

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«21» февраля 2023 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.02

Технологии 3D-моделирования машиностроительных изделий

Учебный план: 2023-2024 15.04.02 ИИТА КИТМ ОО №2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг технологических машин
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
1	УП	17	17	83	27	4	Экзамен
	РПД	17	17	83	27	4	
Итого	УП	17	17	83	27	4	
	РПД	17	17	83	27	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Анашкина Е.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

Марковец Алексей
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Марковец Алексей
Владимирович

Методический отдел: Макаренко С.В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области компьютерного проектирования машиностроительных изделий с широким использованием возможностей 3D-моделирования

1.2 Задачи дисциплины:

Объяснить функционал пакетов автоматизированного проектирования машиностроительных изделий

Показать преимущества использования машиностроительной библиотеки пакета КОМПАС-3D в процессе проектирования механических передач с оптимальными параметрами надежности и работоспособности

Привить навыки использования в процессе проектирования машиностроительных изделий справочников пакета КОМПАС-3D «Корпоративный Справочник Материалы и Сортаменты», «Стандартные изделия»

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен сопровождать жизненный цикл продукции машиностроения

Знать: прикладной инструментарий твердотельного параметрического моделирования, принципы создания сборок

Уметь: оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области разработки электронной модели изделия, создания сборок

Владеть: инструментами твердотельного параметрического моделирования и создания сопряжений между компонентами сборок

ПК-2: Способен исследовать производство и формировать предложения по его совершенствованию

Знать: передовые отечественные и зарубежные технологии 3D моделирования машиностроительных изделий; методологию проектирования машиностроительной продукции по типу “сверху-вниз” с применением принципов распределения заданий участникам проекта

Уметь: применять в процессе компьютерного проектирования машиностроительных изделий методологию проектирования “сверху-вниз” с использованием инструментов компоновочной геометрии; корректировать параметры твердотельных моделей

Владеть: навыками создания чертежей и спецификаций ассоциированных с моделями деталей и сборок

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Приемы эффективной работы в автоматизированной системе КОМПАС. Исполнения в деталях и сборочных единицах.	1					О
Тема 1. Исполнения в деталях и сборочных единицах. Создание исполнений в детали и сборке. Оформление чертежа и спецификации. Оформление чертежа и спецификации для модели «Контактный элемент». Практическое занятие: Исполнения в деталях и сборочных единицах		1	1	3		
Тема 2. Группы компонентов. Модель «Редуктор». Работа с группами компонентов. Групповая спецификация. Практическое занятие: Группы компонентов		1	1	4		
Тема 3. Практическое занятие: Создание исполнений детали по индивидуальному заданию			3	6	ГД	
Раздел 2. Создание твердотельных параметрических моделей в КОМПАС. Учет допусков в модели.						
Тема 4. Модель «Корпус с крышкой». Задание допусков. Создание сборки с учетом допусков. Проверка собираемости сборки. Практическое занятие: Задание допусков в 3D-моделях		2	2	4		
Тема 5. Модель «Ротор». Создание сборки «Ротор» с учетом допусков. Проверка собираемости сборки «Ротор». Практическое занятие: Создание сборки «Ротор» с учетом допусков		2	4	6		
Тема 6. Создание комплекта конструкторской документации для сборки "Ротор". Практическое занятие: Создание комплекта конструкторской документации для сборки		1	2	8	ГД	
Раздел 3. Оптимальное проектирование механизмов.						
Тема 7. Создания компоновочной геометрии рычажного механизма по результатам оптимального синтеза в MATLAB. Практическое занятие: Создание компоновочной геометрии		2	1	10		
Тема 8. Создание в КОМПАС сборки "Шарнирный четырехзвенник" по методике проектирования «Сверху вниз» с предварительной компоновкой. Практическое занятие: Методика проектирования "сверху-вниз" с предварительной компоновкой	2	1	12			

Тема 9. Создание комплекта конструкторской документации на сборку "Шарнирный четырехзвенник". Практическое занятие: Создание комплекта конструкторской документации с применением компоновочной геометрии	2	1	8	ГД	
Раздел 4. Методики проектирования сборок. Коллективная работа в КОМПАС					
Тема 10. Методика «Снизу вверх» с размещением компонентов. Создание сборки и вставка в сборку компоновочной геометрии. Создание и начало разработки под сборки. Рабочая часть. Создание детали в составе под сборки. Создание деталей в контексте сборки.	1		8		О
Тема 11. Коллективная работа над сборкой. Модель «Фиксатор»	1		6		
Тема 12. Проектирование механических передач с использованием приложения «Валы и механические передачи» в КОМПАС. Расчет цилиндрической шестерни с внешними зубьями. Расчет рейки. Практическое занятие: Проектирование механических передач	2	1	8	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	83		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	36,5		107,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	<p>Характеризует методологию проектирования изделий машиностроения на основе использования приемов 3D-моделирования по типу "сверху-вниз" с учетом возможности коллективной работы.</p> <p>Создает исполнения деталей и сборочных единиц в САПР КОМПАС. Выполняет анализ сборок с учетом допусков.</p> <p>Применяет приемы 3D-моделирования изделий в процессе проектирования по типу "сверху-вниз" с использованием инструмента "компоновочная геометрия"</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированное задание</p>
ПК-1	<p>Характеризует особенности интерфейса пакета КОМПАС-3D, перечисляет особенности применения параметрического моделирования</p> <p>Обоснованно выбирает параметры операций в процессе 3D-моделирования машиностроительных изделий с применением принципов параметрического моделирования.</p> <p>Формирует конструкторскую документацию с использованием инструментов 3D-моделирования</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированное задание</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Коллективная работа над сборкой
2	Проектирование сверху вниз с преобразованием тел в компоненты.
3	Проектирование снизу вверх с предварительной компоновкой.
4	Проектирование снизу вверх с размещением компонентов
5	Управление сборкой через таблицу переменных
6	Исполнения. Создание исполнений в детали и сборке.
7	Исполнения. Оформление чертежа и спецификации.
8	Учет допусков в модели. Задание допусков.
9	Учет допусков в модели. Создание сборки с учетом допусков.
10	Учет допусков в модели. Проверка собираемости сборки.
11	Создание зеркальной сборки.
12	Компоновочная геометрия рычажного механизма
13	Нисходящее проектирование рычажного механизма по заданной компоновочной геометрии
14	Расчет механических передач с использованием приложения «Валы и механические передачи» в КОМПАС
15	Создание 3D моделей элементов механических передач с использованием приложения «Валы и механические передачи» в КОМПАС

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении к данной РГД

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в компьютерном классе с установленным программным обеспечением САПР КОМПАС 3D и справочником «Материалы и Сортаменты». Возможно пользоваться словарями, справочниками, иными материалами. Время на подготовку теоретического вопроса 30 мин, на выполнение индивидуального задания 45 мин.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Кузьменко, С. В., Шередекин, В. В., Заболотная, А. А.	Использование системы КОМПАС-3D для конструирования сборочных чертежей узлов	Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого	2016	http://www.iprbookshop.ru/72827.html
Самойлова, Е. М., Виноградов, М. В.	Цифровизация проектирования	Саратов: Ай Пи Ар Медиа	2019	http://www.iprbookshop.ru/86706.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Беляев, А. Н., Шередекин, В. В., Кузьменко, С. В., Заболотная, А. А., Шередекин, В. В.	Системы автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум	Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого	2016	http://www.iprbookshop.ru/72747.html
Ганин, Н. Б.	Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13	Саратов: Профобразование	2019	http://www.iprbookshop.ru/88006.html
Анашкина Е. В.	Компьютерные технологии расчетов и проектирования в машиностроении. Практические занятия	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020248

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
информационный портал системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. URL: <https://ascon.ru/products/7/training/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления КОМПАС-3D

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины

Технологии 3D-моделирования машиностроительных изделий

наименование дисциплины

по направлению подготовки
наименование ОП (профиля):

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Компьютерный инжиниринг технологических машин

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

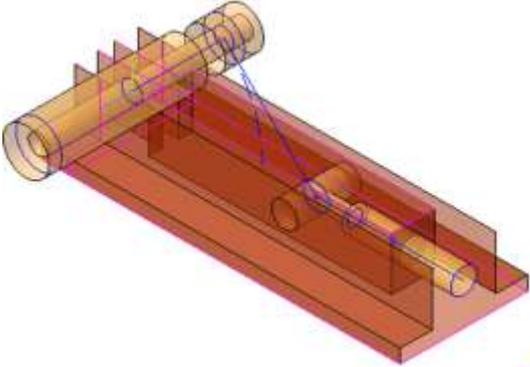
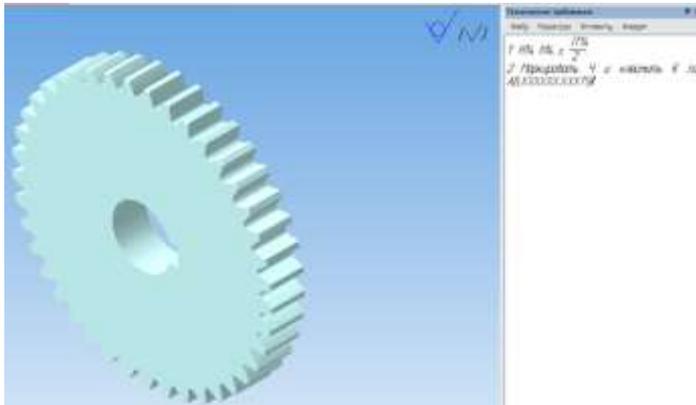
№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)																																																																																																																																																
Семестр 1																																																																																																																																																	
1	<p>Для последующей проработки отдельных деталей и элементов конструкции в КОМПАС-3D, создать компоновочную геометрию кривошипно-ползунного механизма. Учесть возможность распределения заданий отдельным участникам процесса проектирования машиностроительного изделия.</p> 																																																																																																																																																
2	<p>Выполнить геометрический расчет механической передачи с заданными параметрами (передаваемой мощности, передаточным отношением и др).</p> <p>Таблица 1. Геометрический расчет конической передачи с прямыми зубьями</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Наименование и обозначение параметра</th> <th>Обозначение</th> <th>Единица</th> <th>Значение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Исходные данные</td> </tr> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>Z_1, Z_2</td> <td></td> <td>23 45</td> </tr> <tr> <td>Внешний окружной диаметр, мм</td> <td>d_{e1}, d_{e2}</td> <td>мм</td> <td>80 144</td> </tr> <tr> <td>Модуль шестерни</td> <td>m</td> <td>мм</td> <td>3,6</td> </tr> <tr> <td>Исходный модуль</td> <td>m_0</td> <td>мм</td> <td>ГОСТ 13754-81</td> </tr> <tr> <td>Угол профиля исходного контура</td> <td>α</td> <td>град</td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент вылета головки зуба исходного контура</td> <td>x_1^*</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент радиального зазора исходного контура</td> <td>y^*</td> <td></td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент радиуса кривизны вершины кривой в стандартной головке зуба исходного контура</td> <td>ρ^*</td> <td>мм</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>Внешний диаметр венца, мм</td> <td>d_e</td> <td>мм</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент смещения исходного контура</td> <td>x</td> <td></td> <td>+0,31 -0,31</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент компенсации раската зубья исходного контура</td> <td>x_c</td> <td></td> <td>0 0</td> </tr> <tr> <td>Радиус закругления вершины венца, мм</td> <td>$r_{\text{вн}}$</td> <td>мм</td> <td>1,024</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td>TC</td> <td></td> <td>7-C 7-C</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Средние значения параметров</td> </tr> <tr> <td>Число зубьев эквивалентного колеса</td> <td>Z_e</td> <td></td> <td>31,43</td> </tr> <tr> <td>Внешнее окружное расстояние, мм</td> <td>d_{e2}</td> <td>мм</td> <td>134,288</td> </tr> <tr> <td>Среднее окружное расстояние, мм</td> <td>d</td> <td>мм</td> <td>121,789</td> </tr> <tr> <td>Средний окружной модуль, мм</td> <td>m</td> <td>мм</td> <td>5,126</td> </tr> <tr> <td>Средний диаметальный диаметр, мм</td> <td>d_f</td> <td>мм</td> <td>117,376 226,701</td> </tr> <tr> <td>Внутренний диаметальный диаметр, мм</td> <td>d_i</td> <td>мм</td> <td>4,28</td> </tr> <tr> <td>Угол диаметального зазора</td> <td>β</td> <td>град</td> <td>28°31'54" 87°26'26"</td> </tr> <tr> <td>Передаточное число</td> <td>i</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Внешнее выстояние головки зуба, мм</td> <td>d_{e1}</td> <td>мм</td> <td>7,86 4,16</td> </tr> <tr> <td>Внешнее выстояние венца зуба, мм</td> <td>d_{e2}</td> <td>мм</td> <td>5,34 9,86</td> </tr> <tr> <td>Внешнее выстояние венца, мм</td> <td>d_{e3}</td> <td>мм</td> <td>13,2 13,2</td> </tr> <tr> <td>Внешнее выстояние головки венца, мм</td> <td>d_{e4}</td> <td>мм</td> <td>16,774 6,871</td> </tr> <tr> <td>Угол вылета зуба</td> <td>α_1</td> <td>град</td> <td>17°58'52" 27°21'38"</td> </tr> <tr> <td>Угол вылета венца</td> <td>α_2</td> <td>град</td> <td>27°21'38" 17°58'52"</td> </tr> <tr> <td>Угол закрутки венца</td> <td>β_1</td> <td>град</td> <td>28°56'32" 89°26'32"</td> </tr> <tr> <td>Угол закрутки венца</td> <td>β_2</td> <td>град</td> <td>28°56'32" 89°26'32"</td> </tr> <tr> <td>Внутренний диаметальный диаметр, мм</td> <td>d_{f1}</td> <td>мм</td> <td>1,38 276</td> </tr> <tr> <td>Внешний диаметр окружного зубья, мм</td> <td>d_{f2}</td> <td>мм</td> <td>152,86 276,703</td> </tr> <tr> <td>Внешний диаметр окружного венца, мм</td> <td>d_{f3}</td> <td>мм</td> <td>158 276</td> </tr> <tr> <td>Расстояние от вершины до плоскости вылета окружного венца, мм</td> <td>Z</td> <td>мм</td> <td>134,488 63,297</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование и обозначение параметра	Обозначение	Единица	Значение	Исходные данные				Число зубьев	Z_1, Z_2		23 45	Внешний окружной диаметр, мм	d_{e1}, d_{e2}	мм	80 144	Модуль шестерни	m	мм	3,6	Исходный модуль	m_0	мм	ГОСТ 13754-81	Угол профиля исходного контура	α	град	20°	Коэффициент вылета головки зуба исходного контура	x_1^*		0	Коэффициент радиального зазора исходного контура	y^*		0,2	Коэффициент радиуса кривизны вершины кривой в стандартной головке зуба исходного контура	ρ^*	мм	0,3	Внешний диаметр венца, мм	d_e	мм	45	Коэффициент смещения исходного контура	x		+0,31 -0,31	Коэффициент компенсации раската зубья исходного контура	x_c		0 0	Радиус закругления вершины венца, мм	$r_{\text{вн}}$	мм	1,024	Степень точности	TC		7-C 7-C	Средние значения параметров				Число зубьев эквивалентного колеса	Z_e		31,43	Внешнее окружное расстояние, мм	d_{e2}	мм	134,288	Среднее окружное расстояние, мм	d	мм	121,789	Средний окружной модуль, мм	m	мм	5,126	Средний диаметальный диаметр, мм	d_f	мм	117,376 226,701	Внутренний диаметальный диаметр, мм	d_i	мм	4,28	Угол диаметального зазора	β	град	28°31'54" 87°26'26"	Передаточное число	i		2	Внешнее выстояние головки зуба, мм	d_{e1}	мм	7,86 4,16	Внешнее выстояние венца зуба, мм	d_{e2}	мм	5,34 9,86	Внешнее выстояние венца, мм	d_{e3}	мм	13,2 13,2	Внешнее выстояние головки венца, мм	d_{e4}	мм	16,774 6,871	Угол вылета зуба	α_1	град	17°58'52" 27°21'38"	Угол вылета венца	α_2	град	27°21'38" 17°58'52"	Угол закрутки венца	β_1	град	28°56'32" 89°26'32"	Угол закрутки венца	β_2	град	28°56'32" 89°26'32"	Внутренний диаметальный диаметр, мм	d_{f1}	мм	1,38 276	Внешний диаметр окружного зубья, мм	d_{f2}	мм	152,86 276,703	Внешний диаметр окружного венца, мм	d_{f3}	мм	158 276	Расстояние от вершины до плоскости вылета окружного венца, мм	Z	мм	134,488 63,297
Наименование и обозначение параметра	Обозначение	Единица	Значение																																																																																																																																														
Исходные данные																																																																																																																																																	
Число зубьев	Z_1, Z_2		23 45																																																																																																																																														
Внешний окружной диаметр, мм	d_{e1}, d_{e2}	мм	80 144																																																																																																																																														
Модуль шестерни	m	мм	3,6																																																																																																																																														
Исходный модуль	m_0	мм	ГОСТ 13754-81																																																																																																																																														
Угол профиля исходного контура	α	град	20°																																																																																																																																														
Коэффициент вылета головки зуба исходного контура	x_1^*		0																																																																																																																																														
Коэффициент радиального зазора исходного контура	y^*		0,2																																																																																																																																														
Коэффициент радиуса кривизны вершины кривой в стандартной головке зуба исходного контура	ρ^*	мм	0,3																																																																																																																																														
Внешний диаметр венца, мм	d_e	мм	45																																																																																																																																														
Коэффициент смещения исходного контура	x		+0,31 -0,31																																																																																																																																														
Коэффициент компенсации раската зубья исходного контура	x_c		0 0																																																																																																																																														
Радиус закругления вершины венца, мм	$r_{\text{вн}}$	мм	1,024																																																																																																																																														
Степень точности	TC		7-C 7-C																																																																																																																																														
Средние значения параметров																																																																																																																																																	
Число зубьев эквивалентного колеса	Z_e		31,43																																																																																																																																														
Внешнее окружное расстояние, мм	d_{e2}	мм	134,288																																																																																																																																														
Среднее окружное расстояние, мм	d	мм	121,789																																																																																																																																														
Средний окружной модуль, мм	m	мм	5,126																																																																																																																																														
Средний диаметальный диаметр, мм	d_f	мм	117,376 226,701																																																																																																																																														
Внутренний диаметальный диаметр, мм	d_i	мм	4,28																																																																																																																																														
Угол диаметального зазора	β	град	28°31'54" 87°26'26"																																																																																																																																														
Передаточное число	i		2																																																																																																																																														
Внешнее выстояние головки зуба, мм	d_{e1}	мм	7,86 4,16																																																																																																																																														
Внешнее выстояние венца зуба, мм	d_{e2}	мм	5,34 9,86																																																																																																																																														
Внешнее выстояние венца, мм	d_{e3}	мм	13,2 13,2																																																																																																																																														
Внешнее выстояние головки венца, мм	d_{e4}	мм	16,774 6,871																																																																																																																																														
Угол вылета зуба	α_1	град	17°58'52" 27°21'38"																																																																																																																																														
Угол вылета венца	α_2	град	27°21'38" 17°58'52"																																																																																																																																														
Угол закрутки венца	β_1	град	28°56'32" 89°26'32"																																																																																																																																														
Угол закрутки венца	β_2	град	28°56'32" 89°26'32"																																																																																																																																														
Внутренний диаметальный диаметр, мм	d_{f1}	мм	1,38 276																																																																																																																																														
Внешний диаметр окружного зубья, мм	d_{f2}	мм	152,86 276,703																																																																																																																																														
Внешний диаметр окружного венца, мм	d_{f3}	мм	158 276																																																																																																																																														
Расстояние от вершины до плоскости вылета окружного венца, мм	Z	мм	134,488 63,297																																																																																																																																														
3	<p>Выполнить расчет на прочность механической передачи с заданными параметрами (передаваемой мощности, передаточным отношением и др).</p>																																																																																																																																																

Таблица 1. Расчет на прочность при действии максимальной нагрузки цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления (по ГОСТ 21356-87)

Наименование и обозначение параметра		Ведущий колесо ¹	Ведомое ² колесо
Исходные данные			
Число зубьев	Z_1, Z_2	21	46
Модуль, мм	m_n	2	
Угол наклона зубьев на делительном диаметре	β	12°38'56"	
Угол профиля исходного контура	α	20°00'00"	
Ширина зубчатого венца, мм	b	28	25
Коэффициент смещения исходного контура	x	0	0
Степень точности	—	7-C	7-C
Вариант схемы расположения передач	—	1	
Марка материала	σ_H	Сталь 120Н3А ГОСТ 4543-71	
Твердость активных поверхностей зубьев, НВС	σ_{Hlim}	62	
Расчетная нагрузка (средний момент на ведущем колесе), Н*м	$T_{нп}$	60	
Частота вращения ведущего колеса, об/мин	n_1	1000	
Определенные параметры			
Окружная скорость и задаточное, м/с	v	3,7	
Расчет на контактную прочность			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{H\beta}$	1,662	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	$W_{H\beta}$	5,064	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	$K_{H\alpha}$	1,06	
Окружная сила на делительном диаметре, Н	$F_{H\beta}$	1658,114	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	$W_{H\alpha}$	192,579	
Расчетная контактная напряженность, МПа	$\sigma_{H\beta}$	654,631	
Допускаемая контактная напряженность, МПа	$\sigma_{H\beta lim}$	2728	2728
Коэффициент запаса по контактным напряжениям	S_H	4,165	4,165
Расчет на прочность при изгибе			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{F\beta}$	1,481	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	$W_{F\beta}$	7,086	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	$K_{F\alpha}$	1,089	
Окружная сила на делительном диаметре, Н	$F_{F\beta}$	1658,114	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	$W_{F\alpha}$	172,646	
Расчетное напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{F\beta}$	162,273	142,116
Допускаемое напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{F\beta lim}$	1626	1600
Коэффициент запаса по напряжениям изгиба	S_F	10,091	13,306

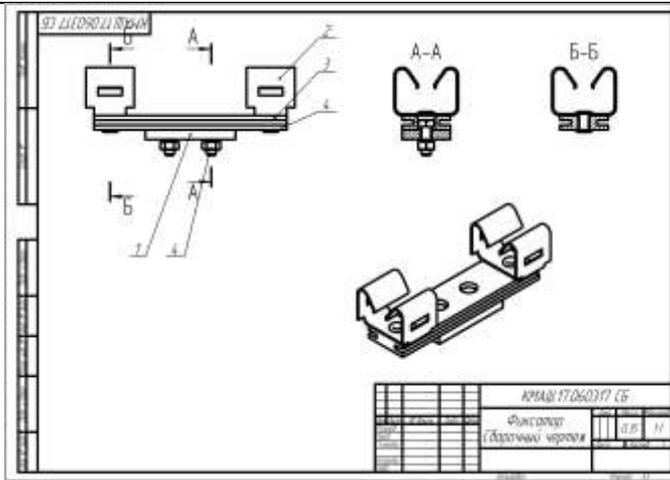
4

Создать электронную модель элемента механической (шестерни, шкива, червяка и т.п.) передачи, используя приложение «Валы и механические передачи». Задать свойства модели. Материал модели выбрать из справочника «Корпоративный Справочник Материалы и Сортаменты». Проставить производные размеры, добавить в модель неуказанную шероховатость и технические требования. Создать ассоциативный чертёж.



5

Добавить в электронную модель сборки стандартные изделия, используя данные справочника «Стандартные изделия». Задать свойства электронной модели. Проставить производные размеры, добавить в модель неуказанную шероховатость и технические требования. Создать ассоциативный чертёж.



6. Добавить в электронную модель сборки стандартные изделия, используя данные справочника «Стандартные изделия». Задать свойства электронной модели. Проставить производные размеры, добавить в модель неуказанную шероховатость и технические требования. Создать ассоциативную спецификацию.

Код	Обозначение	Наименование	Ал	Примечание
<i>Документация</i>				
01	КМШ.17.060317.СБ	Фиксатор. Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>				
01	1 КМШ.17.060317.01	Зажим	1	
01	2 КМШ.17.060317.02	Зажим	1	
01	3 КМШ.17.060317.03	Пластина	2	
<i>Стандартные изделия</i>				
01	4	Болт М6-6х18 ГОСТ 7798-70	2	
01	6	Гайка М6-6Н ГОСТ 5935-70	2	
01	4	Шайба 6/1 ГОСТ 6402-70	2	
01	6	Винт 6х22,32 ГОСТ 12638-80	2	
КМШ.17.060317				
Фиксатор				