цепных передач и т.п.). Одним из распространенных разновидностей валов являются валы, совмещённые с элементами, непосредственно участвующими в передаче вращающего момента (например, вал-шестерня и вал-червяк). Деталь «Вал-шестерня» (рисунок 1) имеет простую геометрическую форму – тело вращения, состоящее из цилиндрической, конической, зубчатой, шлицевой, резьбовой и плоской поверхностей. Выходные концы валов обычно имеют цилиндрическую или коническую форму и снабжаются шпоночными пазами или шлицами для передачи вращающего момента.

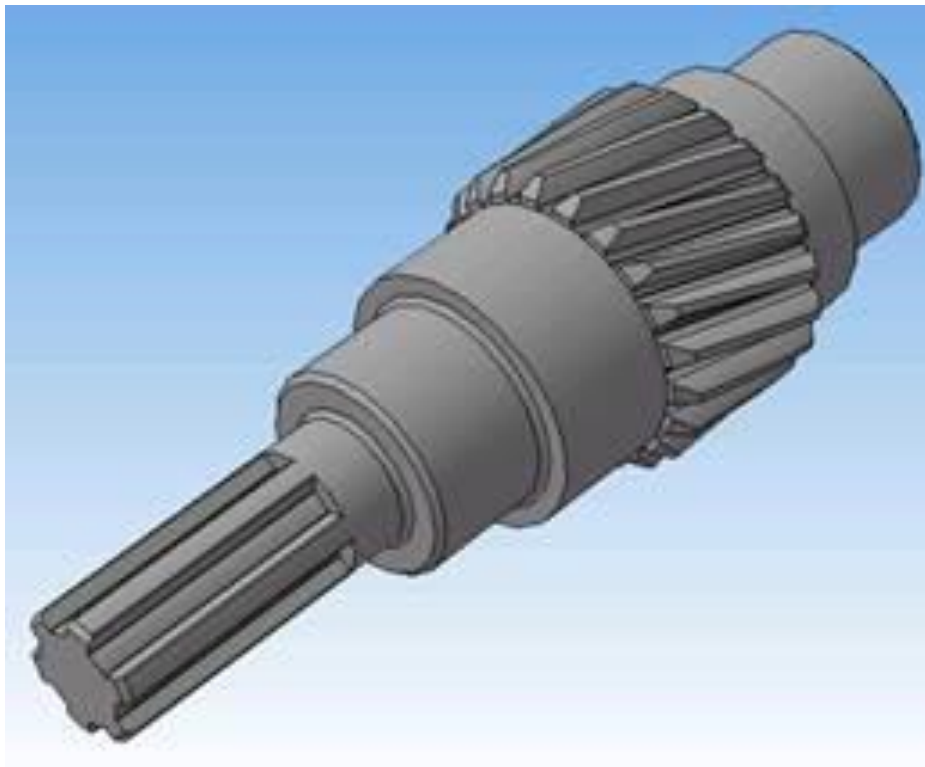


Рисунок 1 - Деталь вал-шестерня

В системе КОМПАС-3D существует несколько вариантов создания моде-

лей деталей типа «Вал»: с помощью операции выдавливания, вращения или с использованием интегрированной библиотеки «Валы и механические передачи 3D». В данной практической работе рассматривается способ создания 3D-модели вала-шестерни с помощью интегрированной системы «Валы и механические передачи 3D».

Библиотека «Валы и механические передачи 3D» предназначена для автоматизации проектирования и построения трехмерных твердотельных моделей валов, втулок, элементов механических передач, а также позволяет создавать элементы разъемных соединений. На простых ступенях модели могут быть построены шлицевые и шпоночные участки, а также другие конструктивные элементы – отверстия, канавки, проточки.

В системе КОМПАС-3D ступени и элементы, созданные при помощи библиотеки, пополняют дерево построения модели. Использование библиотеки «Валы и механические передачи 3D» позволяет избежать кропотливых действий по созданию эскизов конструктивных элементов и выполнения формообразующих операций, а построение шлицев, канавок, проточек и т.д. сводится к указанию рабочих поверхностей и выбору параметров элементов.

Библиотека «Валы и механические передачи 3D» работает совместно с комплексом программ КОМПАС GEARS, который позволяет выполнять геометрические и прочностные расчеты цилиндрических и конических зубчатых, цепных, червячных и ременных передач.

Практическая часть

Задание: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 1, построить трехмерную модель детали «Вал-шестерня» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 3D». Отчет о выполненной работе сохраните в папку, указанную преподавателем.

Создание нового файла детали.

Запустите программу КОМПАС-3D v21. В открывшемся окне программы создайте новую деталь и сохраните ее на диске под именем «Вал-шестерня.m3d».

Установите ориентацию *Изометрия*.

Выбор последовательности построения.

1. Построение внешних цилиндрических ступеней вала-шестерни Ø34, Ø45 и Ø50 мм.
2. Построение зубчатой ступени вала-шестерни.
3. Построение внешней цилиндрической ступени вала-шестерни Ø34.


4. Построение центровых отверстий.
5. Построение канавки.
6. Построение шпоночного паза.
7. Построение фасок.

Построение трехмерной модели вала-шестерни.

Библиотека «Валы и механические передачи 3D» содержит три группы команд:

- простые конструктивные элементы;
- механические передачи;
- разъемные соединения.

1. Построение внешних цилиндрических ступеней вала-шестерни Ø34, Ø45 и Ø50 мм.

• В строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Простые конструктивные элементы – Внешняя цилиндрическая ступень*. В открывшемся окне *Параметры* введите диаметр первой ступени вала 34 мм, длину – 59 мм, затем укажите плоскость ZY (рисунок 2). Нажмите кнопку *Создать* . Результат выполнения операции показан на рисунке 3.

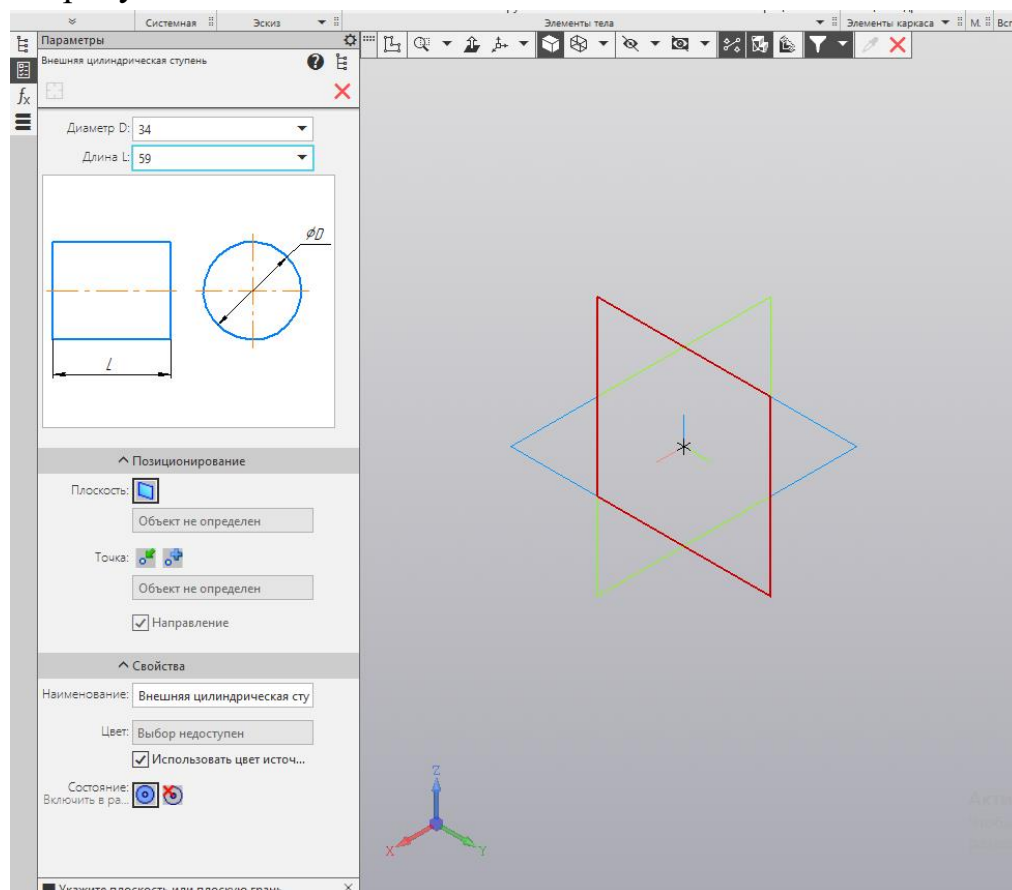


Рисунок 2 - Ввод параметров внешней цилиндрической ступени вала-шестерни

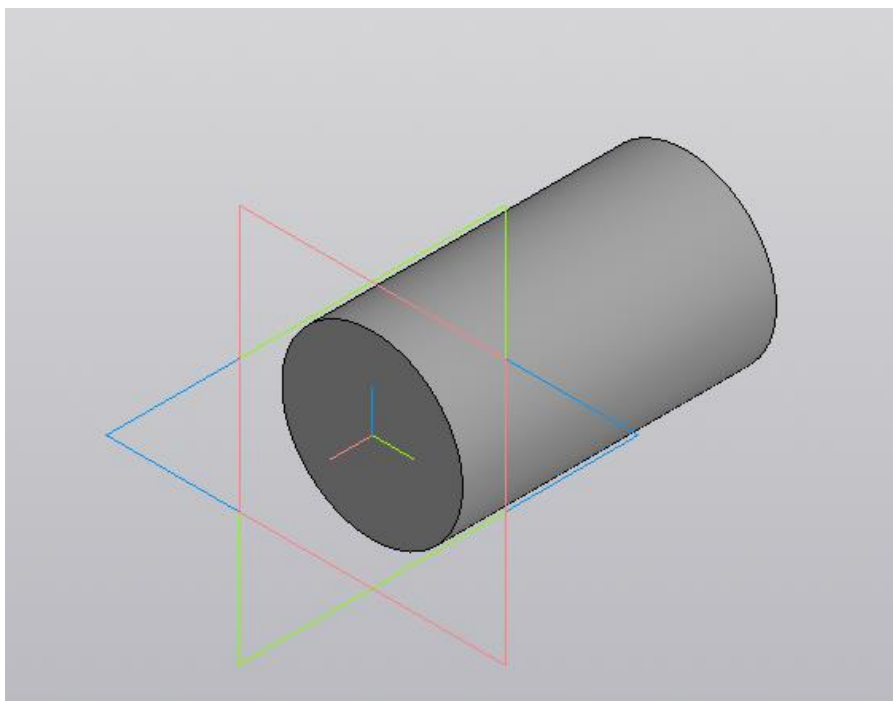



Рисунок 3 - Гладкая цилиндрическая ступень вала-шестерни $\varnothing 34$ мм

- Для построения следующей ступени вала-шестерни $\varnothing 45$ мм и длиной 60 мм также в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Простые конструктивные элементы – Внешняя цилиндрическая ступень*. В открывшемся окне *Параметры* введите диаметр ступени вала 45 мм, длину – 60 мм, затем укажите плоскую грань, как показано на рисунке 4. Нажмите кнопку *Создать* . Результат выполнения операции показан на рисунке 5.

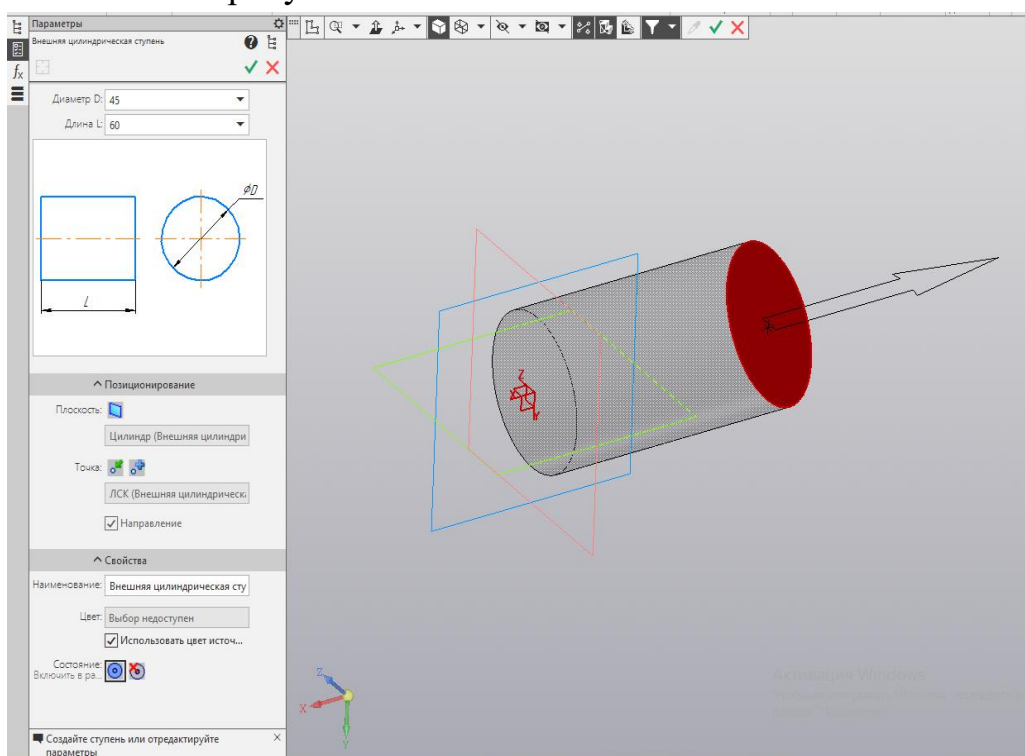


Рисунок 4 - Ввод параметров ступени вала-шестерни и выбор плоской грани

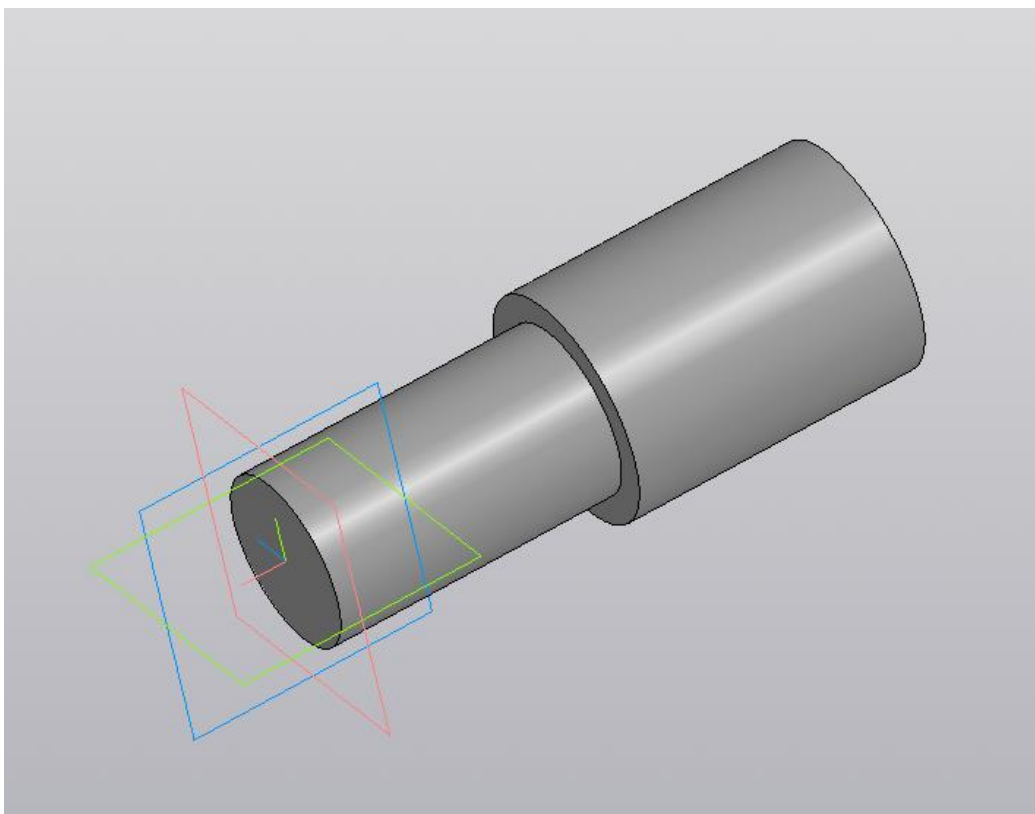


Рисунок 5 - Результат построения ступени вала-шестерни Ø45 мм

- Аналогично постройте следующую гладкую цилиндрическую ступень вала-шестерни Ø50 мм и длиной 19 мм. Результат построения показан на рисунке 6.

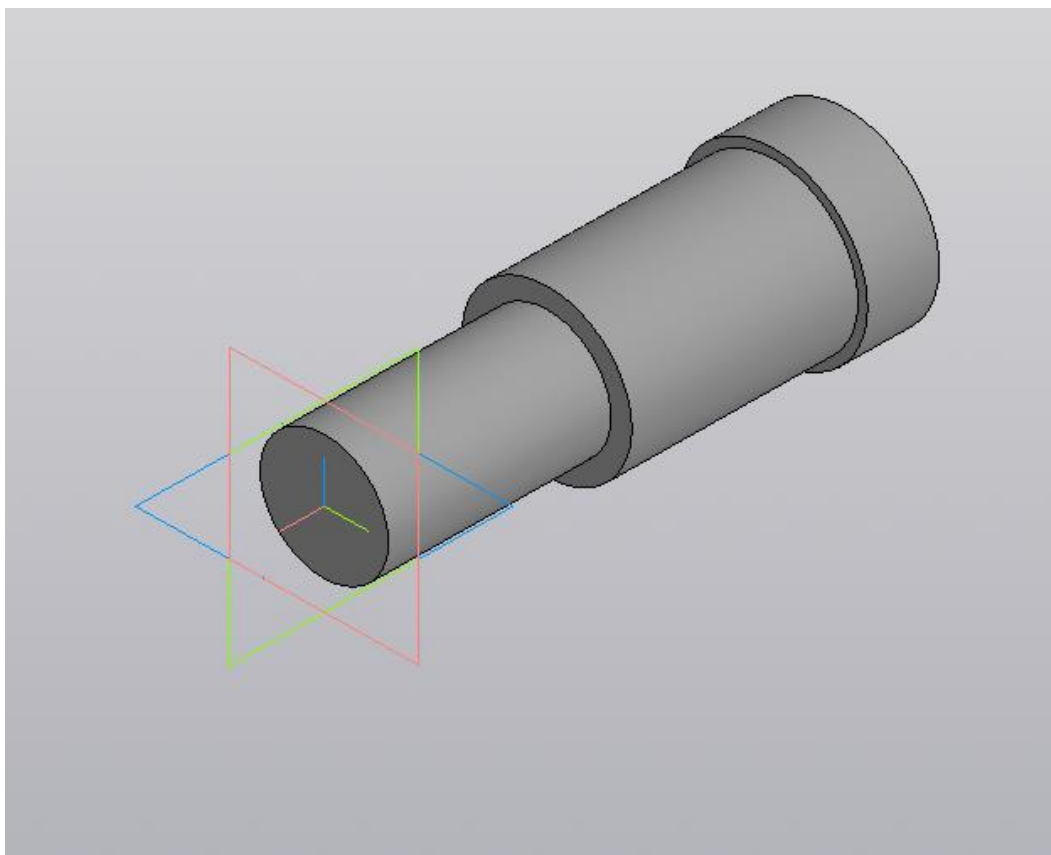


Рисунок 6 - Результат построения ступени вала-шестерни Ø50 мм

2. Построение зубчатой ступени вала-шестерни.

- Для построения зубчатой ступени вала-шестерни в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Механические передачи – Шестерня цилиндрическая с внешними зубьями*. Укажите плоскую грань вала, от которой начнется построение проектируемого элемента (рисунок 7). В открывшемся окне *Параметры* выберите тип зацепления «Внешнее зацепление».

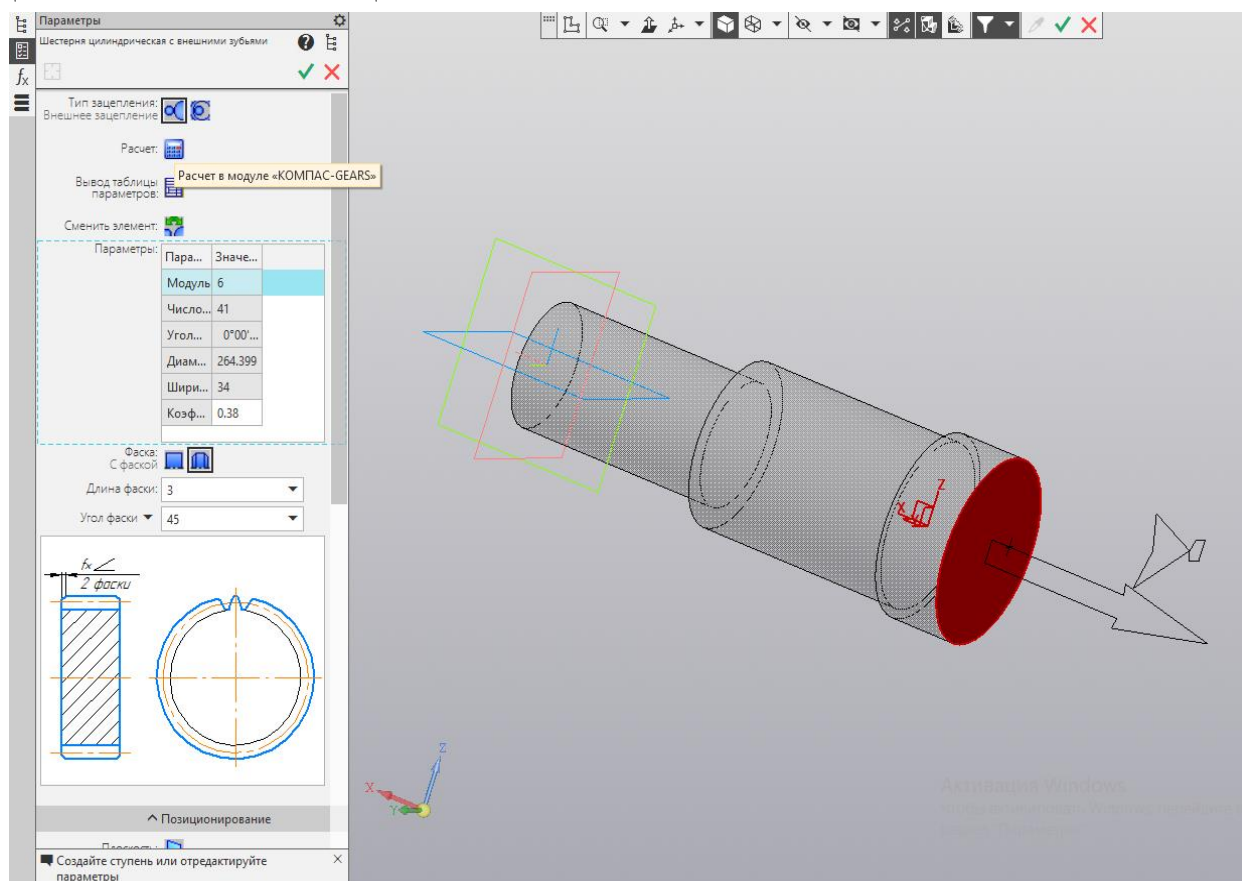


Рисунок 7 - Выбор плоской грани для построения зубчатой ступени вала-шестерни

- Чтобы определить геометрические параметры цилиндрической шестерни с внешними зубьями, необходимо выполнить расчет зубчатой передачи. Для этого в окне *Параметры* нажмите кнопку *Расчет в модуле «КОМПАС GEARS» – Геометрический расчет*.

- В открывшемся окне *Геометрический расчет* на вкладке *Страница 1* задайте основные параметры проектируемой зубчатой ступени вала-шестерни в соответствии с чертежом (ПРИЛОЖЕНИЕ 1): число зубьев ведущего колеса $z_1=25$, модуль $m=2,5$ мм, угол наклона зубьев $\beta=0^\circ$, ширина зубчатого венца 55 мм, коэффициент смещения исходного контура – 0 (рисунок 8).

- На вкладке *Страница 2* укажите степень точности 7-С и фактический диаметр вершин зубьев 68 мм, затем нажмите кнопку *Расчет* (рисунок 9).

Геометрический расчёт

Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	z_1, z_2	25	49
2. Модуль, мм	m_n	2.5	
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0° 0' 0"	
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	прямое	
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20° 0' 0"	
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a^*	1	
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура	c^*	0.25	
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f^*	0.38	
9. Ширина зубчатого венца, мм	b_1, b_2	55	34
10. Коэффициент смещения исходного контура	x_1, x_2	0	0
11. Диаметр измерительного ролика, мм	D_1, D_2	4.345	4.345
12. Тип зуборезного инструмента	—	червячная фреза	червячная фреза
13. Параметры зуборезного инструмента	Число зубьев	z_{o1}, z_{o2}	14
	Диаметр вершин, мм	d_{ao1}, d_{ao2}	100
14. Ширина межвенцовый канавки для выхода инструмента (у шевронных колёс), мм	b_{t1}, b_{t2}	—	—

Рисунок 8 - Ввод параметров проектируемой зубчатой ступени вала-шестерни

Геометрический расчёт

Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Расчёт	Уровень точности	—	7-C
Расчётный диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1}, d_{a2}	67.5	127.5
Фактический диаметр вершин зубьев, мм	d'_{a1}, d'_{a2}	68	127.5

[Ход расчёта](#)

Рисунок 9 - Ввод параметров проектируемой зубчатой ступени вала-шестерни

- Ход и результаты расчета представлены на рисунке 10. При получении результата расчета необходимо следить, чтобы все контролируемые, измерительные критерии и критерии качества зацепления были в норме. В случае невыполнения каких-либо показателей качества зацепления выдаются информационные сообщения с рекомендациями по дальнейшим действиям. Для

зубчатого элемента, спроектированного с нарушением показателей качества зацепления, могут возникнуть сложности при генерации трехмерной твердотельной модели. Подробные результаты расчета можно сохранить в виде отдельного текстового документа.

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	—	7-C	7-C
Расчётный диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1}, d_{a2}	67.5	127.5
Фактический диаметр вершин зубьев, мм	d'_{a1}, d'_{a2}	68	127.5




Ход расчёта

Контролируемые и измерительные параметры		
Возможность измерения постоянной хорды	Есть	Есть
Возможность измерения длины общей нормали	Есть	Есть
Возможность измерения размера по роликам	Есть	Есть

Критерии качества зацепления		
Подрезание зубьев	Нет	Нет
Интерференция зубьев	Нет	Нет
Заострение зубьев	Нет	Нет
Коэффициент перекрытия в пределах нормы	Да	
Самопересечение контура выреза зуба	Нет	Нет

Контролируемые, измерительные критерии и критерии качества зацепления в норме

Рисунок 10 - Результаты расчета

- Для завершения геометрического расчета нажмите кнопку *Закончить расчеты* . Далее в окне *Параметры* задайте значение фасок $1,6 \times 45^\circ$, а в разделе *Свойства* нажмите кнопку *Строить все зубья* . Нажмите кнопку *Создать* . Результат построения зубчатой ступени вала-шестерни показан на рисунке 11.

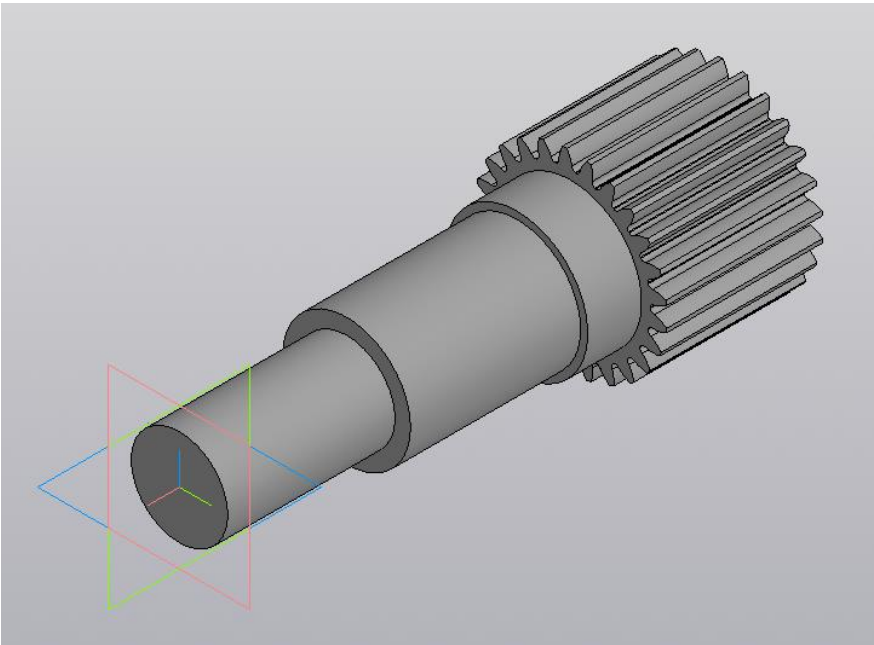


Рисунок 11 - Результат построения зубчатой ступени вала-шестерни

3. Построение внешней цилиндрической ступени вала-шестерни Ø34 мм.

Постройте последнюю гладкую цилиндрическую ступень вала-шестерни Ø34 мм и длиной 44 мм, аналогично тому, как было описано ранее. Результат построения показан на рисунке 12.

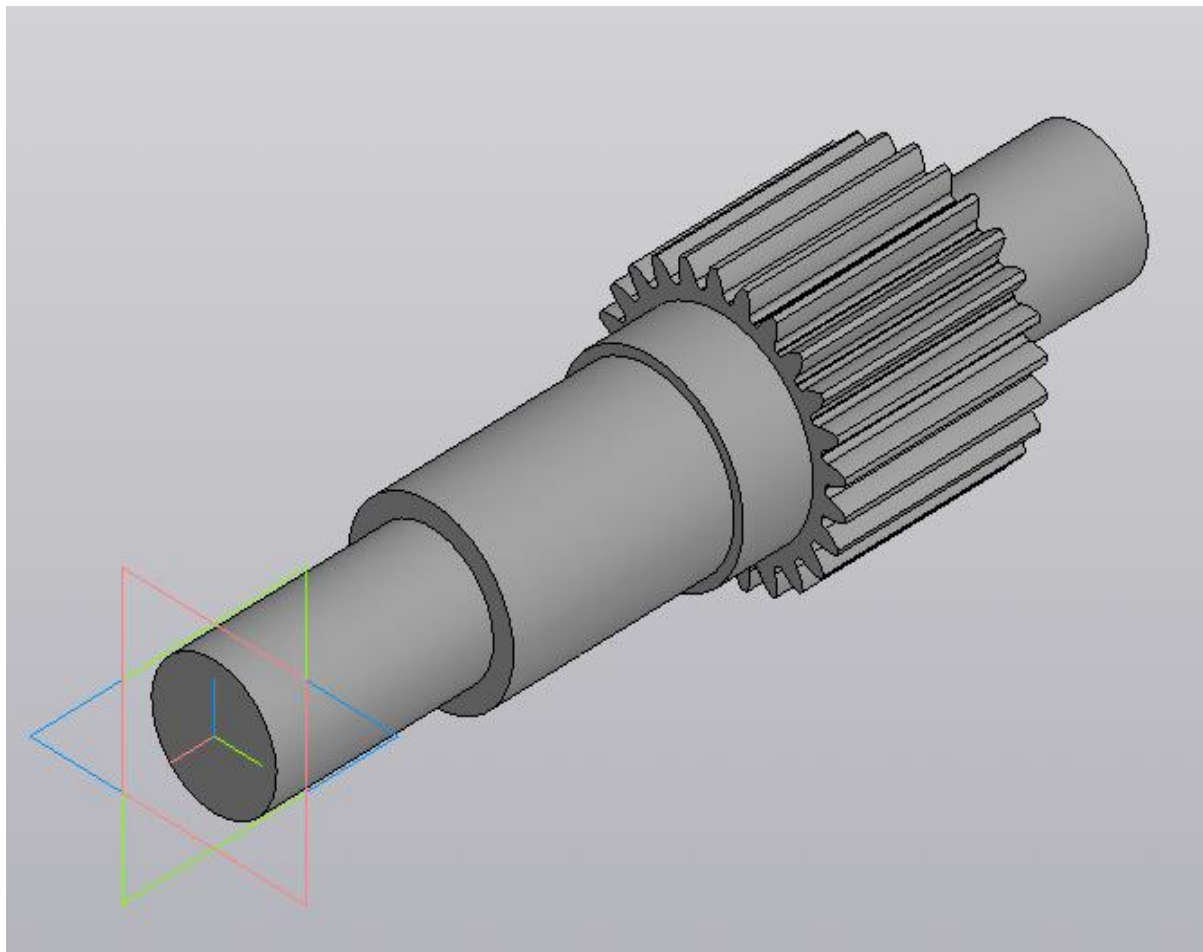


Рисунок 12 - Результат построения ступени вала-шестерни Ø34 мм

4. Построение центровых отверстий.

Построение разнообразных канавок, проточек, отверстий и прочих конструктивных элементов выполняется при помощи библиотеки «Стандартные изделия».

- Для создания центровых отверстий в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Простые конструктивные элементы – Отверстия*. В открывшемся окне *Библиотека Стандартные изделия* откройте ветвь *Отверстия центровые* и выполните двойной щелчок мыши на элементе «Центровое отверстие ГОСТ 14034-74 форма А» либо выполните двойной щелчок мыши на изображении элемента в правой части окна (рисунок 13).

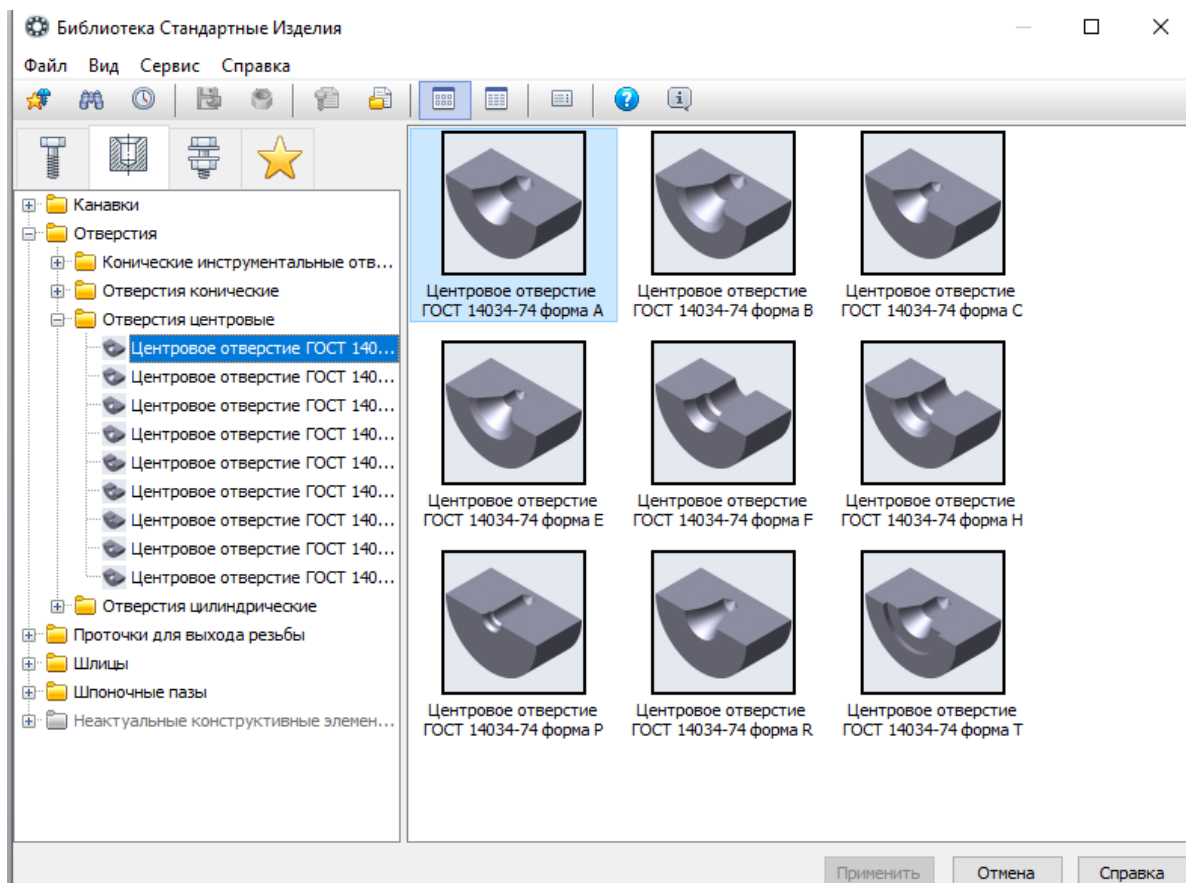



Рисунок 13 - Выбор центрального отверстия из Библиотеки Стандартные изделия

• В окне модели укажите нужную грань вала-шестерни (рисунок 14). Слева на панели *Позиционирование* нажмите кнопку *Центр круглого ребра* , а в окне модели укажите ребро.

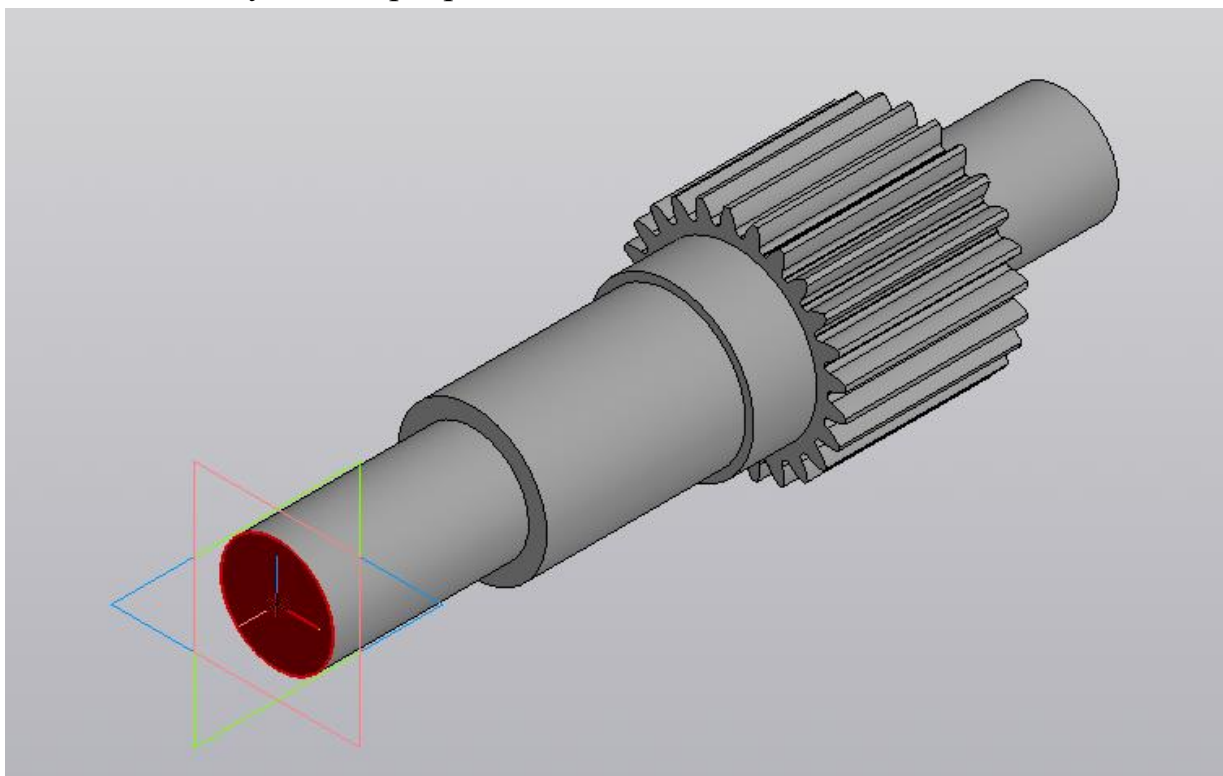



Рисунок 14 - Выбор грани для построения центрального отверстия

Позиционирование отверстия закончено – нажмите кнопку *Создать* .

- В открывшемся диалоговом окне выполните двойной щелчок мышью в поле *Диаметр отверстия*, в списке *Выбор типоразмеров и параметров* выполните двойной щелчок на значении диаметра отверстия 4 мм. В окне *Библиотека Стандартные Изделия* нажмите кнопку *Применить* (рисунок 15). В модели будет построено центровое отверстие (рисунок 16). Нажмите кнопку *Создать* .

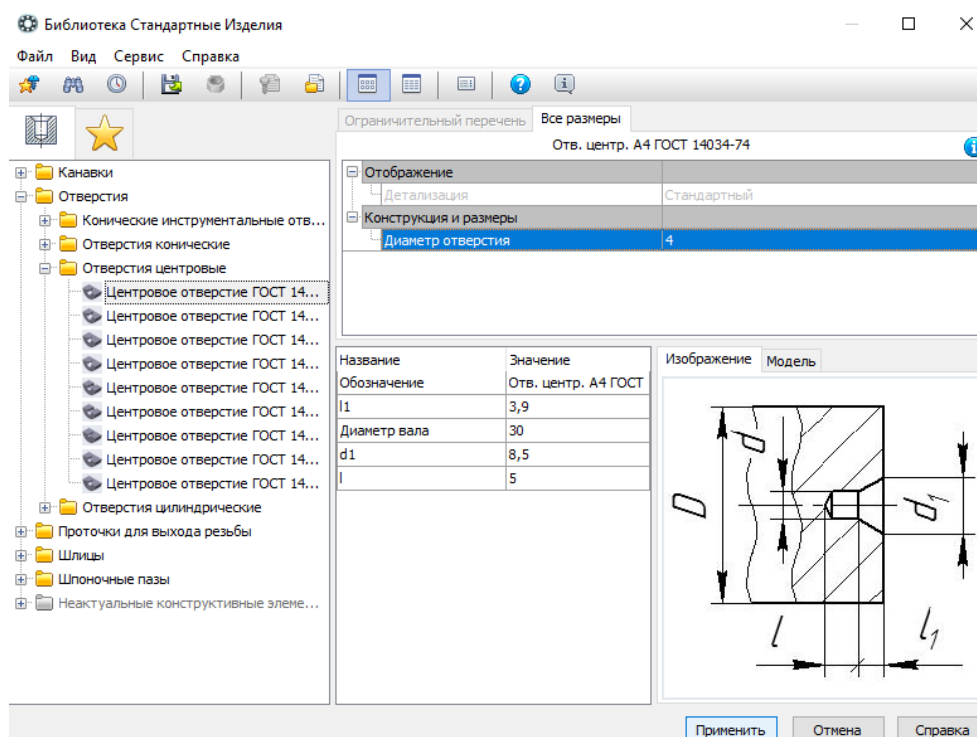


Рисунок 15 - Ввод параметров центрального отверстия

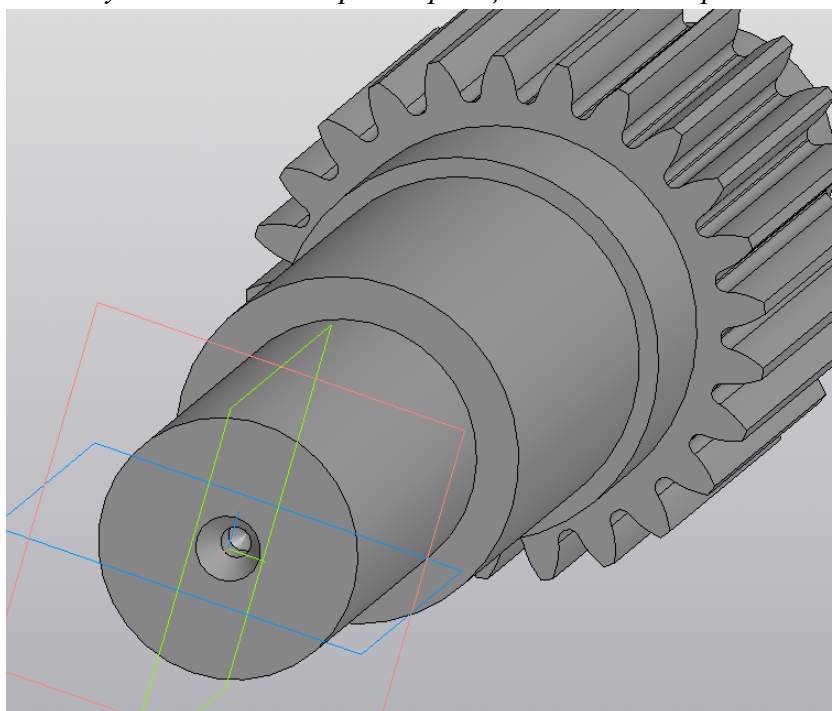


Рисунок 16 - Центровое отверстие

- Аналогично постройте центровое отверстие на противоположном торце детали.

5. Построение канавки.

- Для создания канавки в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Простые конструктивные элементы – Канавки*. В открывшемся окне *Библиотека Стандартные изделия* откройте ветвь *Канавки – Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820-69 – Канавки для круглого шлифования* и выполните двойной щелчок мыши на элементе «Канавки для наружного шлифования по цилиндру исп. 2» либо выполните двойной щелчок мыши на изображении элемента в правой части окна (рисунок 17).

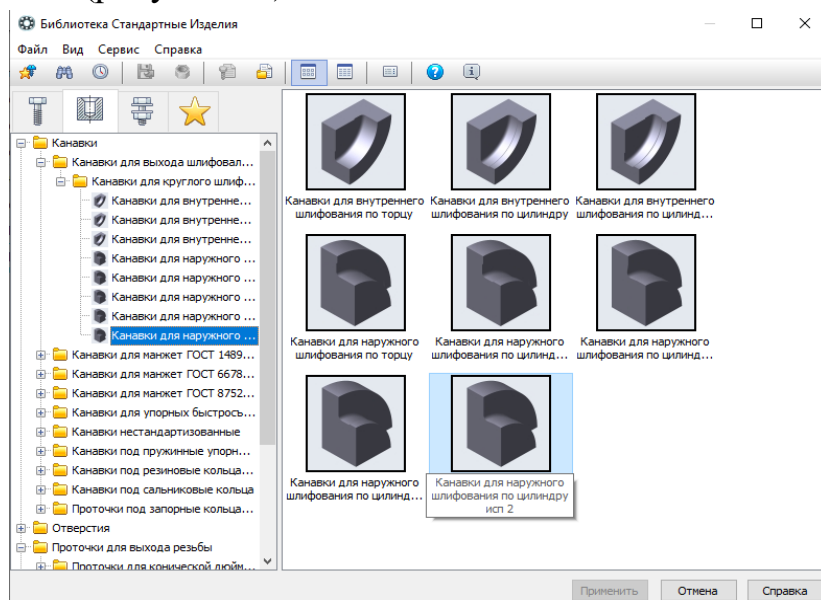



Рисунок 17 - Выбор канавки из Библиотеки Стандартные изделия

- В окне модели укажите ребро в месте построения канавки (рисунок 18) и нажмите кнопку *Создать* . Система автоматически подберет параметры канавки.

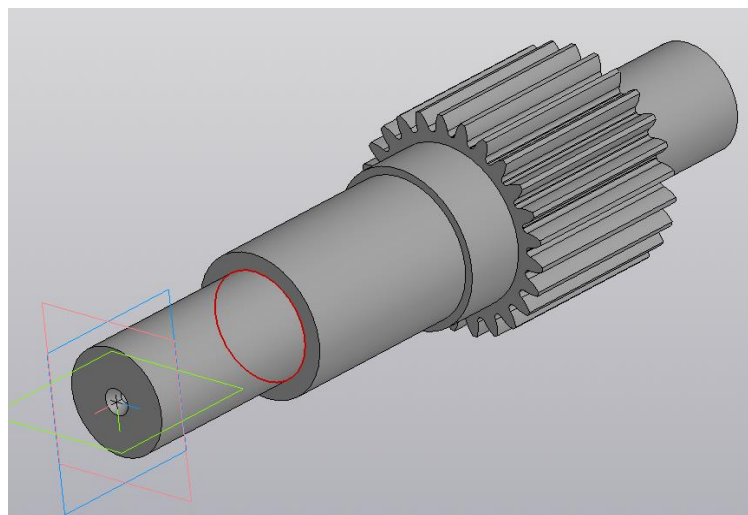



Рисунок 18 - Выбор ребра для построения канавки

- В открывшемся окне *Библиотека Стандартные Изделия* нажмите кнопку *Применить* (рисунок 19). В модели будет построена канавка (рисунок 20). Нажмите кнопку *Создать* .

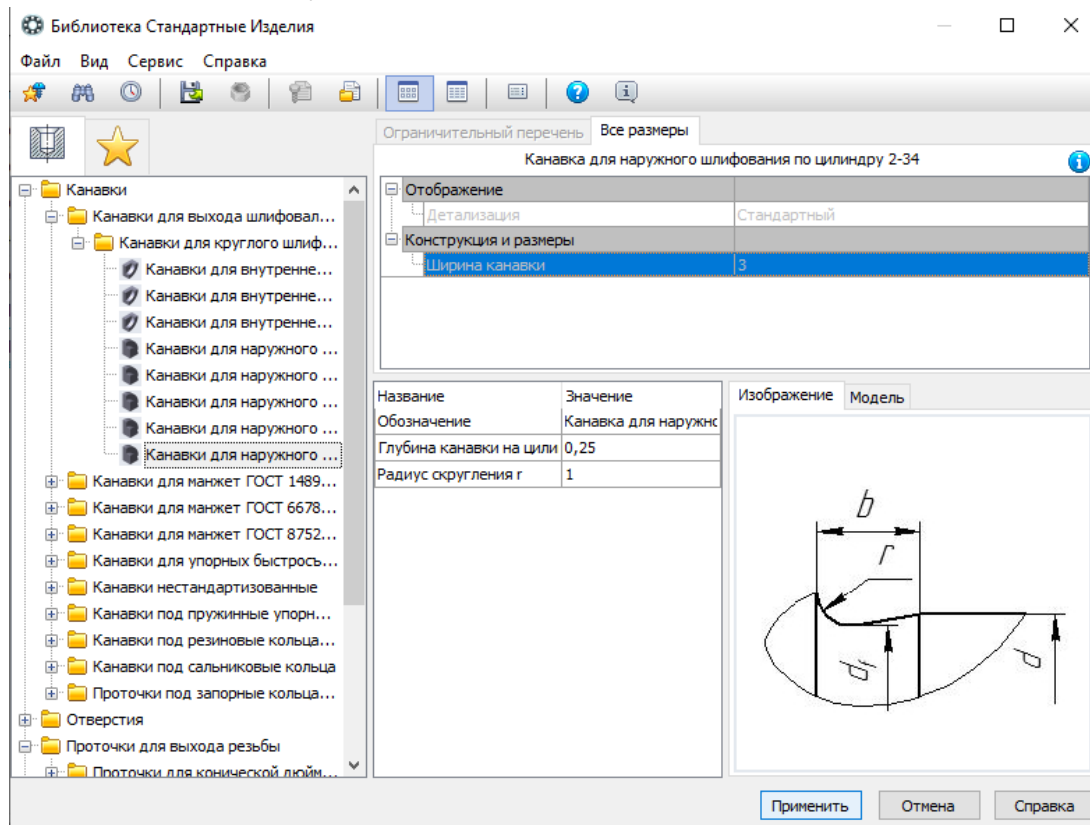


Рисунок 19 - Окно параметров канавки

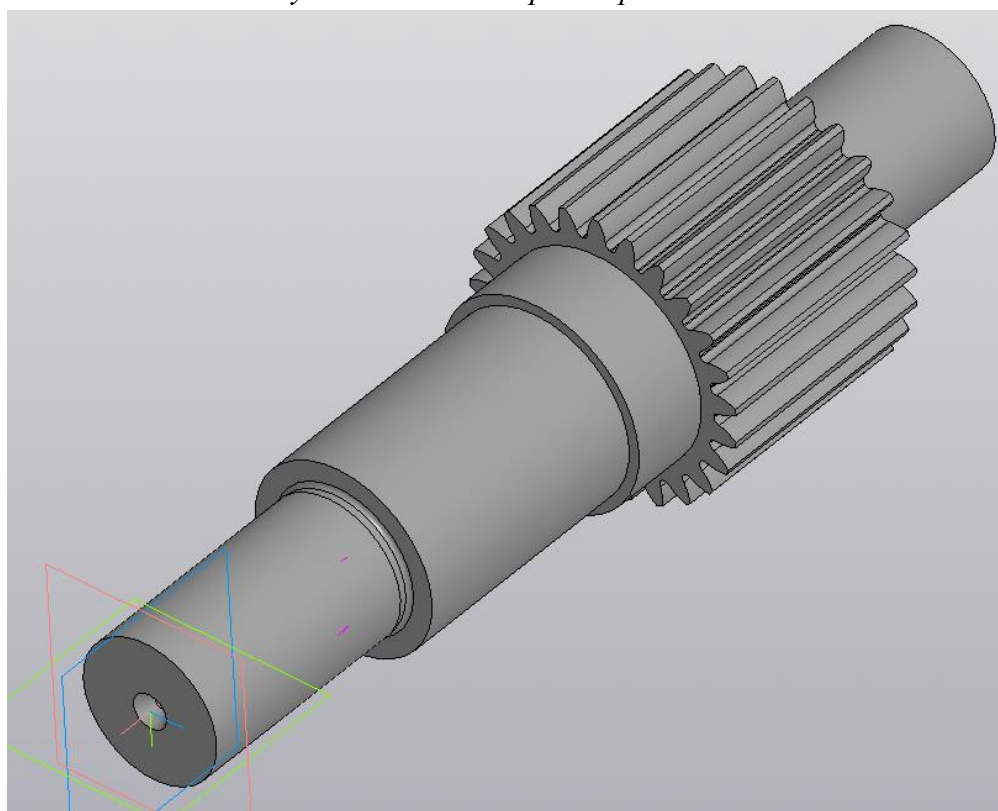


Рисунок 20 - Результат построения канавки

6. Построение шпоночного паза.

- Для создания шпоночного паза в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 3D – Разъемные соединения – Шпоночные пазы*. В открывшемся окне *Библиотека Стандартные изделия* откройте ветвь *Шпоночные пазы* и выполните двойной щелчок мыши на элементе «Шпоночный паз ГОСТ 23360-78 наружный» либо выполните двойной щелчок мыши на изображении элемента в правой части окна (рисунок 21).

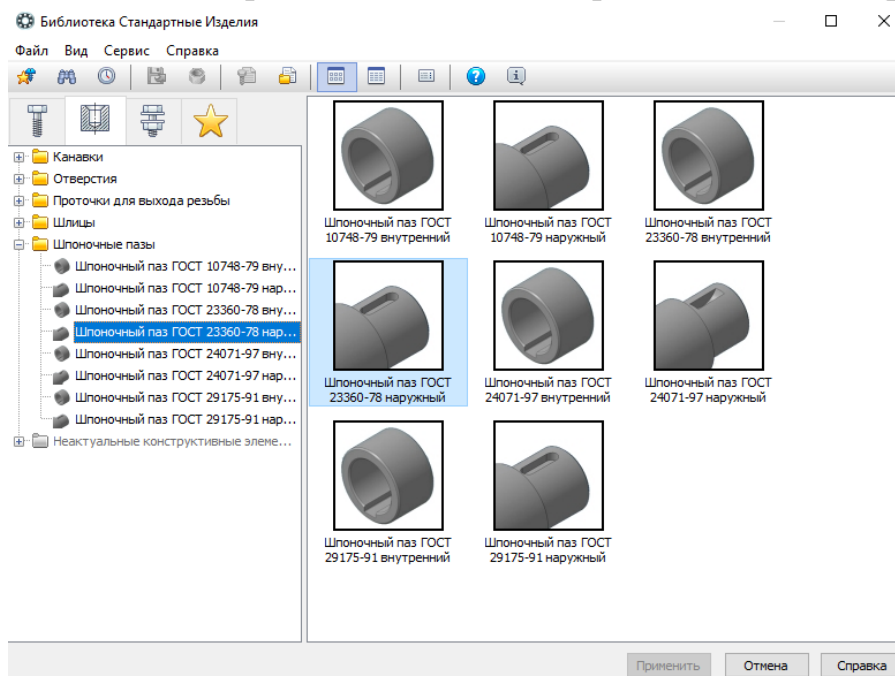


Рисунок 21 - Выбор шпоночного паза из Библиотеки Стандартные изделия

- Укажите цилиндрическую грань, на которой нужно построить шпоночный паз (рисунок 22).

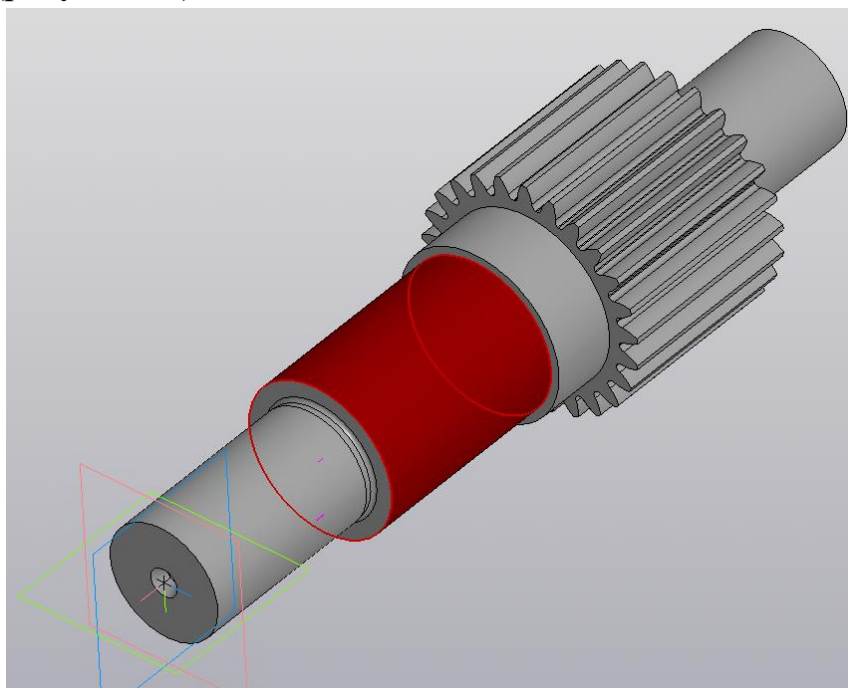



Рисунок 22 - Выбор цилиндрической грани для построения шпоночного паза

- Укажите плоскую грань – от этой плоскости будет определено положение паза (рисунок 23). Нажмите кнопку *Создать* .

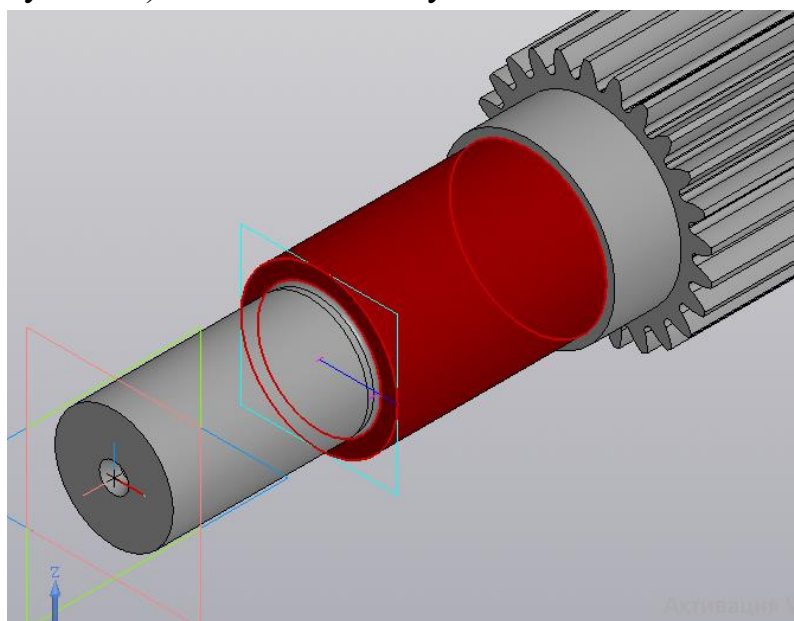




Рисунок 23 - Выбор плоской грани для определения положения шпоночного паза

- На *Панели свойств* слева в поле *Расстояние* введите значение 5 мм, в поле *Угол поворота* – 90 градусов. Позиционирование паза закончено – нажмите кнопку *Создать* .

- В окне *Библиотека Стандартные изделия* выполните двойной щелчок мышью в поле *Длина*. В списке *Выбор типоразмеров и параметров* выполните двойной щелчок на значении длины паза 50 мм (рисунок 24). Нажмите кнопку *Применить*. Далее нажмите кнопку *Создать*  – в модели будет построен шпоночный паз (рисунок 25).

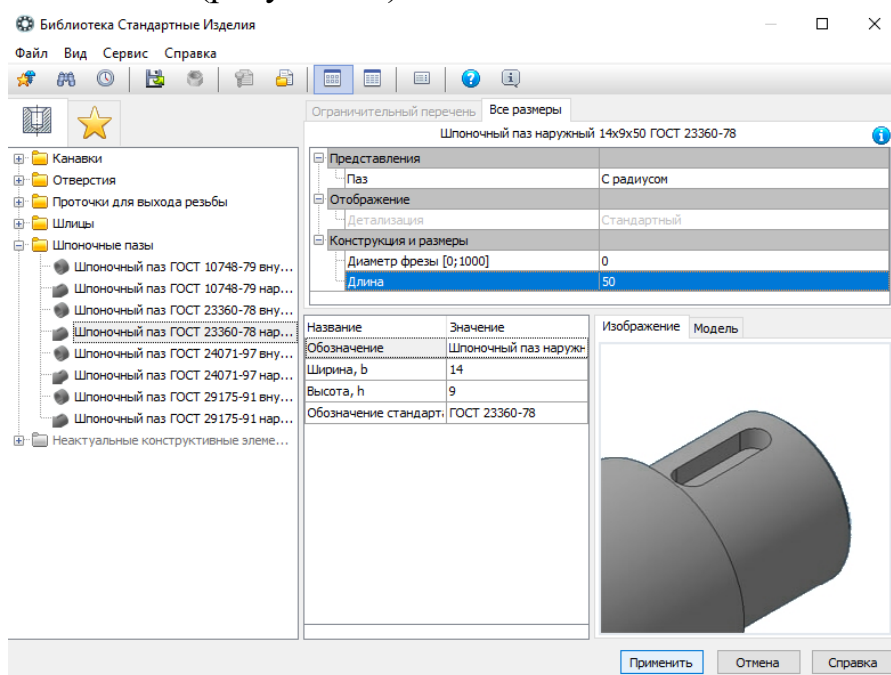


Рисунок 24 - Окно выбора параметров шпоночного паза

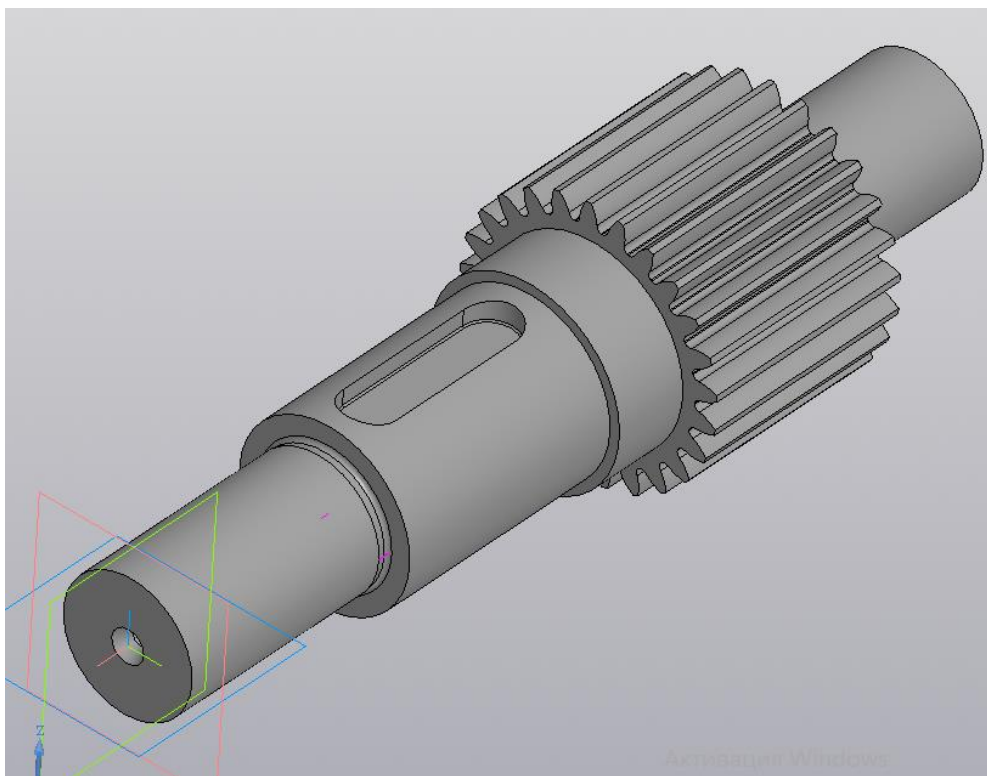



Рисунок 25 - Результат построения шпоночного паза

7. Построение фасок.

- На панели инструментов сверху выберите команду *Фаска*. В окне *Параметры* слева укажите длину фаски 2 мм, угол – 45° . Укажите круглые ребра с торцов вала-шестерни, как показано на рисунке 26. Нажмите кнопку *Создать* .

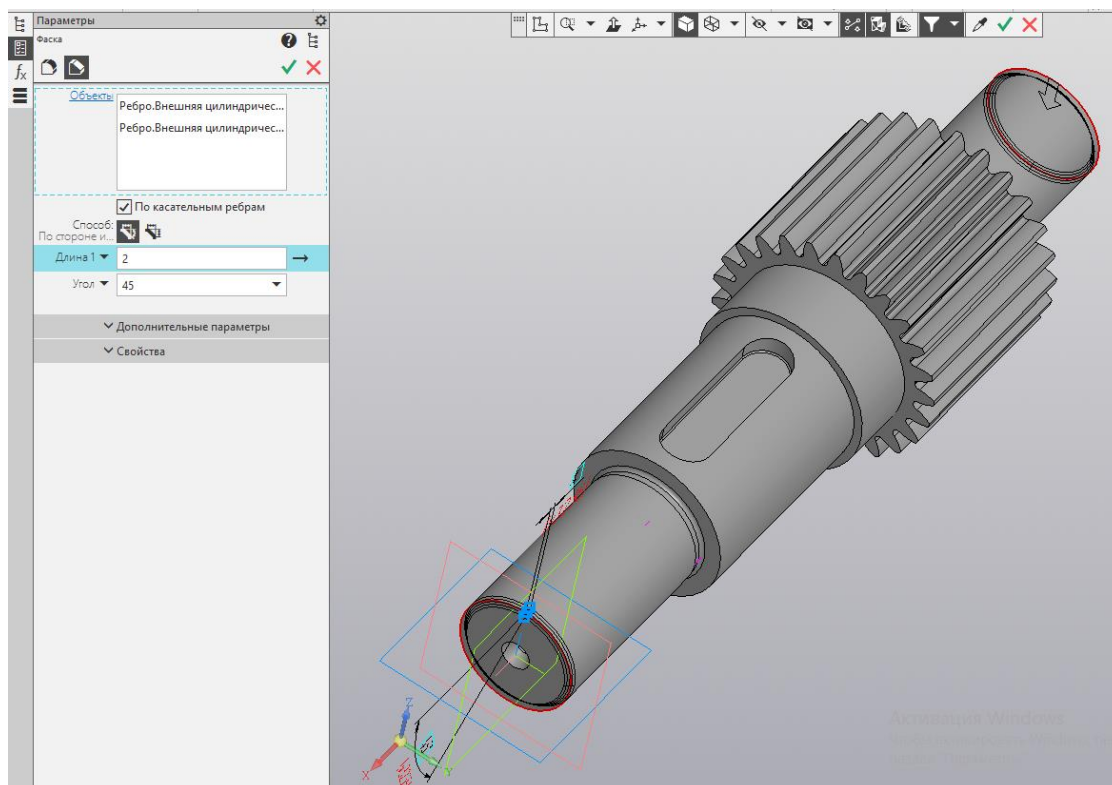


Рисунок 26 - Построение фасок

Готовая 3D-модель вала-шестерни представлена на рисунке 27.

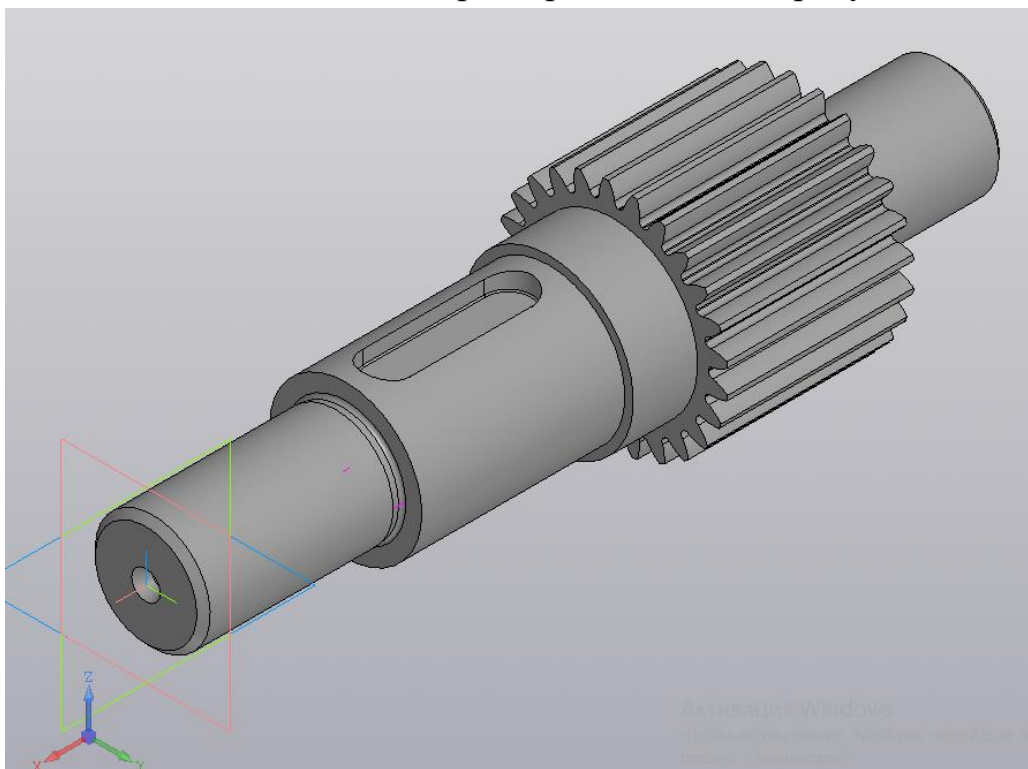


Рисунок 27 - Готовая 3D-модель вала-шестерни

Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, в папку, указанную преподавателем.

Задание 1 для самоконтроля: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 2, построить трехмерную модель детали «Вал-шестерня» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 3D». Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, под именем «Вал-шестерня.m3d» в папку, указанную преподавателем.

Задание 2 для самоконтроля: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 3, построить трехмерную модель детали «Колесо зубчатое» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 3D». Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, под именем «Колесо зубчатое.m3d» в папку, указанную преподавателем.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы создания 3D-моделей деталей типа «Вал» существуют в системе КОМПАС-3D?
2. Какие элементы позволяет создавать Библиотека «Валы и механические передачи 3D»?
3. Для чего предназначен комплекс программ КОМПАС GEARS?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Построение 3D-модели червячного колеса

Цель работы: освоить инструменты построения 3D-модели детали «Колесо червячное» в программе КОМПАС-3D с использованием интегрированной библиотеки «Валы и механические передачи 2D».

Теоретическая часть

Система «Валы и механические передачи 2D» предназначена для параметрического проектирования:

- валов и втулок;
- цилиндрических и конических шестерен;
- червячных колес и червяков;
- шкивов клиноременных и зубчато-ременных передач;
- звездочек цепных передач.

Параметрические модели сохраняются непосредственно в чертеже и доступны для последующего редактирования средствами системы «Валы и механические передачи 2D». При создании и редактировании может быть изменен как порядок ступеней модели (Drag&Drop), так и любой параметр ступени, либо выполнено удаление ступени.

В процессе создания модели могут быть выполнены расчеты:

- элементов механических передач;
- валов и подшипников, смоделированных в системе «Валы и механические передачи 2D»;
- шлицев, являющихся конструктивным элементом модели, созданной в системе «Валы и механические передачи 2D».

В режиме построения модели в системе «Валы и механические передачи 2D» возможно:

- создавать параметрические модели валов, втулок, элементов механических передач;
- создавать основу чертежа модели системы «Валы и механические передачи 2D» (в том числе, автоматически проставлять основные размеры элементов модели);
- создавать на основе параметрической модели, созданной в системе «Валы и механические передачи 2D» трехмерную твердотельную модель;

- выполнять расчеты некоторых конструктивных элементов модели (в том числе, расчет элементов механических передач);
- по результатам расчетов генерировать таблицы параметров зубчатых колес и выносные элементы с профилями зубьев;
- автоматически создавать в чертежах виды проектируемых тел вращения слева и справа, получать изображения сечений ступеней модели.

Практическая часть

Задание: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 4, построить трехмерную модель детали «Колесо червячное» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 2D». Отчет о выполненной работе сохраните в папку, указанную преподавателем.

Создание нового файла детали.

Запустите программу КОМПАС-3D v21. В открывшемся окне программы создайте новый чертеж и сохраните его на диске под именем «Колесо червячное.cdw». Задайте формат чертежа – А3, ориентация – Вертикальная.

Выбор последовательности построения.

1. Построение внешнего контура червячного колеса.
2. Построение внутреннего контура червячного колеса.
3. Генерация трехмерной модели червячного колеса.
4. Построение остальных конструктивных элементов червячного колеса.


Построение трехмерной модели червячного колеса.

1. Построение внешнего контура червячного колеса.

• Для запуска модуля «Валы и механические передачи 2D» в строке меню *Приложения* выберите команду *Механика – Валы и механические передачи 2D – Основное меню – Построение модели*. Окно модуля построения «Валы и механические передачи 2D» разделено на две рабочих области. Верхняя область предназначена для отображения дерева ступеней и элементов внешнего контура, нижняя – для отображения дерева ступеней и элементов внутреннего контура проектируемой модели (рисунок 28).



Рисунок 28 - Окно модуля «Валы и механические передачи 2D»

- Нажмите на *Панели управления* окна «Валы и механические передачи 2D» сверху кнопку *Новая модель* . В открывшемся окне *Выбор типа отрисовки модели* выберите вариант «В разрезе» и нажмите *ОК* (рисунок 29).

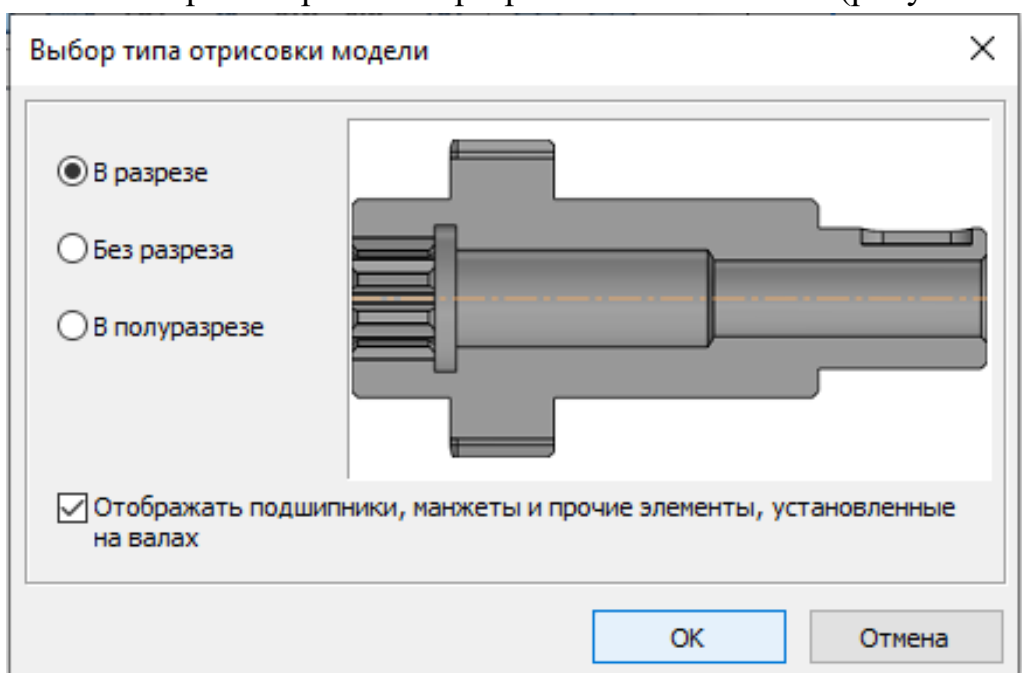



Рисунок 29 - Выбор типа отрисовки модели

- В поле документа КОМПАС укажите точку начала отсчета создаваемой локальной системы координат. Для этого нажмите клавишу *Enter* или щелкните левой кнопкой мыши. Откроется главное окно системы «Валы и ме-

ханические передачи 2D».

- Нажмите на инструментальной панели внешнего контура кнопку *Простые ступени – Цилиндрическая ступень*. В открывшемся окне задайте параметры цилиндрической ступени в соответствии с чертежом (ступица колеса слева): $d=75$ мм, $l=8$ мм, фаска слева – $5 \times 45^\circ$ (рисунок 30) и нажмите кнопку *OK* . На листе чертежа будет построено изображение цилиндрической ступени по указанным параметрам (рисунок 31).

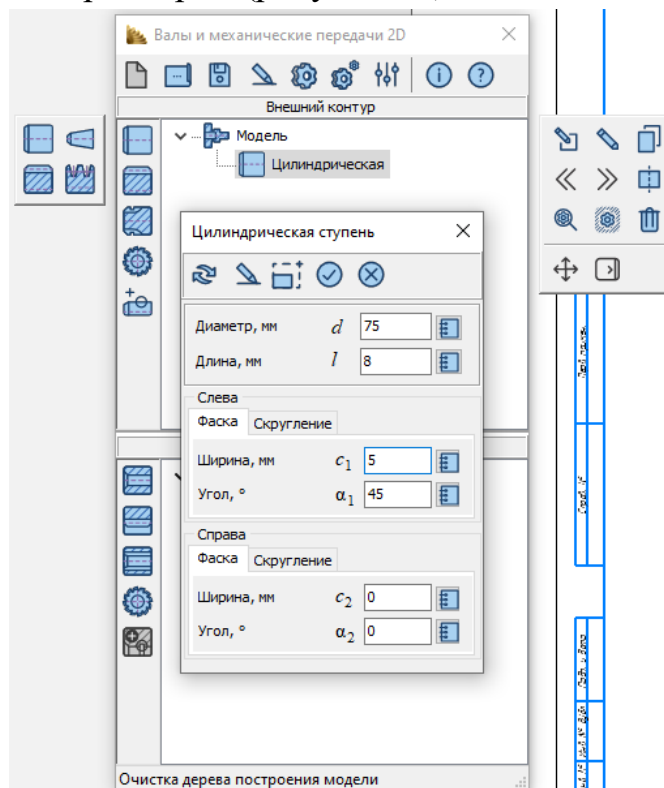


Рисунок 30 - Ввод параметров цилиндрической ступени

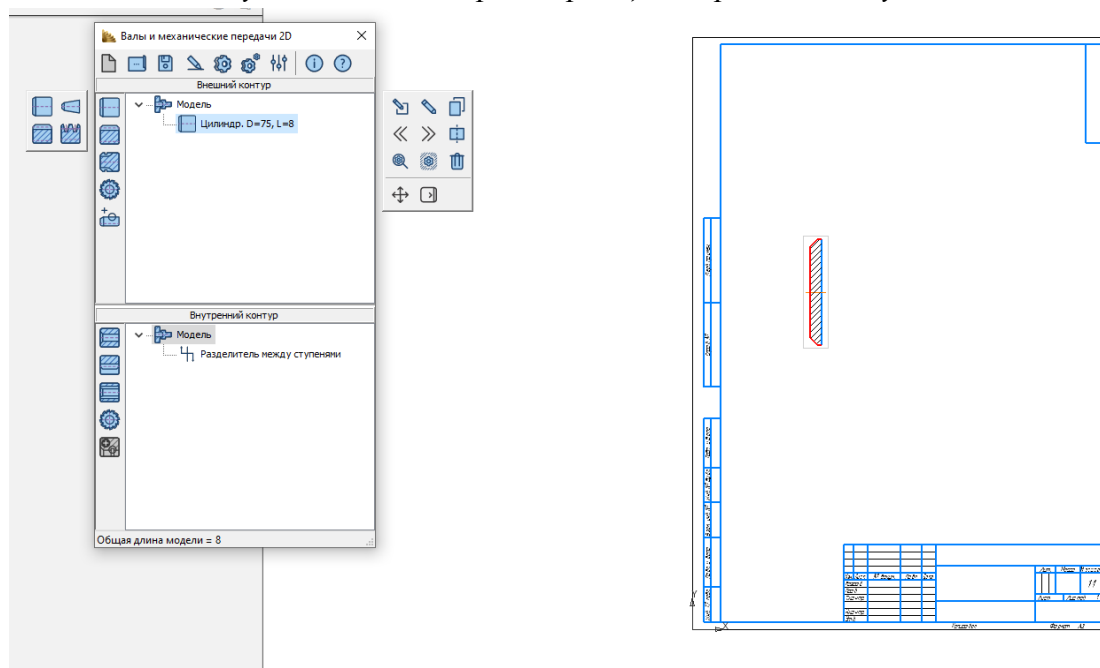


Рисунок 31 - Построение цилиндрической ступени внешнего контура

- Для построения следующего элемента червячного колеса нажмите на инструментальной панели внешнего контура кнопку *Элементы механических передач – Червяки, червячные колеса и червячные рейки – Цилиндрическое червячное колесо*. В открывшемся окне «Червячное колесо цилиндрической червячной передачи» нажмите кнопку *Запуск расчета* (рисунок 32). Откроется окно модуля расчетов механических передач КОМПАС GEARS. Нажмите кнопку *Геометрический расчет*.

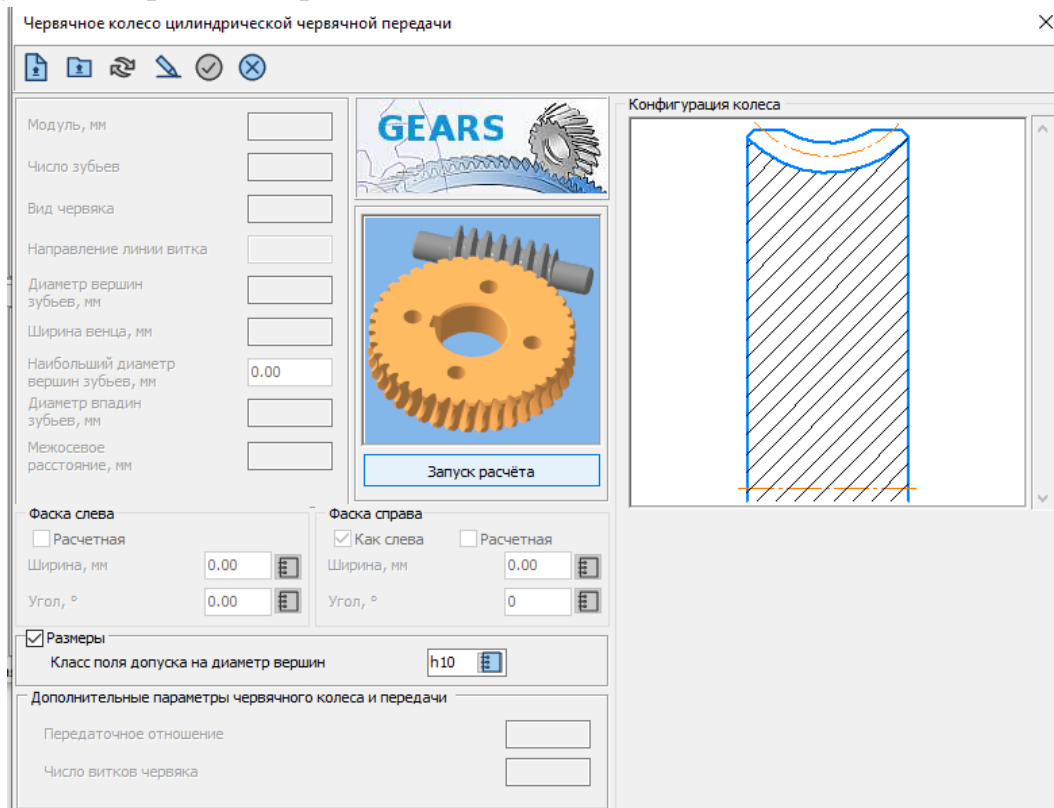


Рисунок 32 - Окно «Червячное колесо цилиндрической червячной передачи»

- Выберите вариант расчета «По межосевому расстоянию». В открывшемся окне *Геометрический расчет* на вкладке *Страница 1* задайте основные параметры проектируемого червячного колеса в соответствии с чертежом (ПРИЛОЖЕНИЕ 4): число витков червяка $z_1=2$; число зубьев колеса $z_2=44$; модуль $m=6$ мм; коэффициент диаметра червяка $q=10$ (курсор по умолчанию расположен в строке, соответствующей значению заданного модуля); вид червяка z_A . В поле *Межосевое расстояние* нажмите кнопку *Рассчитать межосевое расстояние*. Остальные параметры вкладки оставьте по умолчанию (рисунок 33).

Геометрический расчёт

Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Значение
1. Число витков червяка	z_1	2
2. Число зубьев колеса	z_2	44
3. Модуль, мм	m	6
4. Коэффициент диаметра червяка	q	10
5. Вид червяка	—	ZA
6. Межосевое расстояние, мм	a_w	162
7. Угол профиля зацепления, °	α_x	20 ° 0 ' 0 "
8. Коэффициент высоты головки витка червяка исходного контура	h_{a1}^*	1
9. Коэффициент радиального зазора у поверхности впадин червяка	c_1^*	0.2
10. Коэффициент радиального зазора исходного контура червячного колеса	c_2^*	0.2
11. Коэффициент расчётной толщины витка червяка	s^*	1.570796
12. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой витка червяка	ρ_{f1}^*	0.3
13. Коэффициент радиуса образующей дуги окружности шлифовального круга	ρ_{01}^*	5.4
14. Направление линии витка	—	правое

Рисунок 33 - Ввод параметров проектируемого червячного колеса

- На вкладке *Страница 2* введите минимальное предельно допустимое значение $b_1=133$ мм и $b_2=54$ мм (соответствует чертежу в ПРИЛОЖЕНИИ 4).

Нажмите кнопку *Расчет* (рисунок 34).

Геометрический расчёт

Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Червяк	Червячное колесо
Степень точности	—	7-C	7-C
Длина нарезанной части червяка, мм	b_1	133	≥ 133
Ширина венца червячного колеса, мм	b_2	54	≤ 54
Диаметр измерительного ролика, мм	D	10.353	

Ход расчёта

Рисунок 34 - Ввод параметров проектируемого червячного колеса

• Ход и результаты расчета представлены на рисунке 35. При получении результата расчета необходимо следить, чтобы все контролируемые, измерительные критерии и критерии качества зацепления были в норме. В случае невыполнения каких-либо показателей качества зацепления выдаются информационные сообщения с рекомендациями по дальнейшим действиям. Для зубчатого элемента, спроектированного с нарушением показателей качества зацепления, могут возникнуть сложности при генерации трехмерной твердотельной модели. Подробные результаты расчета можно сохранить в виде отдельного текстового документа.

Наименование и обозначение параметра	Червяк	Червячное колесо
Степень точности	7-С	7-С
Длина нарезанной части червяка, мм	b_1	≥ 133
Ширина венца червячного колеса, мм	b_2	≤ 54
Диаметр измерительного ролика, мм	D	

Ход расчёта

- Контролируемые и измерительные параметры
 - Возможность измерения размера по роликам: Есть
- Критерии качества зацепления
 - Подрезание зубьев червячного колеса: Нет
 - Заострение зубьев червячного колеса: Нет
 - Коэффициент перекрытия в пределах нормы: Да

Контролируемые, измерительные параметры и критерии качества зацепления в норме. Критерии качества зацепления соответствуют норме.

Рисунок 35 - Результаты расчета

• Для завершения геометрического расчета нажмите кнопку *Закончить расчеты*. Далее в открывшемся окне задайте значение фасок $3 \times 45^\circ$ и нажмите кнопку *Создать*. Результат построения элемента червячного колеса показан на рисунке 37.

В процессе построения вы можете менять взаимное расположение созданных ступеней. Для этого выполните следующие действия:

- ✓ укажите в дереве ступень, которую нужно переместить, и нажмите правую кнопку мыши;
- ✓ выберите команду *Переместить левее* или *Переместить правее*. При

этом переместятся и все дополнительные элементы, которые принадлежат данной ступени.

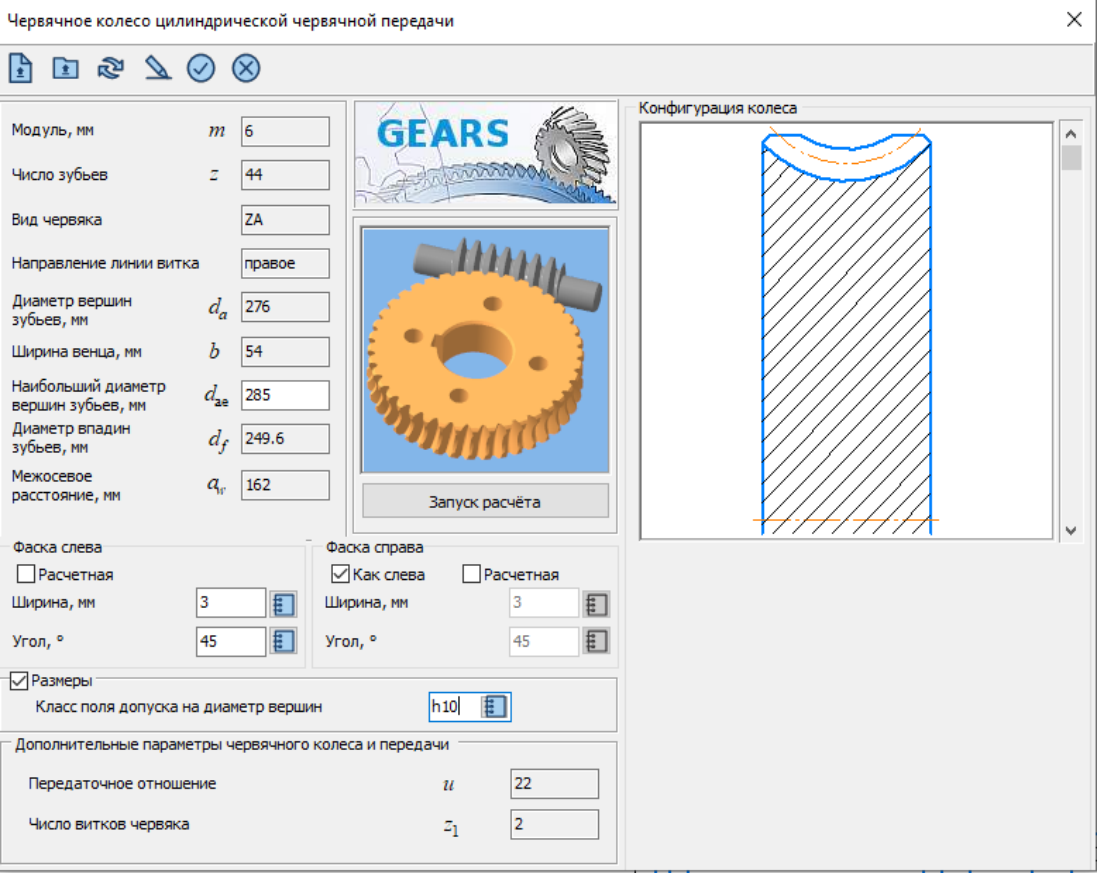


Рисунок 36 - Результаты расчета, ввод параметров фасок

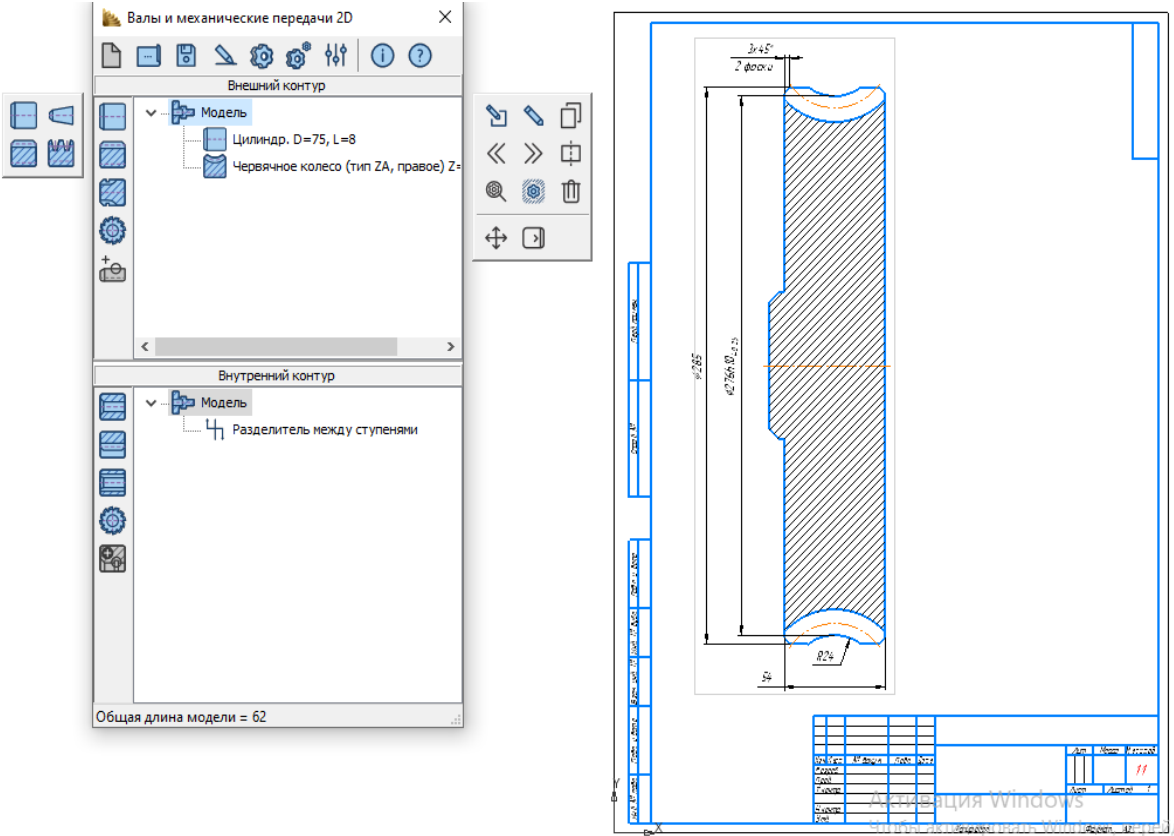



Рисунок 37 - Результат построения элемента червячного колеса

- Для завершения построения внешнего контура червячного колеса нажмите на инструментальной панели внешнего контура кнопку *Простые ступени – Цилиндрическая ступень*. В открывшемся окне задайте параметры цилиндрической ступени в соответствии с чертежом (ступица колеса справа): $d=75$ мм, $l=8$ мм, фаска справа – $5 \times 45^\circ$ (рисунок 38) и нажмите кнопку *OK* . На листе чертежа будет построено изображение цилиндрической ступени по указанным параметрам. На рисунке 39 показан результат построения внешнего контура червячного колеса.

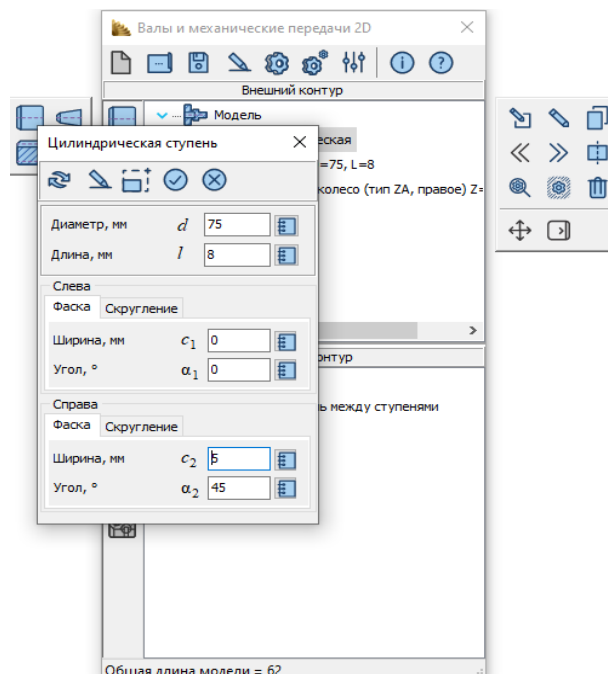


Рисунок 38 - Ввод параметров цилиндрической ступени

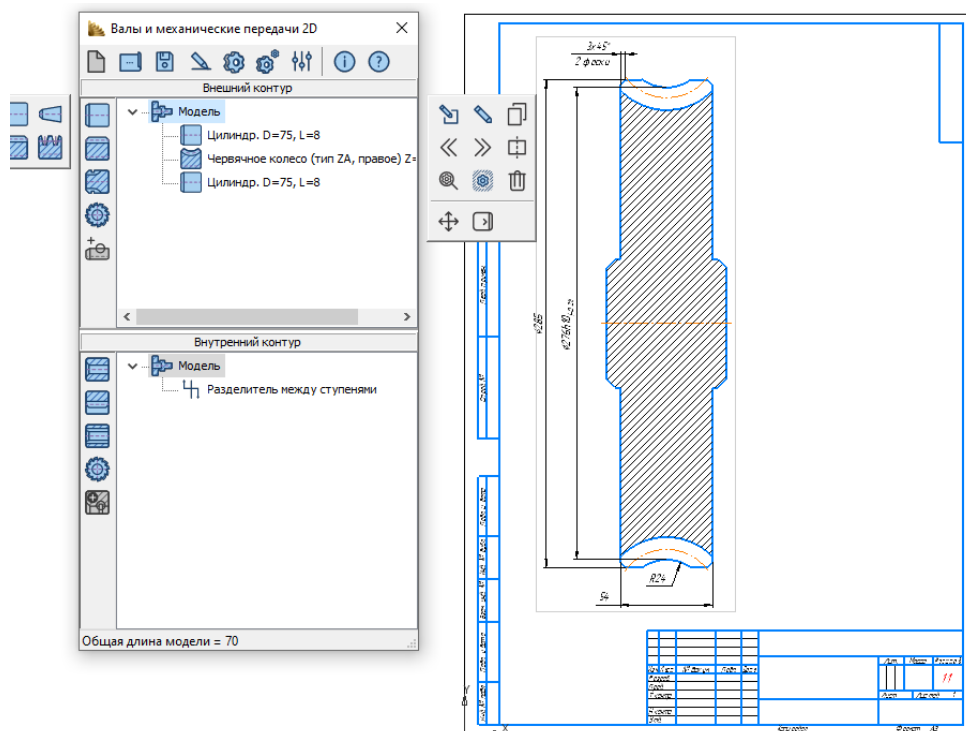


Рисунок 39 - Результат построения внешнего контура червячного колеса


Редактирование модели.


Вы можете редактировать модель, созданную средствами системы «Валы и механические передачи 2D». Для этого дважды щелкните по ее изображению. Откроется главное окно системы. Вы можете изменить значения параметров любого элемента модели. После ввода новых значений все связи внутри модели будут сохранены.

Чтобы отредактировать элемент модели, выполните следующие действия:

- ✓ выделите в главном окне системы «Валы и механические передачи 2D» элемент модели, щелкните правой кнопкой мыши на его наименовании (при этом на чертеже редактируемая часть модели будет подсвечена красным цветом);
- ✓ в контекстном меню дерева ступеней и элементов выберите команду *Отредактировать*;
- ✓ внесите изменения в значения параметров элемента.

2. Построение внутреннего контура червячного колеса.

- Чтобы построить на модели, создаваемой средствами системы «Валы и механические передачи 2D», цилиндрическую ступень внутреннего контура, нажмите кнопку *Цилиндрическая ступень* , расположенную на инструментальной панели внутреннего контура.

- В открывшемся окне задайте параметры внутренней цилиндрической ступени в соответствии с чертежом (отверстие для посадки на вал): $d=50$ мм, $l=70$ мм, фаска слева и справа – $3 \times 45^\circ$ (рисунок 40) и нажмите кнопку *OK* . На листе чертежа будет построено изображение отверстия по указанным параметрам (рисунок 41).

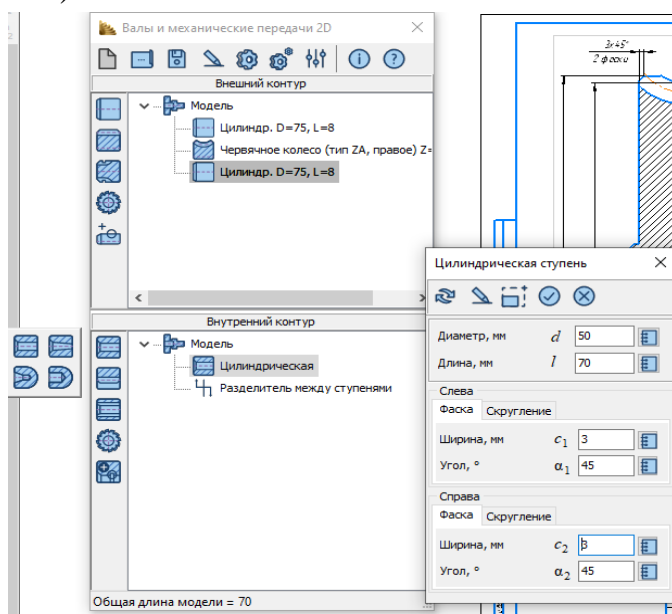


Рисунок 40 - Ввод параметров внутренней цилиндрической ступени

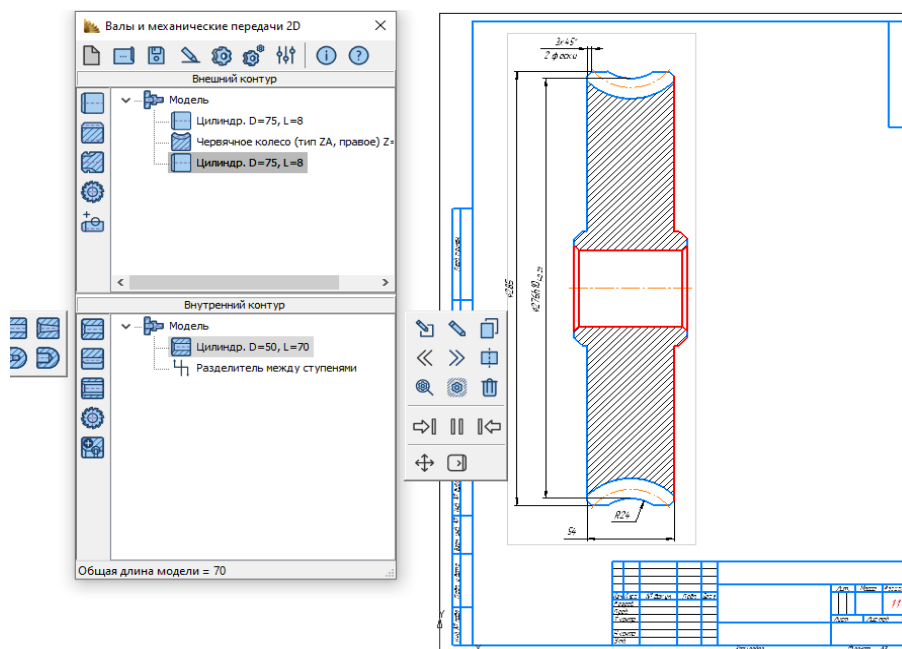




Рисунок 41 - Результат построения внутренней цилиндрической ступени

- Для построения на цилиндрической ступени модели шпоночного паза выделите в дереве ступеней и элементов цилиндрическую ступень внутреннего контура модели. Нажмите кнопку *Дополнительные построения*  на инструментальной панели внутреннего контура. В развернувшемся меню выберите команду *Шпоночные пазы*. Откроется дополнительное меню с различными типами пазов. Щелчком мыши укажите тип паза «Под призматическую шпонку». В открывшемся окне необходимо выбрать параметры шпонки и шпоночного паза. Причем, в поле шпонка автоматически указываются стандартные размеры шпонки, которая подобрана, исходя из диаметра активной ступени модели. Из предлагаемого списка выберите шпонку – 14×9×70 (рисунок 42), угол поворота шпоночного паза – 0. Нажмите кнопку *Создать* . На рисунке 43 представлен результат создания шпоночного паза.

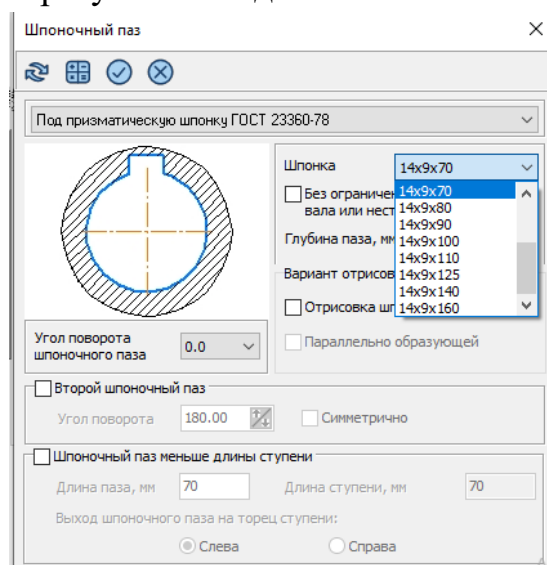


Рисунок 42 - Выбор параметров шпонки и шпоночного паза

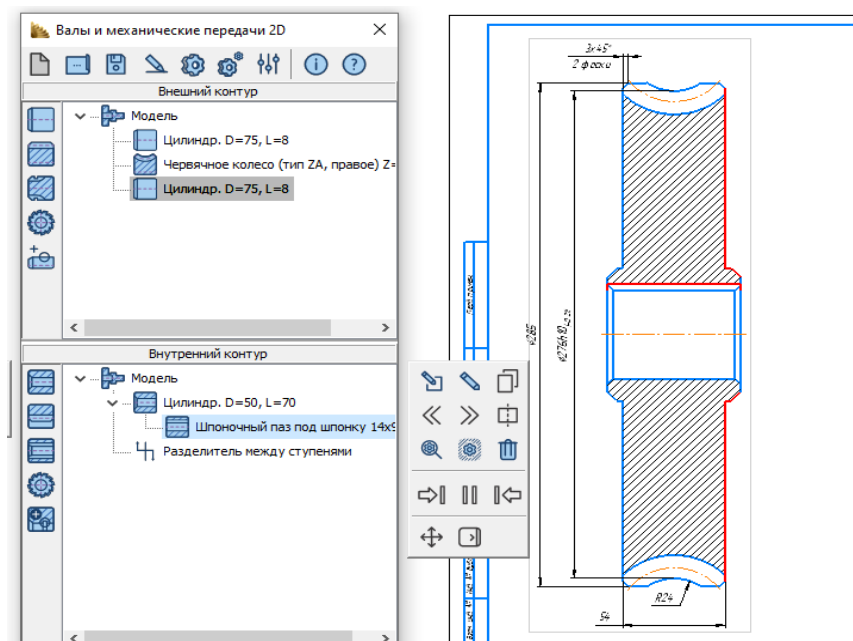


Рисунок 43 - Результат создания шпоночного паза

Изменение взаимного расположения ступеней внутреннего контура производится так же, как изменение расположения ступеней внешнего контура.

Остальные конструктивные элементы червячного колеса можно создать непосредственно на 3D-модели, так как построенная модель может редактироваться средствами КОМПАС-3D.

3. Генерация трехмерной модели червячного колеса.

- Для запуска процесса формирования трехмерной твердотельной модели червячного колеса на основе плоской модели, созданной в системе «Валы и механические передачи 2D», нажмите кнопку *Дополнительные построения и действия – Генерация твердотельной модели* (рисунок 44).

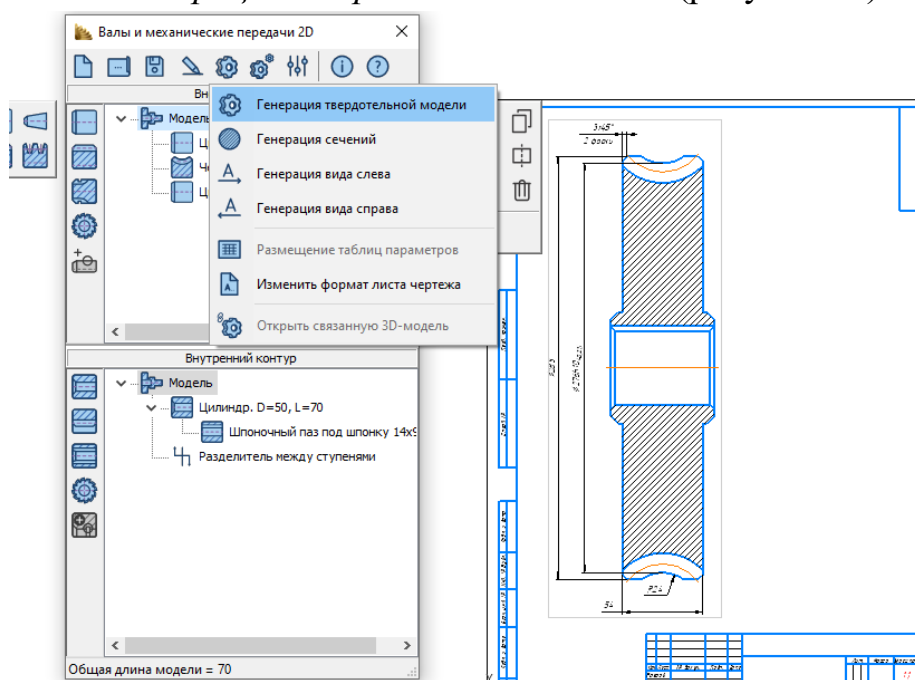


Рисунок 44 - Запуск генерации твердотельной модели колеса

• После вызова команды на экран выводится панель, отражающая ход генерации (рисунок 45). Готовая трехмерная модель помещается в новый документ КОМПАС (рисунок 46). Чтобы перейти к нему, закройте окно системы «Валы и механические передачи 2D», сохранив при этом модель. Откройте документ с 3D-моделью червячного колеса, расположенный в соседней вкладке.

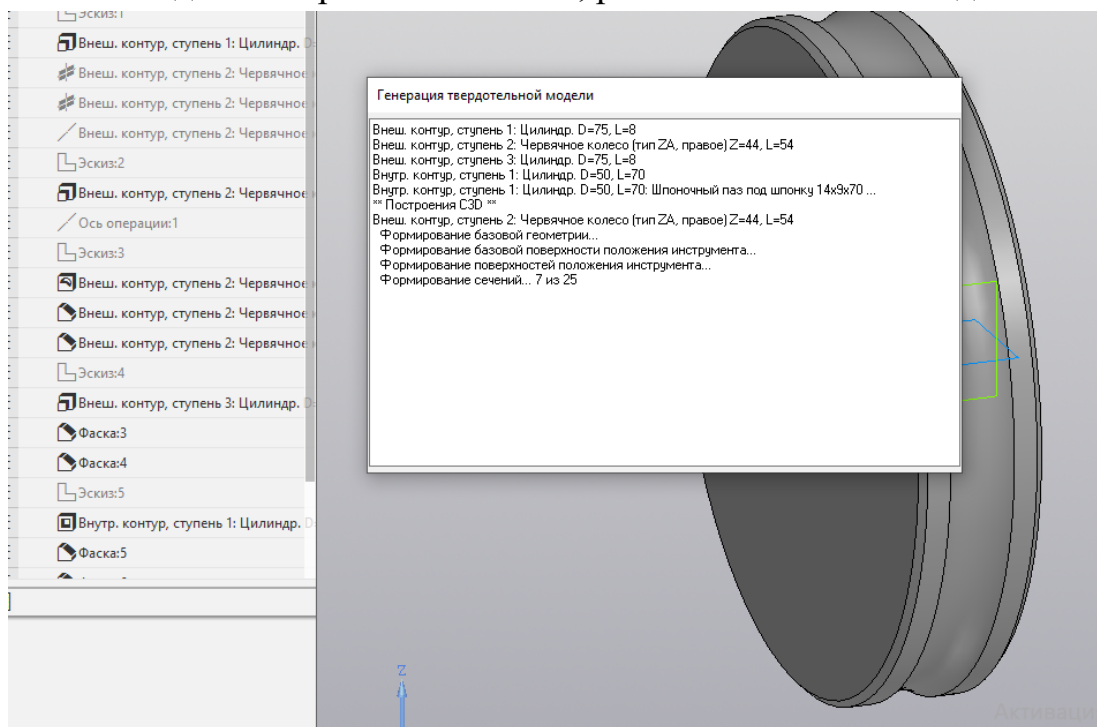


Рисунок 45 - Ход генерации твердотельной модели

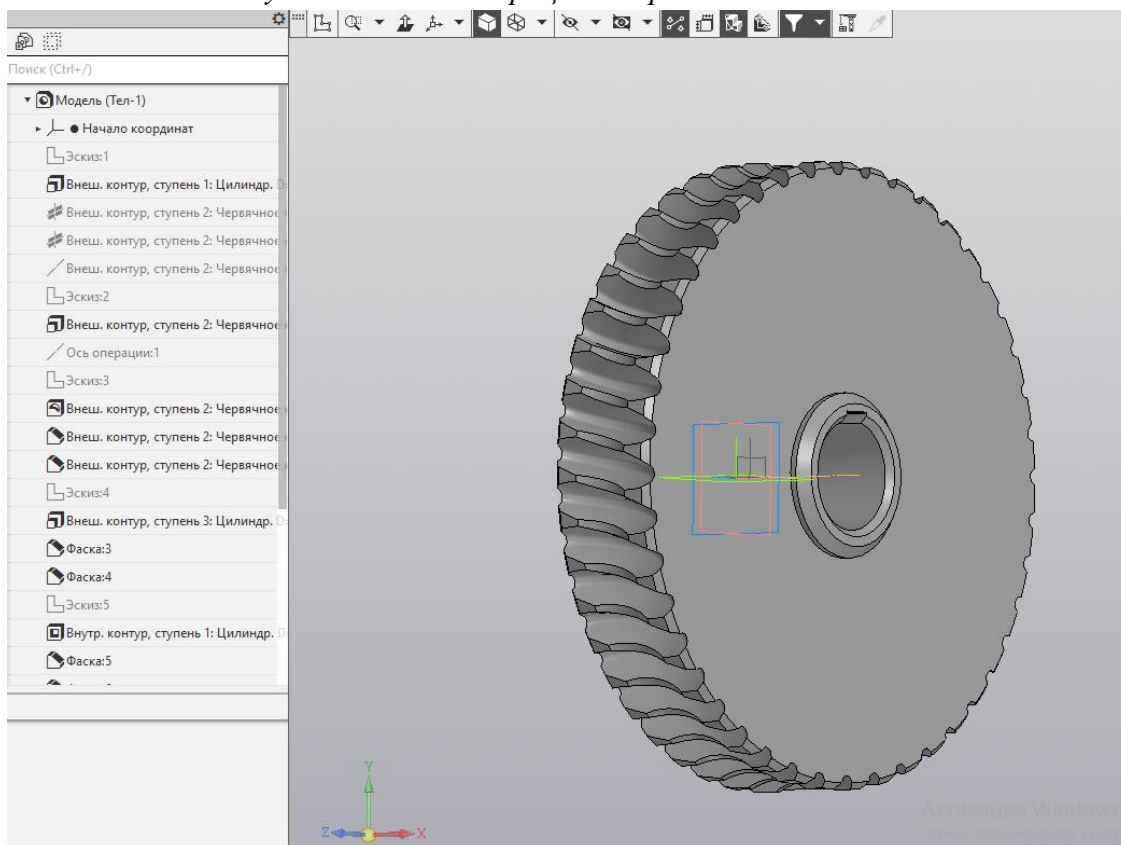



Рисунок 46 - Результат генерации твердотельной модели червячного колеса

4. Построение остальных конструктивных элементов червячного колеса.

- Для построения вырезов диаметром 210 мм в диске червячного колеса, выберите плоскую грань, как показано на рисунке 47, и перейдите в режим эскиза, нажав кнопку *Эскиз* .

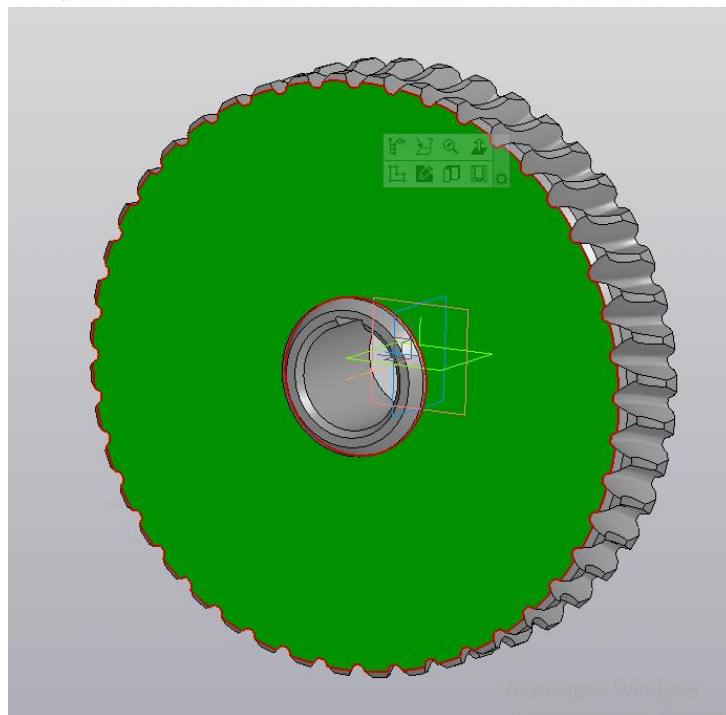



Рисунок 47 - Выбор плоской грани колеса

- На панели инструментов *Геометрия* выберите команду *Окружность*. Постройте две окружности $\varnothing 210$ мм и $\varnothing 75$ мм с центром в начале координат (рисунок 48). Выйдите из режима эскиза, повторно нажав кнопку *Эскиз* .

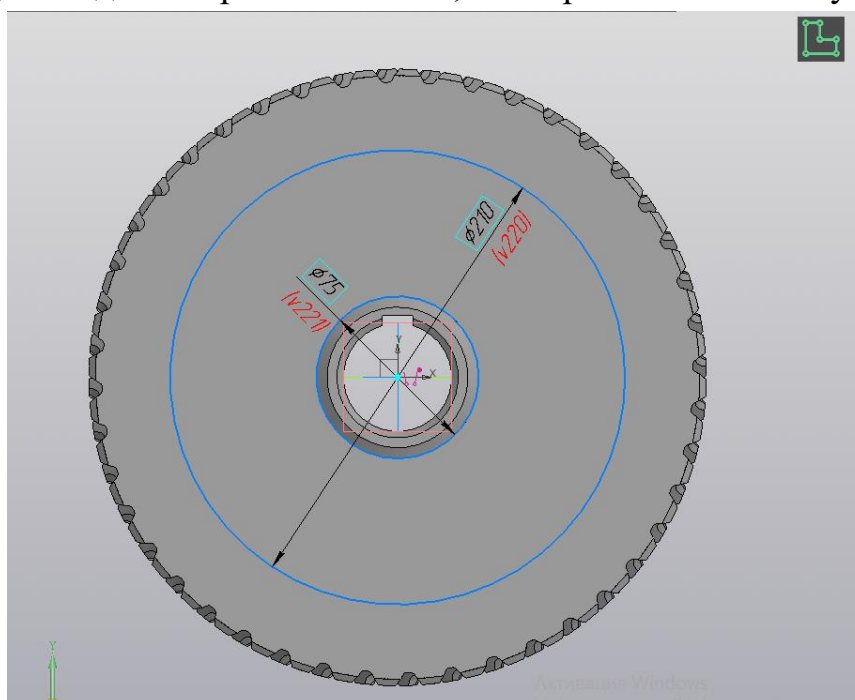



Рисунок 48 - Построение эскиза на плоской грани червячного колеса

- На панели инструментов *Элементы тела* выберите кнопку *Вырезать выдавливанием*. В окне *Параметры* введите расстояние 17 мм и нажмите кнопку *Создать* . Результат построения показан на рисунке 49.

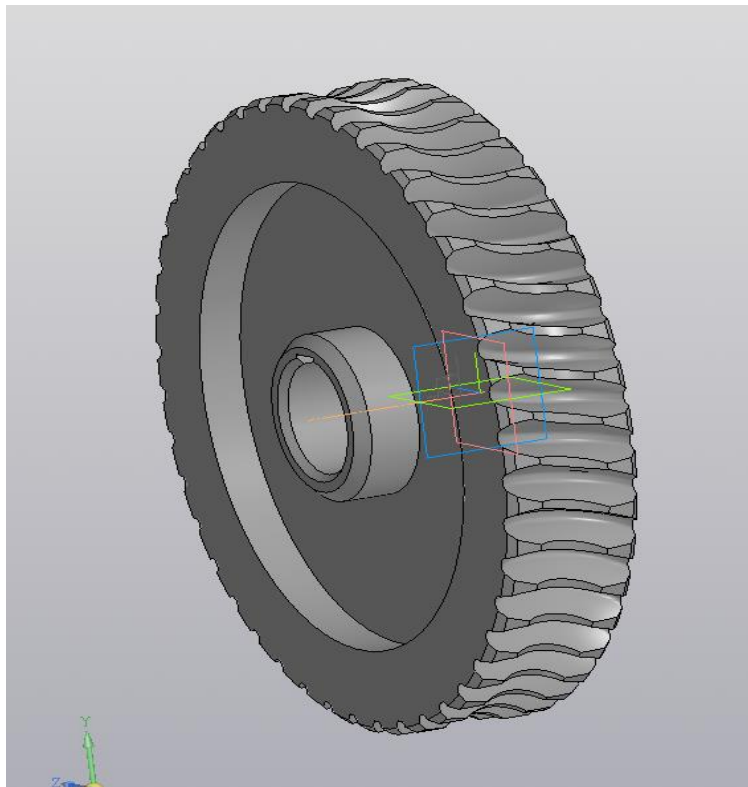



Рисунок 49 - Результат построения выреза в диске червячного колеса

- На панели инструментов *Элементы тела* выберите кнопку *Скругление*. В окне *Параметры* введите радиус 8 мм и в окне модели укажите круглые ребра, как показано на рисунке 50. Нажмите кнопку *Создать* . Результат построения показан на рисунке 51.

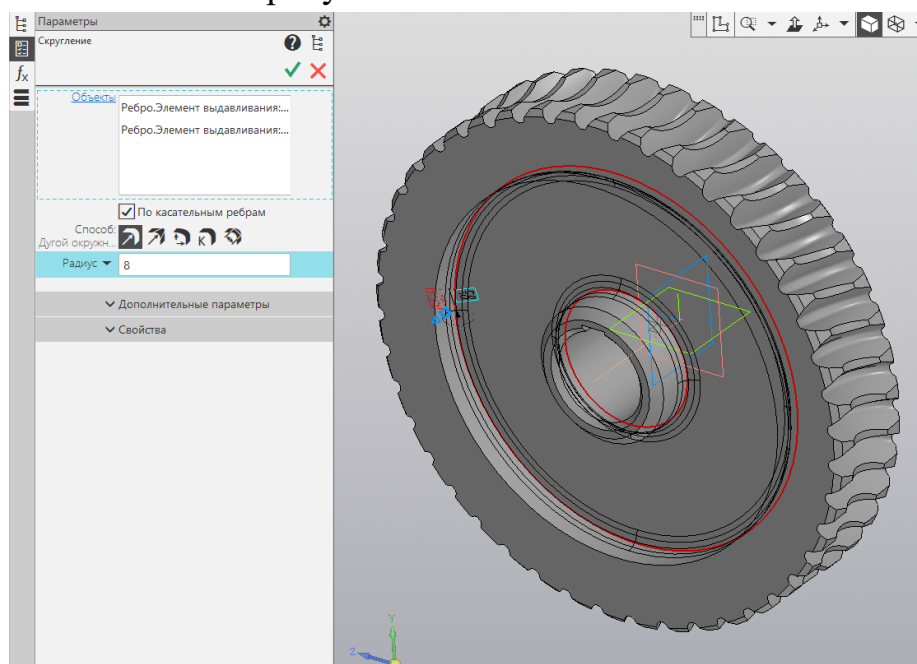


Рисунок 50 - Ввод параметров скругления и выбор круглых ребер

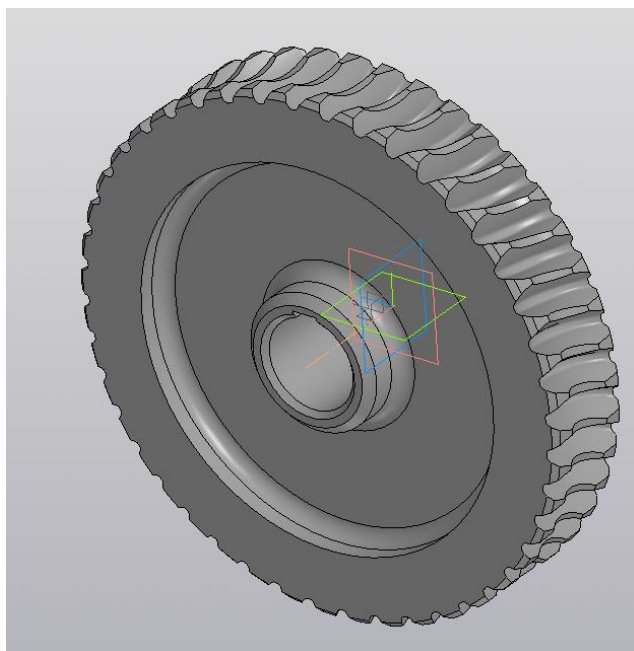



Рисунок 51 - Результат создания скруглений радиусом 8 мм

- Для создания симметричного выреза с противоположной стороны в диске червячного колеса можно воспользоваться командой *Зеркальный массив*. Если ни одна из стандартных плоскостей не совпадает с нужной нам плоскостью симметрии колеса, необходимо создать дополнительную вспомогательную плоскость.

- Для создания плоскости симметрии колеса на панели инструментов *Вспомогательные объекты* выберите команду *Смещенная плоскость*. В окне модели выберите стандартную плоскость ZY, а в окне параметры введите расстояние 35 мм и выберите необходимое направление смещения. Нажмите кнопку *Создать* . Появится дополнительная плоскость, совпадающая с плоскостью симметрии колеса (рисунок 52).

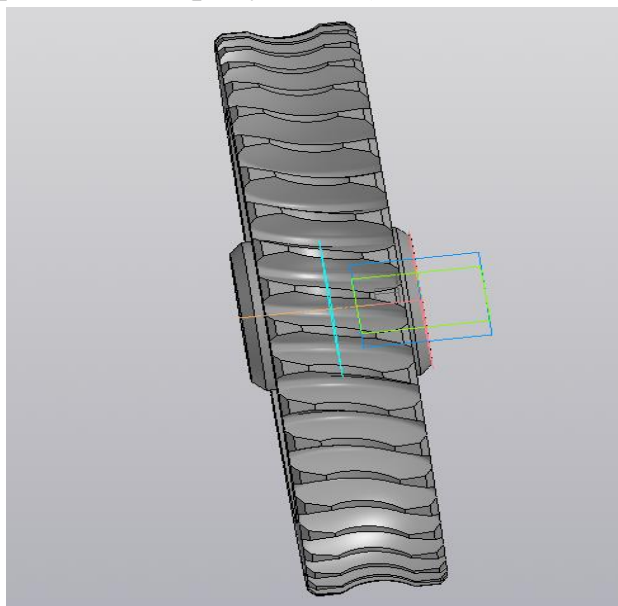


Рисунок 52 - Создание дополнительной плоскости

- Выберите на панели инструментов *Массив, копирование* команду *Зеркальный массив* (рисунок 53). В окне модели укажите элементы для копирования, как показано на рисунке 54.

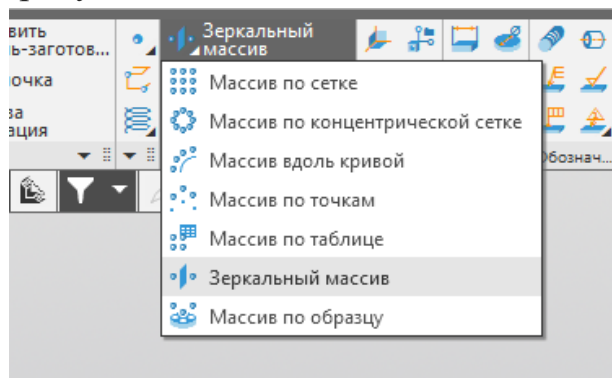


Рисунок 53 - Выбор команды *Зеркальный массив*

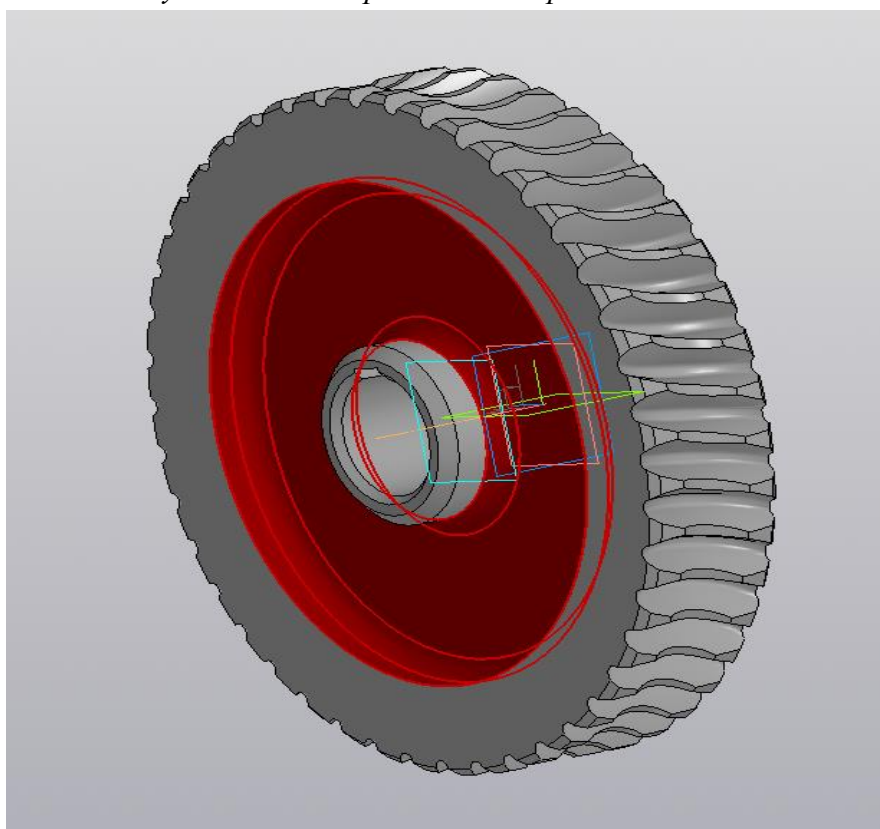


Рисунок 54 - Выбор элементов для копирования

- Укажите плоскость симметрии – вспомогательную плоскость, которую создали ранее. С противоположной стороны колеса появится симметричный вырез.

Готовая 3D-модель червячного колеса показана на рисунке 55. Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, под именем «Колесо червячное.m3d» в папку, указанную преподавателем.

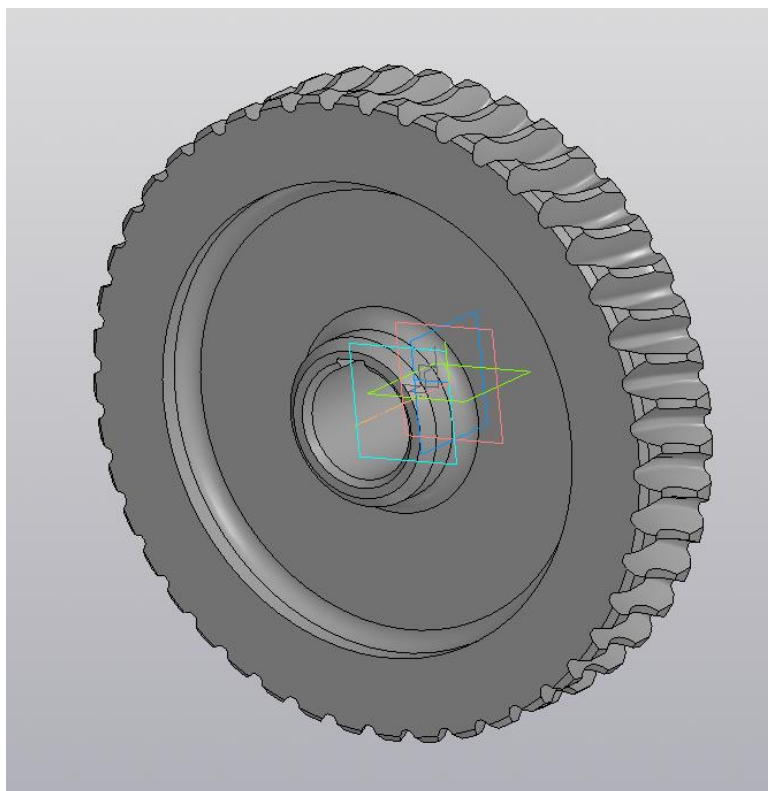


Рисунок 55 - Готовая 3D-модель червячного колеса

Задание 1 для самоконтроля: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 5, построить трехмерную модель детали «Колесо червячное» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 2D». Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, под именем «Колесо червячное.m3d» в папку, указанную преподавателем.

Задание 2 для самоконтроля: по чертежу, представленному в ПРИЛОЖЕНИИ 6, построить трехмерную модель детали «Колесо зубчатое коническое» в КОМПАС-3D v21, используя библиотеку «Валы и механические передачи 2D». Сохраните отчет, содержащий готовую 3D-модель, под именем «Колесо зубчатое коническое.m3d» в папку, указанную преподавателем.

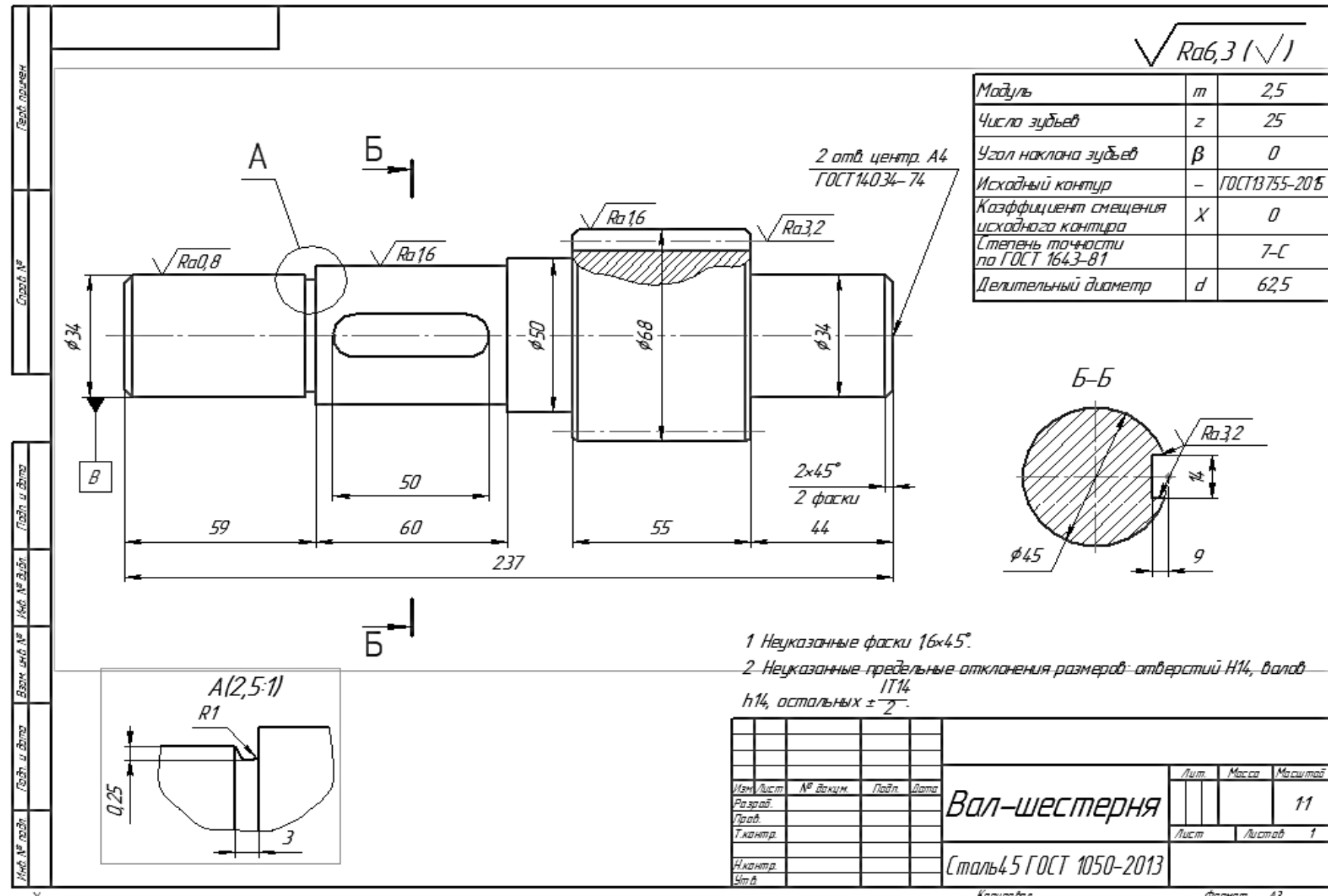
Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена система «Валы и механические передачи 2D»?
2. Какие элементы позволяет создавать Библиотека «Валы и механические передачи 2D»?
3. Какие расчеты могут быть выполнены в процессе создания 3D-модели?

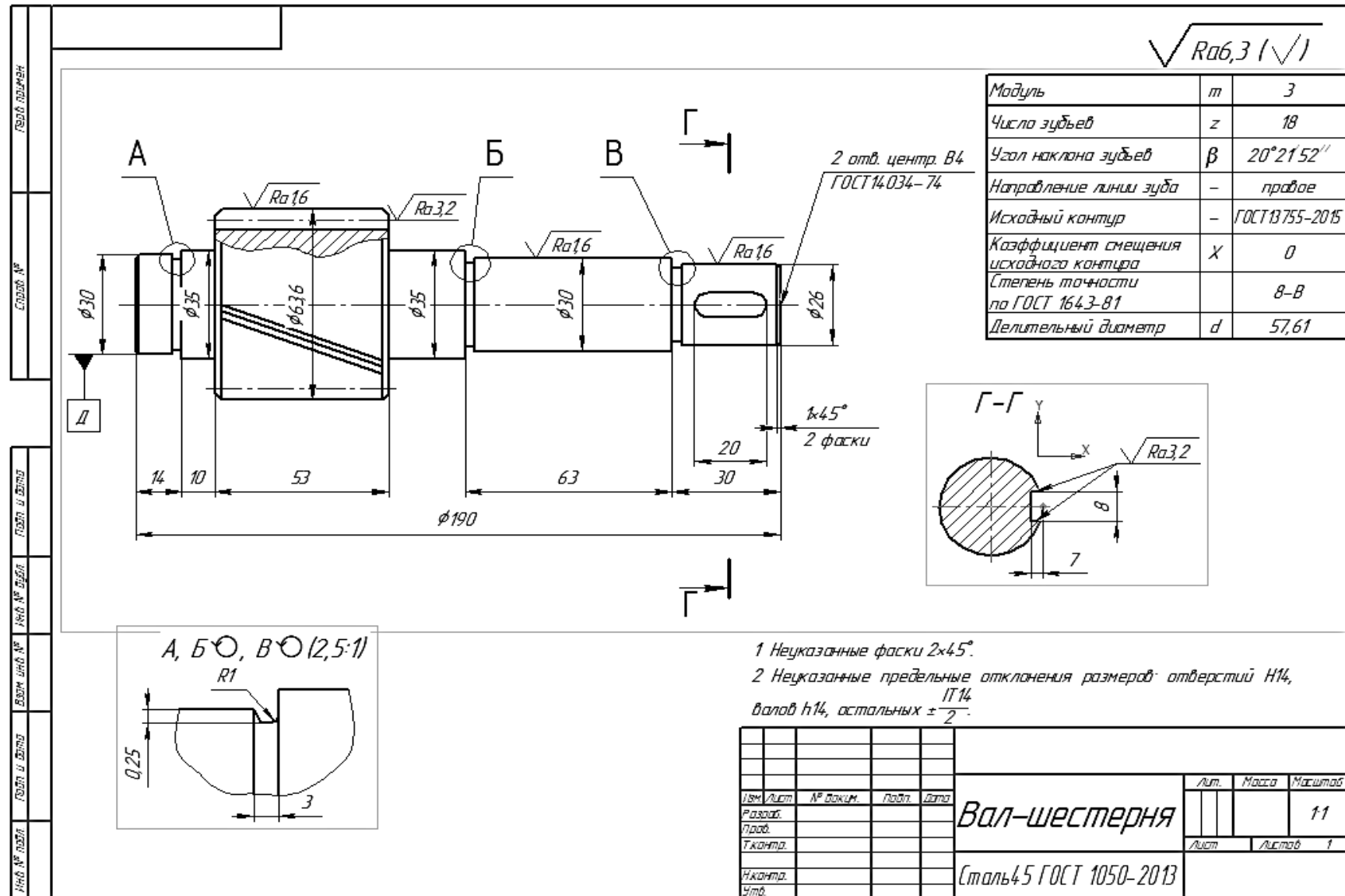
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Валы и механические передачи 3D. Дополнительный модуль : Руководство пользователя / ООО «АСКОН – Системы проектирования», 2020. – 171 с. – URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2020/Валы%20и%20механические%20передачи%203D/Руководство%20пользователя.%20Валы%20и%20механические%20передачи%203D.%20Дополнительный%20модуль.pdf (дата обращения: 03.10.2023). – текст : электронный.
2. КОМПАС - 3D LT V 21 : система трехмерного моделирования [для домашнего моделирования и учебных целей] : электронная программа / разработчик «АСКОН». – Москва : 1С, 2021. – Заглавие с титульного экрана. – URL: <https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/> (дата обращения: 03.10.2023). – текст : электронный.
3. Основные приемы трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц : учебный сайт. – URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2021/АзбукаКОМПАС-3D.pdf (дата обращения: 03.10.2023). – текст : электронный.
4. Чагина, А.В. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий v 17 и выше : учебное пособие / А.В. Чагина, В.П. Большаков. – Санкт-петербург, 2021. – 256 с.

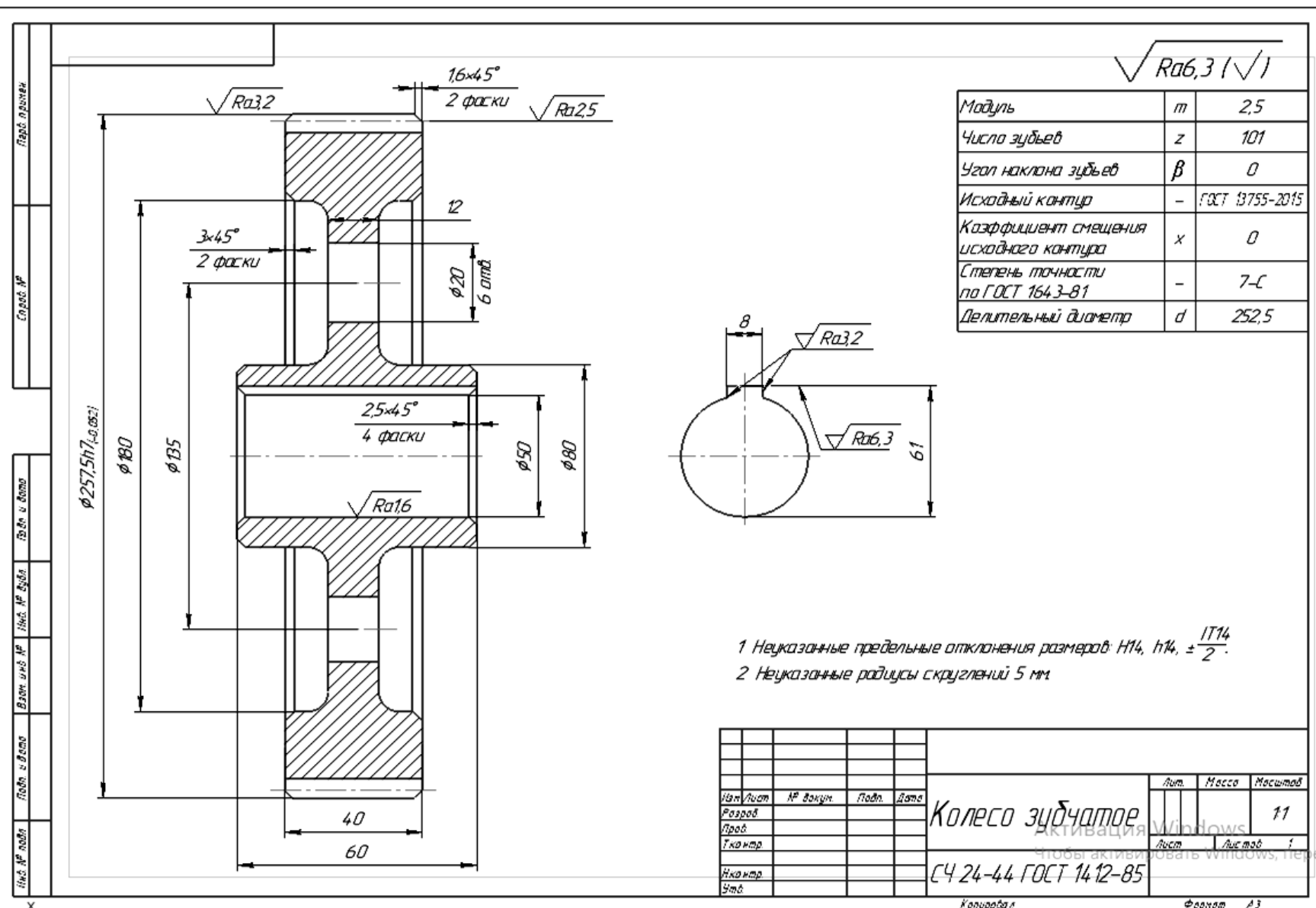
ПРИЛОЖЕНИЕ 1



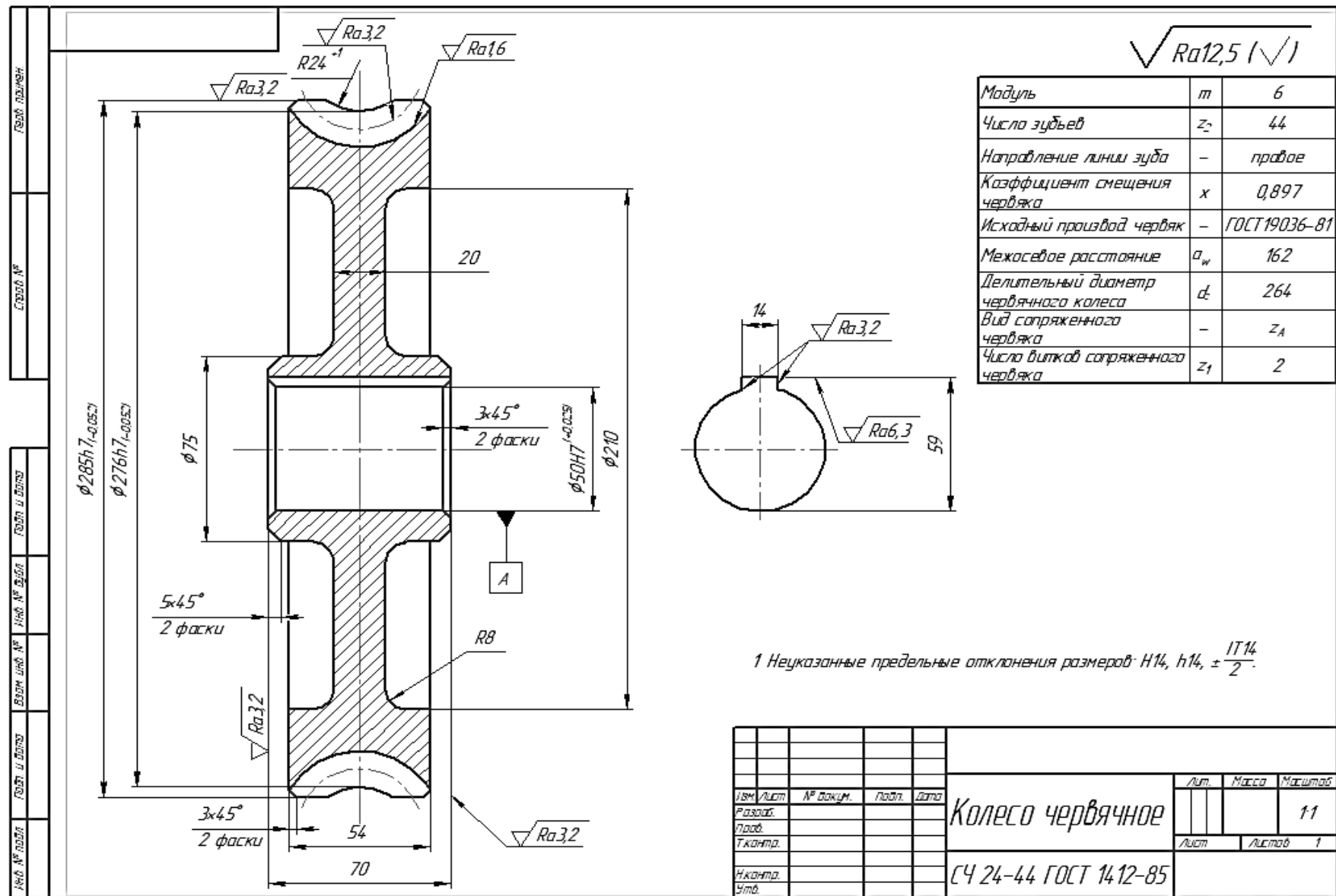
ПРИЛОЖЕНИЕ 2



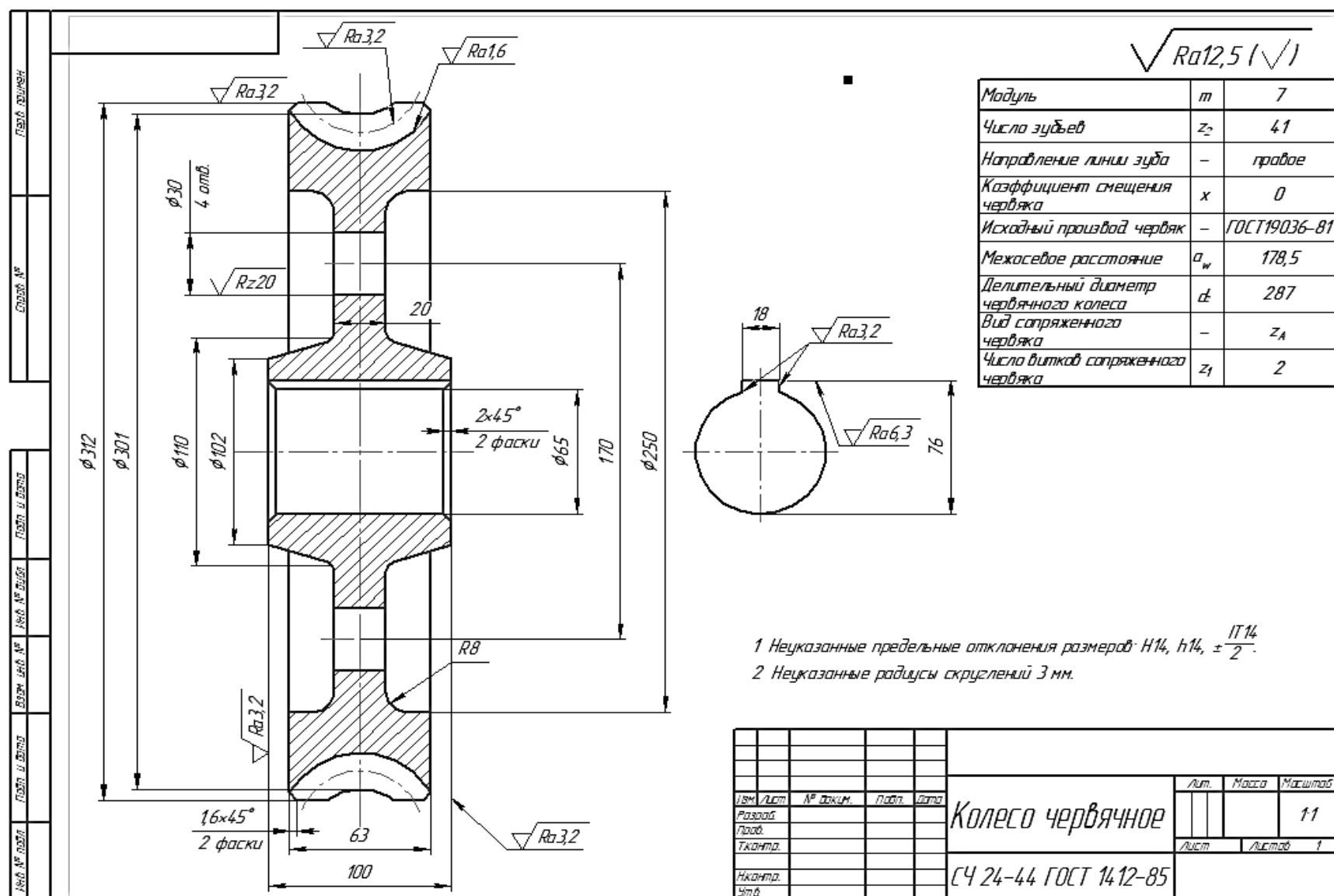
ПРИЛОЖЕНИЕ 3



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

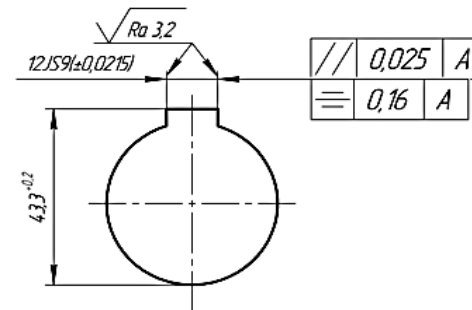
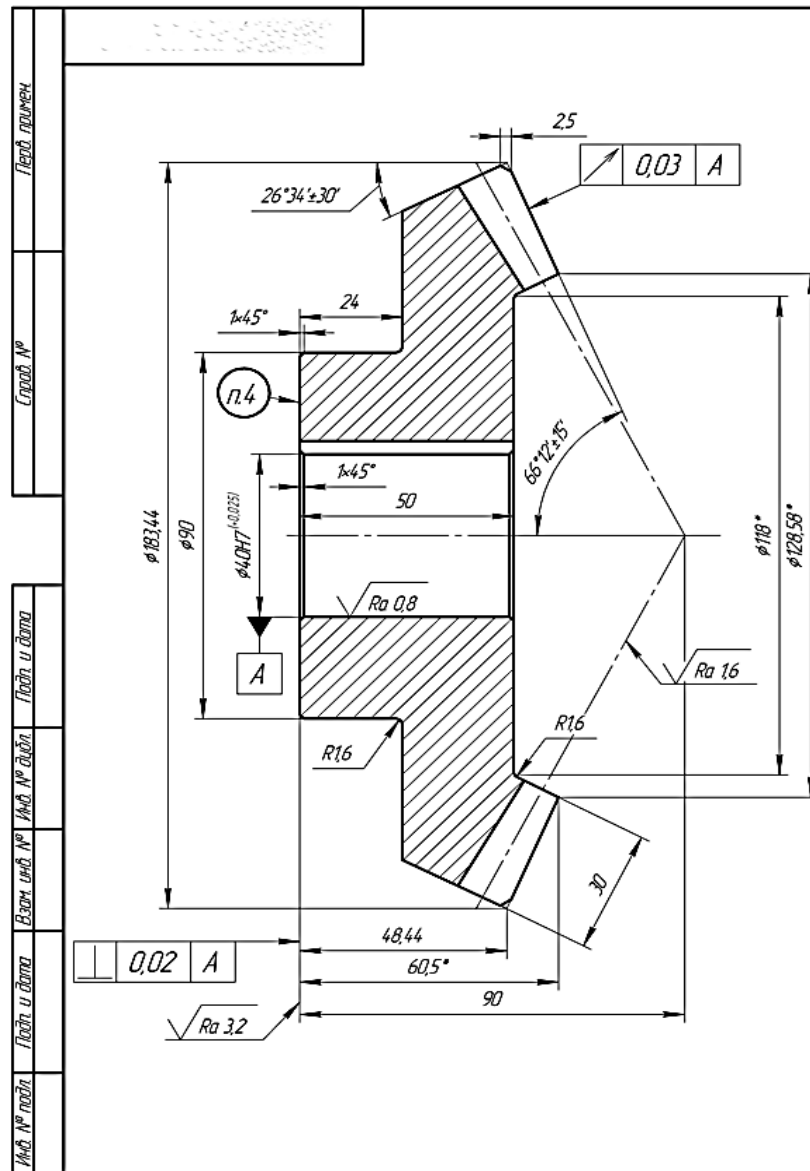


ПРИЛОЖЕНИЕ 5



1 Неуказанные предельные отклонения размеров: Н14, h14, ± IT14.
2 Неуказанные радиусы скруглений 3 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6



1. 248...293 НВ.
2. Н14, н14, $\frac{IT14}{2}$.
3. * Размеры для справок.
4. Маркировать ДП 151901.1120.00.01

Внешний окружной модуль	m_e	5
Число зубьев	z	36
Тип зуба	—	прямой
Исходный контур	—	ГОСТ 13754-81
Коэффициент смещения	X_e	-0,23
Коэффициент изменения толщины зуба	X_f	0
Степень точности	—	8-D
Постоянная хорда	S_c	$7,02_{-0,16}^{+0,06}$
Высота до постоянной хорды	h_c	3,88
Межосевой угол передачи	Σ	90°
Средний окружной модуль	m_m	4,25
Внешнее окружное расстояние	R_e	100,62
Среднее конусное расстояние	R_m	85,62
Средний делительный диаметр	d_m	153,17
Угол конуса впадин	δ_i	59°22'
Внешняя высота зуба	h_e	11

[illegible]

