МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.15 «Цифровые технологии в инженерных задачах»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль)	Цифровые и сервисные технологии в станкостроении и металлообработке
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2026

Б1.О.03.15 «Цифровые технологии в инженерных задачах»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1044 от 17.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук, доцент	Д.С Горяинов
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.Р. Галлямов, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Р Галлямов, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.Ф. Денисенко, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 5
4.2 Содержание лабораторных занятий 7
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 11
9. Методические материалы 12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-5 Использование цифровых технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства	ПК-5.1 Применяет современные цифровые системы и методы проектирования	Знать основы метода конечных элементов, главные объекты и команды программного комплекса ANSYS, используемые для решения задач механики твёрдого деформируемого тела и задач теплопроводности
		ПК-5.2 Использует основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач	Владеть основными методами и навыками решения типовых задач механики твёрдого деформируемого тела, а также задач теплопроводности с помощью пакета CAE ANSYS
			Уметь моделировать и решать с помощью комплекса ANSYS типовые задачи механики деформируемого твёрдого тела, а также задачи теплопроводности, уметь анализировать результаты решения таких задач в среде ANSYS

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-5	Основы компьютерного моделирования в машиностроении	Основы цифрового машиностроения; Системы компьютерной поддержки инженерных решений	Компьютерное проектирование изделий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Системы автоматизированного проектирования станков; Системы компьютерной поддержки инженерных решений

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме

Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лабораторные работы	32	32
Лекции	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	57	57
подготовка к лабораторным работам	39	39
составление конспектов	18	18
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основы МКЭ	2	2	0	1	5
2	МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	2	6	0	3	11
3	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	8	16	0	27	51
4	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	4	8	0	26	38
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	32	0	57	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				

1	Основы МКЭ	Введение в МКЭ	МКЭ как метод решения задач математической физики. Основная идея метода. Степени свободы. Порядок аппроксимации. Граничные и начальные условия. Понятие матрицы жесткости. Разрешающие уравнения и методы их решения. ANSYS как система компьютерного инженерного анализа (CAE-система). Обзор возможностей ANSYS. Этапы решения задачи. Матрицы и операции над ними. Определение понятия «матрица». Виды матриц. Операции над матрицами. Использование матриц.	2
2	МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Прочностной расчет фермы	КЭ для расчета фермы. Прямое построение модели и разбиение геометрической модели. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Система уравнений МКЭ для решения задачи. Определение перемещений, реакций, сил, напряжений в стержнях. КЭ для расчета балок. Построение геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Система уравнений МКЭ для решения задачи. Анализ результатов решения.	2
3	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Решение плоской задачи теории упругости	Плоское напряжённое состояние и плоское деформированное состояние. Треугольный КЭ. Основные матрицы и соотношения для треугольного КЭ. Обоснование системы разрешающих уравнений на базе принципа возможных перемещений. Приведение распределённых нагрузок к узловым. Решение системы уравнений МКЭ, определение перемещений, реакций, деформаций и напряжений. Прямоугольный КЭ. Изопараметрические элементы.	2
4	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Решение трехмерной упругой задачи	Объемное напряженное состояние. Тензор напряжения. Трёхмерные КЭ. Построение геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты.	2
5	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет оболочечных конструкций	Элементы технической теории пластин. Конечные элементы для моделирования изгибаемых пластин. Построение геометрической модели и её разбиение. Основные процедуры, матрицы, соотношения и результаты.	2
6	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Решение осесимметричных и контактных задач теории упругости	Осесимметричные КЭ. Построение геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты. Контактные задачи в механике. Основные понятия и термины. Контактные КЭ. Методы определения контактов.	2

7	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Решение задач динамики	Особенности моделирования динамики. Силы инерции. Силы вязкого сопротивления. Внешние переменные силы. Матричное дифференциальное уравнение движения. Матрица масс. Матрица демпфирования. Модальный анализ. Собственные частоты и формы колебаний. Прямое (пошаговое) интегрирование матричного дифференциального уравнения движения. Учёт граничных и начальных условий. Полный динамический анализ. Интегрирование методом разложения по собственным формам.	2
8	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Решение задач теплообмена	Основы теории теплопроводности. Вариационная постановка. КЭ для задачи теплопроводности . Основные матрицы и соотношения для КЭ. Граничные условия в тепловой задаче. Решение стационарной тепловой задачи	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Основы МКЭ	Основы работы в Ansys Workbench	Графический интерфейс Ansys Workbench. Создание и работа с проектом. Блоки инженерного анализа. Модуль для управления материалами, геометрический модуль Design Modeler. Интерфейс модуля Ansys Mechanical.	2
2	МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Расчет статически неопределимой рамы (общий вариант расчета)	Построение геометрической модели рамы, приложение граничных условий. Определение перемещений, реакций в опорах, сил и напряжений в балках рамы	2
3	МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Расчет статически неопределимой рамы (индивидуальное задание)	Расчет рамы (индивидуальное задание)	2
4	МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Расчет статически неопределимой рамы (индивидуальное задание)	Расчет рамы (индивидуальное задание): определение перемещений, реакций в опорах, сил и напряжений в балках рамы. Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2

5	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС плоской пластины (общий вариант расчета)	Расчет НДС пластины (общий вариант расчета): построение геометрической модели пластины, создание КЭ-модели, приложение граничных условий, получение численного решения, определение перемещений, деформаций и напряжений в пластине	2
6	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС плоской пластины (индивидуальное задание)	Расчет НДС пластины (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
7	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС трехмерной детали (общий вариант расчета)	Расчет НДС трехмерной детали (общий вариант расчета): построение геометрической модели детали, создание КЭ-модели, приложение граничных условий, получение численного решения, определение перемещений, деформаций и напряжений	2
8	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС трехмерной детали (индивидуальное задание	) Расчет НДС трехмерной детали (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
9	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС оболочечной конструкции (общий вариант расчета)	Расчет НДС оболочечной конструкции (общий вариант расчета): построение геометрической модели, создание КЭ-модели, приложение граничных условий, получение численного решения, определение перемещений, деформаций и напряжений	2
10	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Расчет НДС оболочечной конструкции (индивидуальное задание)	Расчет НДС оболочечной конструкции (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
11	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Контактная задача с осевой симметрией (общий вариант расчета)	Решение контактной задачи (общий вариант расчета): построение геометрической модели детали, создание КЭ-модели, моделирование контактных условий, приложение граничных условий, получение численного решения, определение перемещений, деформаций и напряжений	2
12	МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Контактная задача с осевой симметрией (индивидуальное задание)	Решение контактной задачи (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
13	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Динамический анализ конструкции (общий вариант расчета)	Расчет динамического воздействия на конструкцию (общий вариант расчета): построение геометрической модели, создание КЭ-модели, приложение граничных условий, получение численного решения, определение перемещений, деформаций и напряжений	2

14	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Динамический анализ конструкции (индивидуальное задание)	Динамический анализ конструкции (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
15	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Решение задачи стационарной теплопроводности (общий вариант расчета)	Решение тепловой задачи (общий вариант расчета): построение геометрической модели, создание КЭ-модели, приложение граничных условий, получение численного решения, определение температуры	2
16	МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Решение задачи стационарной теплопроводности (индивидуальное задание)	Решение тепловой задачи (индивидуальное задание). Подготовка результатов для отчета о лабораторной работе	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
5 семестр			
Основы МКЭ	Подготовка конспектов	Возможности актуальной версии программного комплекса ANSYS.	1
МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета о лабораторной работе (расчет рамы), в котором представлены: постановка задачи, геометрическая модель, КЭ-модель, приложенные граничные условия, полученные результаты расчета (в числовой и/или графической форме)	2
МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	Подготовка конспектов	Вывод поперечных сил и изгибающих моментов для элементов рамы	1
МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчетов о лабораторной работе (плоская пластина, трехмерная задача, оболочечная конструкция, контактная задача), в которых представлены: постановка задачи, геометрическая модель, КЭ-модель, приложенные граничные условия, полученные результаты расчета (в числовой и/или графической форме)	24

МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	Подготовка конспектов	Моделирование нелинейных свойств материалов в Ansys. Модели упрочнения. Особенности контактных моделей в Ansys	3
МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Подготовка конспектов	Расчет собственных частот конструкции (модальный анализ). Цели и задачи гармонического анализа. Результаты гармонического анализа	14
МКЭ для решения задач динамики и теплообмена	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета о лабораторной работе (динамический анализ), в котором представлены: постановка задачи, геометрическая модель, КЭ-модель, приложенные граничные условия, полученные результаты расчета (в числовой и/или графической форме). Подготовка отчета о лабораторной работе (тепловая задача), в котором представлены: постановка задачи, геометрическая модель, КЭ-модель, приложенные граничные условия, полученные результаты расчета (в числовой и/или графической форме)	12
		Итого за семестр:	**57**
		Итого:	**57**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Бруяка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench : учеб.пособие / В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева; Самар.гос.техн.ун-т, ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс», Механика.- Самара, 2013.- 149 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||844	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
2	Горелов, В.Н. Проектирование деталей машин с использованием программного комплекса ANSYS : учеб.-метод.пособие / В. Н. Горелов, И. А. Кокорев; Самар.гос.техн.ун-т, Механика.- Самара, 2011.- 71 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1674	Электронный ресурс
3	Фокин, В.Г. Метод конечных элементов в механике деформируемого твердого тела : учеб.пособие / В. Г. Фокин; Самар.гос.техн.ун-т, Механика.- Самара, 2010.- 132 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1672	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		

4	Лукьянова, А.Н. Моделирование контактного взаимодействия деталей : учеб.пособие / А. Н. Лукьянова; Самар.гос.техн.ун-т, Механика.- Самара, 2012.- 90 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1679	Электронный ресурс
5	Расчет с помощью программы ANSYS балок и рам : метод. указания и задания к лаб.работе № 3 / Самар.гос.техн.ун-т, Механика; сост. В. Г. Фокин.- Самара, 2010.- 21 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||592	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Ansys	Ansys Inc. (USA) (Зарубежный)	Лицензионное
2	Open Office	Sun Microsystems (Зарубежный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ANSYS	http://cae-expert.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная оборудованием для демонстрации слайдов в электронном (проектор, интерактивная доска) или печатном (документ-камера) виде.

Комплект слайдов по темам курса в электронном (или печатном) виде

Лабораторные занятия

Компьютерный класс, оснащенный ПК (в количестве не менее 15 шт) с операционной системой Windows (версия не ниже Windows 7), доступом к сети Интернет и локальной сети СамГТУ (для связи в сервером

лицензий), установленным ПО Ansys (версия не ниже 14.5), пакет офисных приложений Open Office

Самостоятельная работа

Личный стационарный ПК, либо ноутбук/планшет/смартфон с доступом в сеть Интернет.
Учетная запись в АИС "Университет" (для доступа к электронным библиотечным ресурсам)

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.15 «Цифровые технологии в инженерных задачах»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.15 «Цифровые технологии в инженерных задачах»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль)	Цифровые и сервисные технологии в станкостроении и металлообработке
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-5 Использование цифровых технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства	ПК-5.1 Применяет современные цифровые системы и методы проектирования	Знать основы метода конечных элементов, главные объекты и команды программного комплекса ANSYS, используемые для решения задач механики твёрдого деформируемого тела и задач теплопроводности
		ПК-5.2 Использует основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач	Владеть основными методами и навыками решения типовых задач механики твёрдого деформируемого тела, а также задач теплопроводности с помощью пакета CAE ANSYS
			Уметь моделировать и решать с помощью комплекса ANSYS типовые задачи механики деформируемого твёрдого тела, а также задачи теплопроводности, уметь анализировать результаты решения таких задач в среде ANSYS

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Компетенция	Оценочные средства		
	Отчет по лабораторным работам	**Отчет по самостоятельной работе**	**Вопросы к зачету**
	Лабораторные работы	**Самостоятельная работа**	**Промежуточная аттестация – зачет**
ПК-5.1	***В1-(ПК-5.1)*** ***З1-(ПК-5.1)*** ***У1-(ПК-5.1)***	***В1-(ПК-5.1)*** ***З1-(ПК-5.1)*** ***У1-(ПК-5.1)***	***В1-(ПК-5.1)*** ***З1-(ПК-5.1)*** ***У1-(ПК-5.1)***
ПК-5.2	***З1-(ПК-5.2)*** ***У1-(ПК-5.2)*** ***В1-(ПК-5.2)***	***З1-(ПК-5.2)*** ***У1-(ПК-5.2)*** ***В1-(ПК-5.2)***	***З1-(ПК-5.2)*** ***У1-(ПК-5.2)*** ***В1-(ПК-5.2)***

Тестовые задания для промежуточной аттестации
по дисциплине Б1.О.03.15 «Цифровые технологии в инженерных задачах»
для направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства
профиль "Цифровое машиностроительное производство"
профиль "Цифровые и сервисные технологии в станкостроении и металлообработке"
год приема на образовательную программу 2025

Контролируемые компетенции:

ПК-5 Использование цифровых технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства

Номер задания	**Содержание задания**	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-5 Использование цифровых технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства				
1	**Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и обоснуйте свой выбор:** Изменения в конструкцию детали могут быть внесены на: А. основании моделирования работы детали в CAE-системе. Б. основании превышении количества операций построения твердотельной модели в CAD-системе. В. основании отсутствия надлежащей технологической оснастки в PDM-системе.	А	1 Основы МКЭ	5
2	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Параметрическая оптимизация детали в CAE-системе применяется для: А. Подбора наиболее оптимальных размеров в зависимости от граничных условий Б. Подбора наиболее оптимальных конечных элементов для моделирования В. Ускорения и оптимизации разработки управляющих программ для станков с ЧПУ Г. Оптимального размещения видов детали на листе чертежа	А	1 Основы МКЭ	5
3	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** CAE-системы для моделирования технологических процессов применяются для: А. Снижения брака на производстве Б. Повышения культуры производства В. Разработки электронной геометрической модели изделия Г. Расчёта коэффициента использования материала	А	1 Основы МКЭ	5
4	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Электронный макет изделия позволяет: А. Определить состав изделия Б. Автоматически параметризовать эскизы деталей сборки изделия	А	2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций	5

<table>
<tr><td></td><td>В. Автоматически разработать технологические процессы изготовления деталей сборки
Г. Оптимизировать форму изделия</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Рассчитать деформацию тонкостенного кольца, зажатого в трёхкулачковом патроне токарного станка, позволяет выполнить:

А. CAD-система
Б. CAM-система
В. CAE-система
Г. PDM-система</td><td>В</td><td>2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций</td><td>5</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Прочитайте предложение и дополните его:

CAE-системы, моделирующие напряжённо-деформированное состояние детали, преимущественно применяют численные методы, основанные на методе _____.</td><td>Конечных элементов</td><td>2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций</td><td>5</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие между обозначением компьютерной технологии (КТ) и её определением:

<table><tr><td>Обозначение КТ</td><td>Определение КТ</td></tr><tr><td>1.CAD</td><td>А. компьютерная поддержка разработки технологических процессов</td></tr><tr><td>2.CAM</td><td>Б. компьютерная поддержка изготовления</td></tr><tr><td>3.CAE</td><td>В. компьютерная поддержка инженерных расчетов</td></tr><tr><td>4.PDM</td><td>Г. управление проектными данными</td></tr></table>
Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>Г</td><td>Б</td><td>В</td><td>А</td></tr></table></td><td>2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций</td><td>5</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие между видами компьютерных моделей в машиностроении и их описанием

<table><tr><td>Вид модели</td><td>Описание</td></tr><tr><td>1. Геометрическая модель</td><td>А. Модель, представляющая собой совокупность узлов и конечных элементов</td></tr><tr><td>2. Расчётная модель</td><td>Б. Упрощённая геометрическая модель для CAE анализа</td></tr><tr><td>3. Сеточная модель</td><td>В. Рабочая модель детали или изделия</td></tr></table>
Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table></td><td><table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>В</td><td>Б</td><td>А</td></tr></table></td><td>2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций</td><td>5</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td><table><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие между терминами компьютерных технологий (КТ) и их обозначением

<table><tr><td>Термин КТ</td><td>Обозначение КТ</td></tr><tr><td>1. технологическая карта</td><td>А. CAM-система</td></tr><tr><td>2. Прочность</td><td>Б. CAE-система</td></tr><tr><td>3. операционный эскиз</td><td>В. CAD-система</td></tr><tr><td>4. время обработки</td><td>Г. CAPP-система</td></tr></table>
Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

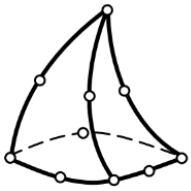
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>Г</td><td>Б</td><td>В</td><td>А</td></tr></table></td><td>2 МКЭ для расчета стержневых и балочных конструкций</td><td>5</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Объект-заместитель объекта - оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала называется _____:

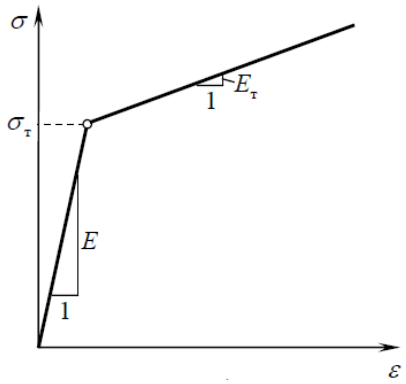
А. модель
Б. образец
В. эталон
Г. макет</td><td>А</td><td>3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости</td><td>5</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Множество компонент, взаимодействующих друг с другом и служащих общему назначению, или цели называется _____:

А. модель
Б. образец
В. система
Г. макет</td><td>В</td><td>3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости</td><td>5</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Конечный элемент, изображённый ниже, относится к _____:
 
А. линейным</td><td>Б</td><td>1 Основы МКЭ</td><td>5</td></tr>
</table>

	Б. квадратичным В. кубическим Г. полиномиальным			
13	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Множество компонент, взаимодействующих друг с другом и служащих общему назначению, или цели называется _____: А. модель Б. образец В. система Г. макет		3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
14	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Генерация сетки конечных элементов относится к этапу _____: А. препроцессирования Б. процессирования (решения) В. постпроцессирования Г. постановки технического задания	А	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
15	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Балочные конечные элементы относится к типу _____: А. нольмерных Б. одномерных В. двухмерных Г. трёхмерных	Б	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
16	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Для ускоренного 3D конечно-элементного моделирования деформационной задачи корпусной детали сложной формы преимущественно применяются _____ конечные элементы: А. линейные тетраэдрические Б. линейные гексагональные В. квадратичные гексагональные Г. полиномиальные оболочечные		3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
17	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Выберите признак, относящийся к структурированной конечно-элементной сетке: А. вычислительная эффективность Б. простота построения на геометрии сложной формы В. сравнительно более высокое время расчёта Г. способность к резкому изменению размера соседних элементов	А	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
18	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** На приведённом рисунке изображена _____ диаграмма деформирования:	Б	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5

	 А. линейная Б. билинейная В. мультилинейная Г. экспоненциальная			
19	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Связь между продольной и поперечной деформацией растягиваемого стержня в пределах применимости закона упругости описывается _____: А. коэффициентом Пуассона Б. модулем Юнга В. пределом текучести Г. относительной деформацией	А	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5
20	**Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:** Виртуальное (компьютерное) представление изделия или процесса, которое используется, чтобы оценивать и прогнозировать рабочие характеристики этого изделия или процесса называется _____: А. цифровой двойник Б. кибер-физическая система В. цифровой след Г. мультидисциплинарная оптимизационная модель	А	3 МКЭ для решения плоских и пространственных задач теории упругости	5

Формы промежуточной аттестации

Семестр 5

Типовые вопросы для подготовки к экзамену

1. Поясните понятия «аналогия», «гипотеза» и их связь.
2. Поясните понятия «модель» и «моделирование».
3. Для чего применяется моделирование?
4. Изобразите схему возникновения модели.
5. Приведите одно из определений термина «система».
6. Перечислите основные характеристики системы.
7. Раскройте основную идею МКЭ.
8. Назовите основные типы конечных элементов и их классификацию.
9. Перечислите этапы решения задач методом конечных элементов.

10. Какие модели наиболее часто применяются в технике? Кратко опишите каждую.
11. Какие способы исследования системы применяются?
12. Приведите иерархический принцип моделирования.
13. В чём состоит синтез и анализ модели? В чём их цель и задачи?
14. Приведите алгоритм моделирования.
15. В чём заключается подготовка геометрической модели для разбивки сетки конечных элементов (КЭ)?
16. Какие виды КЭ сеток выделяют?
17. Область применения структурированной и неструктурированной сеток.
18. Какие методы построения сеток выделяют?
19. В чём состоит особенность мультиблочных сеток?
20. Приведите виды деформаций стержня.
21. Как связаны напряжение и деформация при продольном растяжении и сжатии?
22. Как связана продольная и поперечная деформация стержня при продольном растяжении и сжатии?
23. Опишите участки диаграммы деформирования на примере материала Сталь 20.
24. Приведите способы описания закона течения материала в CAE-системах.
25. Приведите способы неподвижного соединения и области их применения.
26. Приведите способы подвижного соединения и области их применения.

Примерная структура билета

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ Опорный университет МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «СамГТУ» ФММТ Кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1** по дисциплине «Цифровые технологии в инженерных задачах» квалификация бакалавр
1. Для чего предназначена операционная карта и что в ней указывают?	
2. Назовите основные типы конечных элементов и их классификацию.	
Составил:_____ ФИО Утвердил: _____ зав. кафедрой «ТМСИ» ФИО	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Основными этапами формирования указанных компетенций в рамках дисциплины выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий.

п/п	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты (дескрипторы) обучения	Оценочные средства
1.	Основы работы с программным комплексом инженерного анализа	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Отчет по лабораторным работам
2.	Статические упругие задачи деформирования	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Отчет по лабораторным работам
3.	Нелинейные и динамические задачи деформирования	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Отчет по лабораторным работам
4.	Задачи теплопроводности	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Отчет по лабораторным работам
5.	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Отчет по лабораторным работам
6.	Промежуточная аттестация	З1-(ПК-5.1) У1-(ПК-5.1) В1-(ПК-5.1) З1-(ПК-5.2) У1-(ПК-5.2) В1-(ПК-5.2)	Тестовые задания Вопросы к зачёту

Учебная дисциплина, как правило, формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в табл. и реализуется поэтапно: 1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП.

Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения. 2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование	Периодичность и	Методы	Виды	Способ учета

	оценочного средства	способ проведения процедуры оценивания	оценивания	выставляемых оценок	индивидуальных достижений обучающихся
1.	Отчет по лабораторным работам 1-16	Систематически 16 раз в семестр / письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
2.	Отчет по практическим работам 1-16	Систематически 16 раз в семестр / письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
3.	Тестовые задания	На этапе промежуточной аттестации/ письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
4.	Промежуточная аттестация - зачёт	На этапе промежуточной аттестации/устно	экспертный	по пятибалльной шкале	экзаменационная ведомость

Критерии оценивания экзамена (5 семестр)

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, показывающему общее понимание вопросов даже в случае, если их содержание раскрыто неполно или непоследовательно; в изложении материала допустимы пробелы, не исказившие содержание ответа и исправленные по замечанию преподавателя, имеются затруднения или допущены ошибки при использовании терминологии в рамках курса дисциплины.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, у которого содержание вопросов раскрыто неполно или непоследовательно, не показано общее понимание вопросов, студент не способен выполнить типовые задания.

Критерии оценивания тестовых заданий (5 семестр)

Кол-во верных ответов	**Характеристика**	**Контролируемая компетенция**
10 – 20	- знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения; - выполнение заданий, предусмотренных программой; - допущение неточностей в ответе, но обладание необходимыми знаниями для их устранения.	**ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-5.1**
9 и менее	- наличие пробелов в знаниях основного учебно-программного материала; - допущение принципиальных ошибок в выполнении предусмотренных программой заданий.	

Соответствие количества верных ответов оценке

Кол-во верных ответов	**Оценка**
10 – 20	зачтено
9 и менее	не зачтено