



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

САЕ-СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Направление подготовки (специальность)
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы
Компьютерное моделирование и проектирование в машиностроении

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования 29.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук _____ М.Г. Слободянский

Рецензент:
гл. механик ООО НПЦ "Гальва" , канд. техн. наук _____ В.А. Русанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины является:

- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- овладение современными методами инженерных и научных расчетов

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина САЕ-системы в машиностроении входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения),

сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Моделирование в машиностроении

Проектирование металлоконструкций

Сопrotивление материалов

Информатика

Технология конструкционных материалов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины

будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Основы прототипирования технологических машин

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «САЕ-системы в машиностроении» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен выполнять работы по компьютерному моделированию, визуализации, презентации модели продукта (изделия) и (или) элемента промышленного дизайна
ПК-4.1	Выполняет работы по компьютерному моделированию, визуализации, презентации модели продукта (изделия) и (или) элемента промышленного дизайна
ПК-5	Способен выполнять работы по проектированию элементов продукта (изделия) с учетом конструктивных и технологических особенностей, эргономических требований и функциональных свойств продукта (изделия)
ПК-5.1	Выполняет работы по проектированию элементов продукта (изделия) с учетом конструктивных и технологических особенностей, эргономических требований и функциональных свойств продукта (изделия)

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 54,1 академических часов;
- аудиторная – 54 академических часов;
- внеаудиторная – 0,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 53,9 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. САЕ-системы для расчета деталей на прочность								
1.1 Проведение расчетов МКЭ. Задание начальных и граничных условий моделей. Допущения и упрощения моделей. Виды сеток, редактирование сетки конечных элементов. Методы расчетов. Анализ напряжений и деформаций деталей. Анализ результатов моделирования.	7			10	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-5.1
1.2 Методы расчетов. Анализ напряжений и деформаций деталей. Анализ результатов моделирования.				12	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-5.1
1.3 Расчет напряженно-деформированного состояния на основе генерирования сетки конечных элементов по принципу конвергенции				12	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	
Итого по разделу				34	33,9			
2. CFD системы для проведения гидро- и газодинамических расчетов								
2.1 Проведение гидро- и газодинамических расчетов в системах CFD	7			20	20	Самостоятельное изучение учебной и	Устный опрос	

						научной литературы		
Итого по разделу			20	20				
Итого за семестр			54	50		зао		
Итого по дисциплине			54	53,9		зачет с оценкой		

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении лекций особое внимание уделяется взаимосвязи рассматриваемых тем и вопросов с действующими гостями. Полное овладение требованиями данных гостей необходимо будет студентам при их дальнейшей самостоятельной практической деятельности на самых разнообразных предприятиях машиностроительной и металлургической отрасли. При рассмотрении тем данной дисциплины необходимо проводить достаточное количество примеров из практической деятельности ведущих предприятий города, региона и России, а также использовать опыт известных мировых лидеров в области машиностроения и металлургии. Для этого необходимо рассмотрение материалов обновленной печати, информационных писем предприятий, а также информации Медиа изданий.

При проведении практических и лабораторных занятий используются работа в команде и методы IT, в достаточном объеме используются имеющиеся модели, образцы и элементы различного оборудования, плакаты, фотографии и раздаточные материалы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

Для изучения дисциплины предусмотрены практические занятия в интерактивной форме.

Практические занятия проводятся для закрепления и углубления знаний, полученных студентами на лекциях и должны способствовать выработке у них навыков постановки, формализации, построения блок-схем принятия решений, построение твердотельных моделей и реализации решений с помощью пакета Autodesk Fusion 360, Autodesk Inventor, Компас .

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная консультационная работа.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Пожидаев, Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и

компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20788> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Горбатюк С.М., Каменев А.В., Глухов Л.М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. В 2 х томах [Электронный ресурс]: учебник. – Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2077&login-failed=1

Загл. с экрана.

2. Громов, С. В. Машинная графика и основы САПР. Основные возможности AutoCAD 2000 : учебное пособие / С. В. Громов, Е. А. Калашников. — Москва : МИСИС, 2002. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116728> (дата обращения: 08.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гузненков, В.Н. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей. [Электронный ресурс] / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 120 с. — Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/book/40001> — Загл. с

экрана.name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

в) Методические указания:

1 Пожидаев, Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20788> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно

Autodesk Simulation Multiphysics 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
APM WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
АСКОН Компас v21-22	Д-1082-22 от 01.12.2022	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. 407а, 404, 297.

Компьютерный класс: с пакетом программ из перечня и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 407а

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом программ из перечня, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета . 407а

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Пример теста

1. Инженерный анализ это
 - a) **использование программного обеспечения для расчета характеристик и поведения изделия с целью их улучшения или решения возникших технических проблем;**
 - b) использование программного обеспечения для создания трехмерного образа технического объекта
 - c) использование специализированного программного обеспечения для конструирования и проектирования технических объектов.

2. Какие стадии включает инженерный анализ?
 - a) Подготовка. Предпроцессинг и расчет;
 - b) Расчет и обработка результатов;
 - c) Обработка результатов – постпроцессинг;
 - d) **Подготовка – Предпроцессинг. Расчет. Обработка результатов – постпроцессинг.**

3. Для инженерного анализа характерны три типа программных средств?
 - a) для решения задач анализа состояния масс;
 - b) для решения задач методом конечных элементов;
 - c) для решения задач линейного программирования, автоматизации инженерных расчетов (MathCad).
 - d) **все перечисленные варианты.**

4. Статический расчет:
 - a) **Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;**
 - b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
 - c) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
 - d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке

5. Динамический расчет:
 - a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
 - b) **расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени**
 - c) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
 - d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке

6. Расчет на устойчивость:
- a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
 - b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
 - c) **используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения**
 - d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке
7. Нелинейные расчет:
- a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
 - b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
 - c) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
 - d) **Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке**
 - e) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления
 - f) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики
 - g) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей
8. Тепловой расчет:
- h) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
 - i) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
 - j) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
 - k) **Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке**
 - l) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления
 - m) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики
 - n) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей

- o) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения

9. Расчеты магнитного воздействия:

- a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
- b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
- c) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
- d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке
- e) **могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления**
- f) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики
- g) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей
- h) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения

10. Расчет течения жидкости или газа:

- a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
- b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени
- c) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
- d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке
- e) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления
- f) **для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики**
- g) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей
- h) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения

11. Расчет течения жидкости или газа:

- a) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;
- b) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени

- с) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения
- d) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке
- e) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления
- f) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики
- g) **при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей**
- h) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения

Пример задания для практической работы.

Выполнить расчет элементов зубчатой передачи по критериям прочности с использованием систем CAE-моделирования.

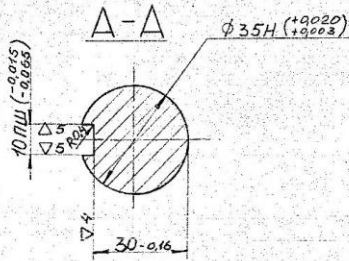
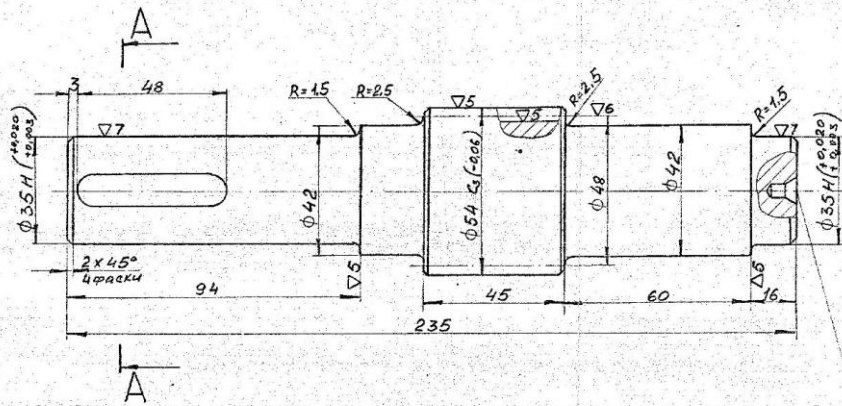
Исходные данные для расчета:

Геометрические характеристики (см. на чертеже).

Таблица - Условия нагружения передачи и материальное обеспечение

№ варианта	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения ведомого вала, об/мин	Материал элементов передачи	
			Вал-шестерня	Колесо
1	200	120	18ХГТ	45
2	180	100	40Х	45
3	160	110	45Х	45
4	190	80	18ХН3А	40Х
5	210	90	35ХН	45
6	150	150	40Х	45
7	165	120	18ХГТ	45
8	175	115	40ХН	45
9	185	100	18ХН3А	40Х
10	195	95	40Х	45
11	205	85	45Х	45
12	188	105	18ХН3А	40Х
13	194	100	35ХН	45
14	220	95	40Х	45
15	240	110	18ХГТ	45
16	230	120	40Х	45
17	210	90	45Х	45
18	154	150	18ХН3А	40Х
19	165	122	40Х	45
20	177	115	45Х	45

№ черт.	Поз.	Вал-шестерня $m=3, z=16$	кол.	Матер.	шт.	общ.	черт.
			1		2,3	2,3	



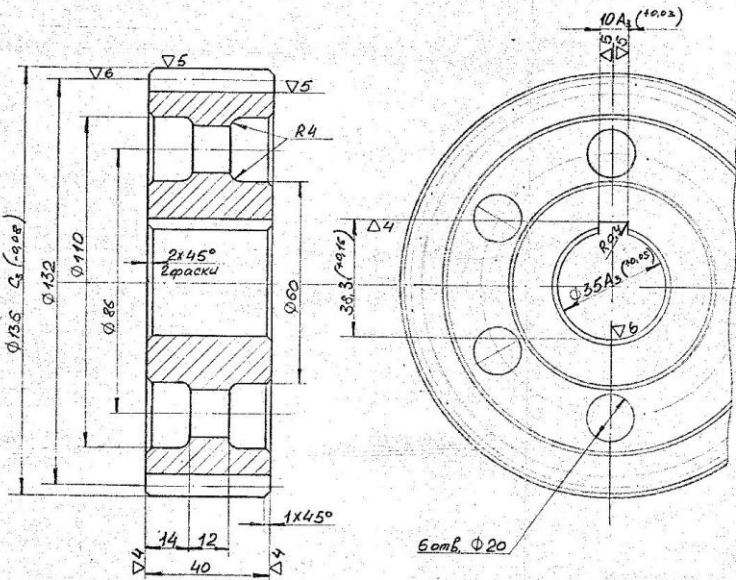
2 отв. центровые по
ГОСТ 14034-68

Твердость зубьев HRC 45...50

▽3(▽)

Модуль	m	3
Число зубьев	z	16
Исходный контур		ГОСТ 13155-68
Коэффициент смещения	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст. 8-X
Длина общей нормали	L	$13,956^{+0,010}_{-0,010}$
Допуск на колебание длины общей нормали	δL	0,038
Допуск на разность окружных шагов	δs	0,028
Отклонения основного шага	Δt_0	$\pm 0,022$
Число охватываемых зубьев	x	2
Толщина зубца	S_x	$4,161^{+0,010}_{-0,010}$
Измерительная высота	h_x	2,243
Обозначение чертёжа сопрягаемого колеса		

№ черт.	Поз.	Колесо $m=3, z=44$	кол.	Матер.	шт.	общ.	черт.
			1	Сталь 45	2,0	2,0	



▽3(▽)

Модуль	m	3
Число зубьев	z	44
Исходный контур		ГОСТ 13155-68
Коэффициент смещения	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст. 8-X
Длина общей нормали	L	$41,703^{+0,010}_{-0,010}$
Допуск на колебание длины общей нормали	δL	0,055
Допуск на радиальное биение зубчатого венца	E_0	0,095
Допуск на разность окружных шагов	δs	0,032
Отклонения основного шага	Δt_0	$\pm 0,022$
Число охватываемых зубьев	x	5
Толщина зуба	S_x	$4,161^{+0,010}_{-0,010}$
Измерительная высота зуба	h_x	2,243
№ чертёжа сопрягаемой шестерни		

Термообработка зубьев HB 223...262

l=26,4

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4 Способен выполнять работы по компьютерному моделированию, визуализации, презентации модели продукта (изделия) и (или) элемента промышленного дизайна		
ПК-4.1	Выполняет работы по компьютерному моделированию, визуализации, презентации модели продукта (изделия) и (или) элемента промышленного дизайна	<p>Пример теста</p> <p>12. Инженерный анализ это</p> <p>d) использование программного обеспечения для расчета характеристик и поведения изделия с целью их улучшения или решения возникших технических проблем;</p> <p>e) использование программного обеспечения для создания трехмерного образа технического объекта</p> <p>f) использование специализированного программного обеспечения для конструирования и проектирования технических объектов.</p> <p>13. Какие стадии включает инженерный анализ?</p> <p>e) Подготовка. Предпроцессинг и расчет;</p> <p>f) Расчет и обработка результатов;</p> <p>g) Обработка результатов – постпроцессинг;</p> <p>h) Подготовка – Предпроцессинг. Расчет. Обработка результатов – постпроцессинг.</p> <p>14. Для инженерного анализа характерны три типа программных средств?</p> <p>e) для решения задач анализа состояния масс;</p> <p>f) для решения задач методом конечных элементов;</p> <p>g) для решения задач линейного программирования, автоматизации инженерных расчетов (MathCad).</p> <p>h) все перечисленные варианты.</p> <p>15. Статический расчет:</p> <p>e) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>f) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p> <p>g) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет</p>

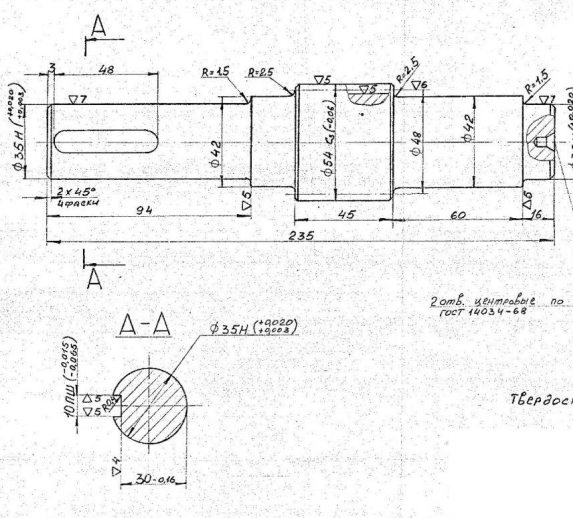
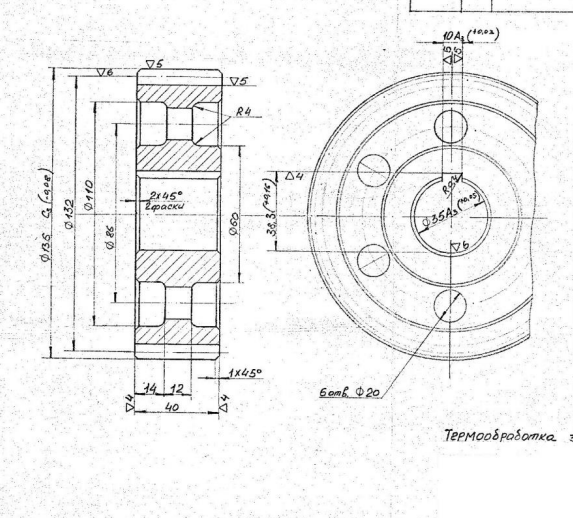
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>h) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>16. Динамический расчет:</p> <p>e) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>f) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p> <p>g) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>h) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>17. Расчет на устойчивость:</p> <p>e) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>f) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p> <p>g) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>h) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>18. Нелинейные расчет:</p> <p>p) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>q) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>r) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>s) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>t) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления</p> <p>u) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики</p> <p>v) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей</p> <p>19. Тепловой расчет:</p> <p>w) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>x) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p> <p>y) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>z) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>aa) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления</p> <p>bb) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики</p> <p>cc) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>dd) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения</p> <p>20. Расчеты магнитного воздействия:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки; j) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени k) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения l) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке m) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления n) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики o) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей p) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения <p>21. Расчет течения жидкости или газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки; j) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени k) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения l) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>m) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления</p> <p>n) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики</p> <p>o) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей</p> <p>р) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения</p> <p>22. Расчет течения жидкости или газа:</p> <p>i) Используется для определения перемещений, напряжений, деформации и приложения нагрузки;</p> <p>j) расчет конструкции производится в случае, когда она находится под воздействием нагрузки, зависящей от времени</p> <p>k) используется для определения уровня нагружения, при котором конструкция теряет устойчивость, или для проверки устойчивости конструкции при данном уровне нагружения</p> <p>l) Используются, когда отклик конструкции или детали на действие приложенной нагрузки не изменяется прямо пропорционально этой нагрузке</p> <p>m) могут проводиться для анализа различных аспектов магнитных полей, таких как индукция, плотность потока, линии тока, потери мощности и другие связанные явления</p> <p>n) для анализа течения жидкости или газа дает возможность изучать характеристики течения либо волнового давления жидкости или газа в заданном объеме, а также для решения задач численной гидродинамики</p> <p>o) при анализе деталей, находящихся под одновременным воздействием тепловых, механических, электрических или магнитных полей</p> <p>р) Используется для решения задач теплопередачи: кондукции, конвекции (свободная и вынужденная) и излучения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																											
ПК-5 Способен выполнять работы по проектированию элементов продукта (изделия) с учетом конструктивных и технологических особенностей, эргономических требований и функциональных свойств продукта (изделия)																																																																																																													
ПК-5.1	Выполняет работы по проектированию элементов продукта (изделия) с учетом конструктивных и технологических особенностей, эргономических требований и функциональных свойств продукта (изделия)	<p style="text-align: center;">Пример задания для практической работы.</p> <p style="text-align: center;">Выполнить расчет элементов зубчатой передачи по критериям прочности с использованием систем САЕ-моделирования.</p> <p style="text-align: center;">Исходные данные для расчета: Геометрические характеристики (см. на чертеже). Таблица - Условия нагружения передачи и материальное обеспечение</p> <table border="1" data-bbox="660 734 1481 1532"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ варианта</th> <th rowspan="2">Крутящий момент, Н·м</th> <th rowspan="2">Частота вращения ведомого вала, об/мин</th> <th colspan="2">Материал элементов передачи</th> </tr> <tr> <th>Вал-шестерня</th> <th>Колесо</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>200</td><td>120</td><td>18ХГТ</td><td>45</td></tr> <tr><td>2</td><td>180</td><td>100</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>3</td><td>160</td><td>110</td><td>45Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>4</td><td>190</td><td>80</td><td>18ХН3А</td><td>40Х</td></tr> <tr><td>5</td><td>210</td><td>90</td><td>35ХН</td><td>45</td></tr> <tr><td>6</td><td>150</td><td>150</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>7</td><td>165</td><td>120</td><td>18ХГТ</td><td>45</td></tr> <tr><td>8</td><td>175</td><td>115</td><td>40ХН</td><td>45</td></tr> <tr><td>9</td><td>185</td><td>100</td><td>18ХН3А</td><td>40Х</td></tr> <tr><td>10</td><td>195</td><td>95</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>11</td><td>205</td><td>85</td><td>45Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>12</td><td>188</td><td>105</td><td>18ХН3А</td><td>40Х</td></tr> <tr><td>13</td><td>194</td><td>100</td><td>35ХН</td><td>45</td></tr> <tr><td>14</td><td>220</td><td>95</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>15</td><td>240</td><td>110</td><td>18ХГТ</td><td>45</td></tr> <tr><td>16</td><td>230</td><td>120</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>17</td><td>210</td><td>90</td><td>45Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>18</td><td>154</td><td>150</td><td>18ХН3А</td><td>40Х</td></tr> <tr><td>19</td><td>165</td><td>122</td><td>40Х</td><td>45</td></tr> <tr><td>20</td><td>177</td><td>115</td><td>45Х</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	№ варианта	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения ведомого вала, об/мин	Материал элементов передачи		Вал-шестерня	Колесо	1	200	120	18ХГТ	45	2	180	100	40Х	45	3	160	110	45Х	45	4	190	80	18ХН3А	40Х	5	210	90	35ХН	45	6	150	150	40Х	45	7	165	120	18ХГТ	45	8	175	115	40ХН	45	9	185	100	18ХН3А	40Х	10	195	95	40Х	45	11	205	85	45Х	45	12	188	105	18ХН3А	40Х	13	194	100	35ХН	45	14	220	95	40Х	45	15	240	110	18ХГТ	45	16	230	120	40Х	45	17	210	90	45Х	45	18	154	150	18ХН3А	40Х	19	165	122	40Х	45	20	177	115	45Х	45
№ варианта	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения ведомого вала, об/мин				Материал элементов передачи																																																																																																							
			Вал-шестерня	Колесо																																																																																																									
1	200	120	18ХГТ	45																																																																																																									
2	180	100	40Х	45																																																																																																									
3	160	110	45Х	45																																																																																																									
4	190	80	18ХН3А	40Х																																																																																																									
5	210	90	35ХН	45																																																																																																									
6	150	150	40Х	45																																																																																																									
7	165	120	18ХГТ	45																																																																																																									
8	175	115	40ХН	45																																																																																																									
9	185	100	18ХН3А	40Х																																																																																																									
10	195	95	40Х	45																																																																																																									
11	205	85	45Х	45																																																																																																									
12	188	105	18ХН3А	40Х																																																																																																									
13	194	100	35ХН	45																																																																																																									
14	220	95	40Х	45																																																																																																									
15	240	110	18ХГТ	45																																																																																																									
16	230	120	40Х	45																																																																																																									
17	210	90	45Х	45																																																																																																									
18	154	150	18ХН3А	40Х																																																																																																									
19	165	122	40Х	45																																																																																																									
20	177	115	45Х	45																																																																																																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																				
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">№ черт. 1103 Вал-шестерня $m=3, z=16$</p>  <p style="text-align: center;">2 отв. центровки по ГОСТ 14034-68</p> <p style="text-align: right;">Твердость зубьев HRC 45...50</p> </div> <div style="width: 50%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Модуль</th> <th>m</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>Z</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Исходный контур</td> <td>f</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент смещения исходного контура</td> <td>f</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Степень точности по ГОСТ 1643-72</td> <td></td> <td>Ст 8</td> </tr> <tr> <td>Длина общей нормали</td> <td>L</td> <td>13,94</td> </tr> <tr> <td>Допуск на колебание длины общей нормали</td> <td>ΔL</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Допуск на радиальное вышение зубчатого венца</td> <td>F_s</td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Допуск на разность окружных шагов</td> <td>Δs</td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Отклонение основного шага</td> <td>Δs_0</td> <td>±0,01</td> </tr> <tr> <td>Число охватываемых зубьев</td> <td>x</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Толщина зубца</td> <td>S_x</td> <td>4,16</td> </tr> <tr> <td>Измерительная высота</td> <td>h_x</td> <td>2,24</td> </tr> <tr> <td>Изменение чертёжа сопрягаемого колеса</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">№ черт. 1103 Колесо $m=3, z=44$</p>  <p style="text-align: center;">6 отв. $\Phi 20$</p> <p style="text-align: right;">Термообработка зубьев HB 223...262</p> </div> <div style="width: 50%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Модуль</th> <th>m</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>Z</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Исходный контур</td> <td>f</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент смещения исходного контура</td> <td>f</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Степень точности по ГОСТ 1643-72</td> <td></td> <td>Ст 8-X</td> </tr> <tr> <td>Длина общей нормали</td> <td>L</td> <td>41,73</td> </tr> <tr> <td>Допуск на колебание длины общей нормали</td> <td>ΔL</td> <td>0,055</td> </tr> <tr> <td>Допуск на радиальное вышение зубчатого венца</td> <td>F_s</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>Допуск на разность окружных шагов</td> <td>Δs</td> <td>0,022</td> </tr> <tr> <td>Отклонение основного шага</td> <td>Δs_0</td> <td>±0,022</td> </tr> <tr> <td>Число охватываемых зубьев</td> <td>x</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Толщина зуба</td> <td>S_x</td> <td>4,16</td> </tr> <tr> <td>Измерительная высота зуба</td> <td>h_x</td> <td>2,243</td> </tr> <tr> <td>Изменение чертёжа сопрягаемой шестерни</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	Модуль	m	3	Число зубьев	Z	16	Исходный контур	f	0	Коэффициент смещения исходного контура	f	0	Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст 8	Длина общей нормали	L	13,94	Допуск на колебание длины общей нормали	ΔL	0,05	Допуск на радиальное вышение зубчатого венца	F_s	0,02	Допуск на разность окружных шагов	Δs	0,02	Отклонение основного шага	Δs_0	±0,01	Число охватываемых зубьев	x	2	Толщина зубца	S_x	4,16	Измерительная высота	h_x	2,24	Изменение чертёжа сопрягаемого колеса			Модуль	m	3	Число зубьев	Z	44	Исходный контур	f	0	Коэффициент смещения исходного контура	f	0	Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст 8-X	Длина общей нормали	L	41,73	Допуск на колебание длины общей нормали	ΔL	0,055	Допуск на радиальное вышение зубчатого венца	F_s	0,025	Допуск на разность окружных шагов	Δs	0,022	Отклонение основного шага	Δs_0	±0,022	Число охватываемых зубьев	x	5	Толщина зуба	S_x	4,16	Измерительная высота зуба	h_x	2,243	Изменение чертёжа сопрягаемой шестерни		
Модуль	m	3																																																																																				
Число зубьев	Z	16																																																																																				
Исходный контур	f	0																																																																																				
Коэффициент смещения исходного контура	f	0																																																																																				
Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст 8																																																																																				
Длина общей нормали	L	13,94																																																																																				
Допуск на колебание длины общей нормали	ΔL	0,05																																																																																				
Допуск на радиальное вышение зубчатого венца	F_s	0,02																																																																																				
Допуск на разность окружных шагов	Δs	0,02																																																																																				
Отклонение основного шага	Δs_0	±0,01																																																																																				
Число охватываемых зубьев	x	2																																																																																				
Толщина зубца	S_x	4,16																																																																																				
Измерительная высота	h_x	2,24																																																																																				
Изменение чертёжа сопрягаемого колеса																																																																																						
Модуль	m	3																																																																																				
Число зубьев	Z	44																																																																																				
Исходный контур	f	0																																																																																				
Коэффициент смещения исходного контура	f	0																																																																																				
Степень точности по ГОСТ 1643-72		Ст 8-X																																																																																				
Длина общей нормали	L	41,73																																																																																				
Допуск на колебание длины общей нормали	ΔL	0,055																																																																																				
Допуск на радиальное вышение зубчатого венца	F_s	0,025																																																																																				
Допуск на разность окружных шагов	Δs	0,022																																																																																				
Отклонение основного шага	Δs_0	±0,022																																																																																				
Число охватываемых зубьев	x	5																																																																																				
Толщина зуба	S_x	4,16																																																																																				
Измерительная высота зуба	h_x	2,243																																																																																				
Изменение чертёжа сопрягаемой шестерни																																																																																						

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «САЕ-системы в машиностроении» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует

знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.