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)	Цифровое машиностроительное производство
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
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 2024

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)	В.А Папшев, кандидат биологических наук, доцент
	(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 8
4.3 Содержание практических занятий 10
4.4. Содержание самостоятельной работы 10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 14
9. Методические материалы 14
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 15

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	Владеть навыками использовать цифровые технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства
			Знать современные цифровые системы и методы проектирования
			Уметь применять современные цифровые системы и методы проектирования
		ПК-5.2 Использует основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач	Владеть навыком использования основных принципов моделирования при решении конструкторско-технологических задач
			Знать основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач
			Уметь принимать решения по моделированию в конструкторско-технологических задачах

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; Программное обеспечение технологических процессов; Промышленный дизайн	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Программное обеспечение технологических процессов; Промышленный дизайн

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
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	27	27
подготовка к зачету	10	10
подготовка к лабораторным работам	20	20
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 работы с программным комплексом инженерного анализа	2	2	0	6	10
2	Статические упругие задачи деформирования	8	12	0	21	41
3	Нелинейные и динамические задачи деформирования	2	4	0	6	12
4	Задачи теплопроводности	4	4	0	4	12
5	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	0	10	0	20	30
	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 работы с программным комплексом инженерного анализа	Общие сведения о системах инженерного анализа. Общие сведения о методе конечного элемента (МКЭ). Матрицы и операции над ними.	Системы инженерного анализа (CAE-системы). Задачи, решаемые с помощью CAE-систем. Структура и принципы работы с CAE-системами. Обзор МКЭ. Разбиение геометрического объекта на конечные элементы. Степени свободы. Аппроксимация. Матрицы. Разрешающие уравнения. Методы решения системы линейных уравнений. Определение понятия «матрица». Виды матриц. Операции над матрицами. Использование матриц.	2
2	Статические упругие задачи деформирования	Расчёт МКЭ ферм. Свойства матрицы жёсткости. Учёт граничных условий в перемещениях.	Ферменный конечный элемент (КЭ). Прямое построение КЭ модели. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Составление и решение системы уравнений МКЭ. Определение перемещений, реакций, сил, напряжений в стержнях. Реализация в CAE-системе.	2
3	Статические упругие задачи деформирования	Расчёт МКЭ балок и рам. Решение МКЭ плоской упругой задачи.	Стержневой КЭ. Построение геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Учёт не узловых сил. Составление и решение системы уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Реализация в CAE-системе. Плоское напряжённое состояние. Плоский КЭ. Основные матрицы и соотношения для 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. Плоское деформированное состояние. Типы плоских конечных элементов. Реализация в CAE-системе.	2
4	Статические упругие задачи деформирования	Решение МКЭ 3-х мерной упругой задачи. Решение МКЭ осесимметричной упругой задачи.	Трёхмерные КЭ. Построение трёхмерной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты. Типы трёхмерных КЭ. Реализация в CAE-системе. Осесимметричные КЭ. Построение осесимметричной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты. Реализация в CAE-системе	2

5	Статические упругие задачи деформирования	Решение МКЭ задач с учётом начальных напряжений и начальных деформаций. Расчёт МКЭ изгибаемых пластин и оболочек.	Понятие о начальных напряжениях и начальных деформациях. Температурные деформации. Узловые силы эквивалентные начальным напряжениям и начальным деформациям. Разрешающее уравнение МКЭ с учётом начальных напряжений и начальных деформаций. Элементы технической теории пластин. Конечные элементы изгибаемых пластин. Построение твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Основные процедуры, матрицы, соотношения и результаты. Расчёт в CAE-системе пластин и оболочек.	2
6	Нелинейные и динамические задачи деформирования	Общие сведения о применении МКЭ для решения нелинейных задач. Решение МКЭ динамических задач.	Физическая и геометрическая нелинейности. Система нелинейных уравнений МКЭ. Методы решения нелинейных задач. Силы инерции. Силы вязкого сопротивления. Внешние переменные силы. Матричное дифференциальное уравнение движения. Матрица масс. Матрица демпфирования. Модальный анализ. Собственные частоты и формы колебаний. Реализация в CAE-системе. Прямое (пошаговое) интегрирование матричного дифференциального уравнения движения. Учёт граничных и начальных условий. Полный динамический анализ. Интегрирование методом разложения по собственным формам. Гармонический анализ. Реализация в CAE-системе.	2
7	Задачи теплопроводности	Задача теплопроводности. Конечно-элементная модель. Решение МКЭ задач теплопроводности.	Основы теории теплопроводности. Вариационная постановка. Конечно-элементная модель теплового поля. КЭ теплового поля. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Обоснование системы разрешающих уравнений. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ. Матрицы теплопроводности и теплоёмкости, векторы узловых тепловых нагрузок. Решение МКЭ задачи стационарной теплопроводности. Учёт граничных условий. Точечные источники*. Реализация в CAE-системе.	2
8	Задачи теплопроводности	Решение МКЭ задачи нестационарной теплопроводности. Связанные задачи теплопроводности и деформирования	Решение матричного дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности МКЭ конечно-разностным методом. Учёт граничных и начальных условий. Одномерная и двухмерная задачи теплопроводности. Термоупругие задачи. Термопластические задачи. Реализация в CAE-системе.	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 работы с программным комплексом инженерного анализа	Общие сведения о программном комплексе инженерного анализа.	Геометрическое моделирование в CAE-системе. Графический интерфейс пользователя: окна, меню. Основные файлы. Этапы решения задачи в CAE-системе.	2
2	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование напряжённо-деформированного состояния (НДС) ферм.	Ферменный конечный элемент. Прямое построение конечно-элементной модели.	2
3	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование НДС статически определимых балок и рам.	Стержневой конечный элемент. Построение геометрической модели и её разбиение. Расчёт статически неопределимой рамы методом конечных элементов в CAE-системе. Учёт не узловых сил. Составление и решение системы уравнений МКЭ. Анализ результатов решения .	2
4	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование НДС пластины.	Плоское напряжённое состояние. Плоский КЭ. Основные матрицы и соотношения для КЭ. Обоснование системы разрешающих уравнений на базе принципа возможных перемещений. Приведение распределённых нагрузок к узловым. Анализ с помощью CAE-системы концентрации напряжений вокруг отверстия в прямо-угольной растянутой полосе. Решение системы уравнений МКЭ, определение перемещений, реакций, деформаций и напряжений. Плоское деформированное состояние. Типы плоских конечных элементов. Реализация в CAE-системе.	2
5	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование НДС объёмного тела.	Трёхмерные КЭ. Построение трёхмерной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты. Типы трёхмерных КЭ. Расчёт ступенчатого вала на изгиб с кручением методом конечных элементов. Учёт не узловых сил. Решение системы уравнений МКЭ, определение перемещений, реакций, деформаций и напряжений. Реализация в CAE-системе.	2

6	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование НДС в осесимметричной контактной задачи.	Осесимметричные КЭ. Построение осесимметричной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты. Реализация в CAE-системе.	2
7	Статические упругие задачи деформирования	Моделирование НДС оболочечной конструкции.	Элементы технической теории пластин. Конечные элементы изгибаемых пластин.	2
8	Нелинейные и динамические задачи деформирования	Моделирование НДС при пластическом деформировании балки. Модальный и гармонический анализ.	Определение остаточных напряжений. Физическая и геометрическая нелинейности. Система нелинейных уравнений МКЭ. Методы решения нелинейных задач. Модальный и гармонический анализ. Силы инерции. Силы вязкого сопротивления. Внешние переменные силы. Матричное дифференциальное уравнение движения. Матрица масс. Матрица демпфирования. Модальный анализ.	2
9	Нелинейные и динамические задачи деформирования	Моделирование свободных и вынужденных колебаний пружинно-массовой системы. Расчёт ударного пластического деформирования..	Прямое (пошаговое) интегрирование матричного дифференциального уравнения движения. Учёт граничных и начальных условий. Полный динамический анализ. Интегрирование методом разложения по собственным формам. Гармонический анализ. Реализация в CAE-системе.	2
10	Задачи теплопроводности	Моделирование задачи стационарной теплопроводности.	Обоснование системы разрешающих уравнений. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ. Обоснование системы разрешающих уравнений. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ. Матрицы теплопроводности и теплоёмкости, векторы узловых тепловых нагрузок. Решение МКЭ задачи стационарной теплопроводности. Учёт граничных условий. Точечные источники*. Реализация в CAE-системе	2
11	Задачи теплопроводности	Моделирование задачи нестационарной теплопроводности.	Учёт граничных и начальных условий. Одномерная и двухмерная задачи теплопроводности. Реализация в CAE-системе.	2
12	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Моделирование термопрочностной задачи.	Термоупругие задачи. Термопластические задачи. Реализация в CAE-системе.	2
13	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Моделирование НДС при дорновании цилиндра.	Осесимметричные КЭ. Построение осесимметричной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение. Физическая и геометрическая нелинейности.	2

14	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Моделирование НДС при прессовой посадке диска на вал.	Понятие о начальных напряжениях и начальных деформациях. Физическая и геометрическая нелинейности.	2
15	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Моделирование НДС при обкатке поверхности роликом. Моделирование НДС в зубчатом зацеплении.	Определение остаточных напряжений. Методы решения нелинейных задач. Физическая и геометрическая нелинейности. Система нелинейных уравнений МКЭ. Методы решения нелинейных задач.	2
16	Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Моделирование погрешности формы вала при обточке.	Стержневой КЭ. Построение геометрической модели и её разбиение.	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 работы с программным комплексом инженерного анализа	Самостоятельное изучение	Принципы применения и место в жизненном цикле изделия CAE-систем. Классификация CAE-систем.	2
Основы работы с программным комплексом инженерного анализа	Самостоятельное изучение	Общие сведения о МКЭ. Степени свободы. Аппроксимация. Разрешающие уравнения. Методы решения системы линейных уравнений.	2
Основы работы с программным комплексом инженерного анализа	Самостоятельное изучение	Матрицы. Виды матриц. Операции над матрицами. Использование матриц.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Методы создания сетки КЭ. Регулярное и свободное разбиение. Типы КЭ.	1
Статические упругие задачи деформирования	Расчетно-графическая работа 1.	Построение КЭ-модели детали на основе геометрической модели.	2

Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Расчет МКЭ балок и рам. Учёт не узловых сил. Составление и решение системы уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Реализация в CAE-системе.	2
Статические упругие задачи деформирования	Расчетно-графическая работа 2.	Расчёт статически неопределимой рамы с помощью CAE-системы. Стержневой КЭ. Построение геометрической модели и её разбиение.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Расчёт МКЭ плоского напряжённого и плоского деформированного состояния. Плоское деформированное состояние. Типы плоских конечных элементов. Реализация в CAE-системе.	2
Статические упругие задачи деформирования	Расчетно-графическая работа 3.	Расчёт на прочность пластины с помощью пакета CAE-системе. Плоское деформированное состояние. Типы плоских конечных элементов.	2
Статические упругие задачи деформирования	Расчетно-графическая работа 4.	Расчёт ступенчатого вала методом КЭ в CAE-системе. Учёт не узловых сил. Типы трёхмерных КЭ.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Расчёт МКЭ трёхмерных задач. Трёхмерные КЭ. Построение трёхмерной твёрдотельной геометрической модели и её разбиение.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Расчёт МКЭ осесимметричных задач. Осесимметричные КЭ. Построение осесимметричной твёрдо-тельной геометрической модели и её разбиение. Основные матрицы, соотношения, процедуры и результаты.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Решение МКЭ задач с учётом начальных напряжений и начальных деформаций. Понятие о начальных напряжениях и начальных деформациях. Узловые силы эквивалентные начальным напряжениям и начальным деформациям. Разрешающее уравнение МКЭ с учётом начальных напряжений и начальных деформаций.	2
Статические упругие задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Расчёт МКЭ изгибаемых пластин и оболочек. Конечные элементы изгибаемых пластин. Построение твёрдотельной геометрической модели и её разбиение.	2
Нелинейные и динамические задачи деформирования	Расчетно-графическая работа 5.	Анализ с помощью CAE-системы колебаний механической системы. Матрица демпфирования. Модальный анализ. Собственные частоты и формы колебаний.	2

Нелинейные и динамические задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Решение МКЭ нелинейных задач. Физическая и геометрическая нелинейности. Система нелинейных уравнений МКЭ. Методы решения нелинейных задач.	2
Нелинейные и динамические задачи деформирования	Самостоятельное изучение	Решение МКЭ динамических задач. Прямое (пошаговое) интегрирование матричного дифференциального уравнения движения. Учёт граничных и начальных условий. Полный динамический анализ	2
Задачи теплопроводности	Самостоятельное изучение	Решение МКЭ задач теплопроводности. КЭ модель теплового поля. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ. Матрицы теплопроводности и теплоёмкости, векторы узловых тепловых нагрузок. Решение МКЭ задачи стационарной теплопроводности.	4
Прикладные конструкторско - технологические задачи в CAE-системах	Самостоятельное изучение	Комплексное моделирование НДС узла для закрепления знаний и навыков применения CAE-системы в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.	20
		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
2	Инженерный анализ в ANSYS Workbench : учеб.пособие / В. А. Бруяка [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Механика.- Самара, 2010.- 284 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1670	Электронный ресурс
3	Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учеб. пособие/ В.А.Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева ; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара // Ч. 2 .- 2013.- 149 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
4	Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера : Практ.руководство / А.Б.Каплун,Е.М.Морозов,М.А.Олферьева.- М., УРСС, 2003.- 269 с.	Книжный фонд

5	Клебанов, Я.М. Современные методы компьютерного моделирования процессов деформирования конструкций : Учеб.пособие / Я.М.Клебанов,В.Г.Фокин,А.Н.Давыдов;Гос.образоват.учреждение высш.проф.образования Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2004.- 99 с.	Книжный фонд
6	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		
7	Горяинов, Д.С. Численные методы расчета : лаборатор. практикум / Д. С. Горяинов; Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения.- Самара, 2017.- 602 с., 442 МГб.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3246	Электронный ресурс
8	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	ЗАО CADFEM CIS (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows 7 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
4	NX	Siemens PLM (Зарубежный)	Лицензионное

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	сайт журнала "ANSYS Advantage. Русская редакция"	http://www.ansyssolutions.ru/	Ресурсы открытого доступа

3	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
4	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

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

Лекционные занятия

• комплект электронных презентаций/слайдов,

• аудитория №54 (корпус 3), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия

• Лаборатория «Центр компьютерного проектирования», оснащенная компьютерами со специальным программным обеспечением;

• шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены рабочие места в читальных залах научно-технической библиотеки и компьютерных классах ресурсы информационно-вычислительного центра ФГБОУ ВО «СамГТУ», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде.

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)	Цифровое машиностроительное производство
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
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	Владеть навыками использовать цифровые технологии при конструкторско-технологическом обеспечении производства
			Знать современные цифровые системы и методы проектирования
			Уметь применять современные цифровые системы и методы проектирования
		ПК-5.2 Использует основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач	Владеть навыком использования основных принципов моделирования при решении конструкторско-технологических задач
			Знать основные принципы моделирования при решении конструкторско-технологических задач
			Уметь принимать решения по моделированию в конструкторско-технологических задачах

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)***

ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Семестр 4

Типовые задания на практические занятия

Задача 1. Дано распределение дискретной случайной величины X. Найти математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение.

x_i	4	6	8	9
p_i	0,3	0,1	0,1	0,5

Решение. Вычисления будем вести в таблице.

x_i	4	6	8	9	Сумма
p_i	0,3	0,1	0,1	0,5	1
$x_i p_i$	1,2	0,6	0,8	4,5	7,1
$x_i^2 p_i$	4,8	3,6	6,4	40,5	55,3

Математическое ожидание:

$$M(X)=\sum_{i=1}^{4} x_i p_i = 7{,}1.$$

Дисперсия:

$$D(X)=\sum_{i=1}^{4} x_i^2 p_i - (M(X))^2 = 55{,}3 - 7{,}1^2 = 4{,}89.$$

Среднее квадратичное отклонение: $\sigma(X)=\sqrt{D(X)}=\sqrt{4{,}89}\approx 2{,}211.$

Задача 2. Случайная величина *X* распределена по нормальному закону. Математическое ожидание *M(X)*=5; дисперсия *D(X)*=0,64. Найти вероятность того, что в результате испытания *X* примет значение в интервале (4,7).

Решение. Если случайная величина X задана дифференциальной функцией F(X), то вероятность того, что X примет значение, принадлежащее интервалу (A, B), вычисляется по формуле

$$P(\alpha \prec X \prec \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x)dx.$$

Если величина X распределена по нормальному закону, то

$$P(\alpha \prec X \prec \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - a}{\sigma}\right),$$

где $a = M(x)$ и $\sigma = \sqrt{D(x)}$. По условию $a = 5$, $\sigma = \sqrt{0{,}64} = 0{,}8$; α=4 и β=7. Таким образом, получим

$$P(4 \prec X \prec 7) = \Phi\left(\frac{7-5}{0,8}\right) - \Phi\left(\frac{4-5}{0,8}\right) = \Phi(2,5) - \Phi(-1,25) =$$

$$= \Phi(2,5) + \Phi(1,25) = 0,4938 + 0,3944 = 0,8882.$$

Задача 3. На испытание поставлено 1000 однотипных приборов. За 3000 час отказало 80 приборов. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа приборов в течение 3000 час.

Решение.

$$\bar{P}(3000) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = \frac{1\,000 - 80}{1\,000} = 0,92,$$

$$\bar{Q}(3\,000) = \frac{n(t)}{N_0} = \frac{80}{1\,000} = 0,08$$

или

$$\bar{Q}(3000) = 1 - P(3000) = 1 - 0,92 = 0,08.$$

Задача 4. На испытание было поставлено 1000 однотипных устройств. За первые 3000 час отказало 80 устройств, а за интервал времени 3000—4000 час отказало еще 50 устройств. Требуется определить частоту и интенсивность отказов устройств в промежутке времени 3000 -4000 час.

Решение.

$$\bar{a}(3\,500) = \frac{n(\Delta t)}{\Delta t N_0} = \frac{50}{1\,000 \cdot 1\,000} = 5 \cdot 10^{-5}\ \frac{1}{час},$$

$$\bar{\lambda}(3\,500) = \frac{n(\Delta t)}{\Delta t N_{ср}} = \frac{50}{1000 \cdot (920 + 870)/2} \approx 5,6 \cdot 10^{-5}\ \frac{1}{час};$$

Задача 5. Система состоит из N=5 блоков. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени *t*, которая равна: $p_1(t)$ = 0,98; $p_2(t)$ =0,99; $p_3(t)$ =0,97; $p_4(t)$ =0,985; $p_5(t)$ =0,975. Требуется определить вероятность безотказной работы системы.

Решение.

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^{N} p_i(t) = 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,97 \cdot 0,985 \cdot 0,975$$

Вероятности p_1; p_2; p_3; p_4; p_5 близки к единице, поэтому вычислить $P_C(t)$ удобно, используя приближенную формулу

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^{5} p_i(t) \approx 1 - \sum_{i=1}^{5} q_i(t) =$$

$$= 1 - (0,02 + 0,01 + 0,03 + 0,015 + 0,025) = 0,9.$$

Задача 6. Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна T_1 = 160 час, T_2 = 320 нас, T_3 =600 час. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.

Решение.

$$\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} =$$

$$= \frac{1}{160} + \frac{1}{320} + \frac{1}{600} \approx 0{,}011 \ \frac{1}{час}.$$

Тогда

$$T_{ср\,с} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0.011} \approx 91 \ час.$$

Задача 7. Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени t равна p(t)= 0,9997. Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из N=100 таких же элементов.

Решение. Вероятность безотказной работы системы равна

$$P_c(t) = p^N(t) = (0{,}9997)^{100}.$$

Вероятность $P_C(t)$ близка к единице, поэтому для ее вычисления воспользуемся формулой

$$P_c(t) \approx 1 - Nq(t)$$

где $q(t) = 1 - p(t) = 1 - 0{,}9997 = 0{,}0003.$

Тогда $P_C(t)$≈1-100x0,003=0,97.

Задача 8. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: t_1=12 мин; t_2=23 мин; t_3= 15 мин; t_4= 9 мин; t_5=17 мин; t_6 =28 мин; t_7= 25 мин; t_8=31 мин.

Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

Решение.

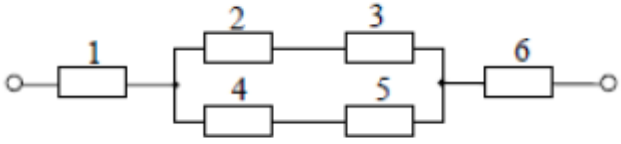
$$\bar{t}_в = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n} = \frac{12 + 23 + 15 + 9 + 17 + 28 + 25 + 31}{8} =$$

$$= \frac{160}{8} = 20 \ мин.$$

Задача 9. Определить показатели надежности невосстанавливаемой системы с постоянными во времени интенсивностями отказов элементов

Исходные данные:

1. Структурная схема системы



2. Интенсивность отказов элементов системы за время t=120ч.

№ элем-та	1	2	3	4	5	6
$\lambda \cdot 10^{-3}$, $ч^{-1}$	1,2	2,2	3,3	4,5	2,7	0,9

Определить:

1. Вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$ за заданное время t.
2. Плотность вероятности отказа системы $f_c(t)$ в момент времени t.
3. Вероятность появления отказа $Q_c(t)$ за заданное время t.

Решение:

На начальном этапе расчетов примем $P(t)=P$.

Так как элементы P_2 и P_3 соединены последовательно, то обобщенное выражение вероятности их безотказной работы имеет вид:

$$P_{23}=P_2 \cdot P_3. \quad (1.1)$$

Элементы P_4 и P_5 также соединены последовательно, а значит, обобщенное выражение вероятности их безотказной работы имеет вид:

$$P_{45}=P_4 \cdot P_5. \quad (1.2)$$

Обобщенное выражение вероятности безотказной работы для элементов P_2 - P_5 принимает вид:

$$P_{o_1}=1-(1-P_{23})\cdot(1-P_{45})=P_{45}+P_{23}-P_{45}\cdot P_{23}. \quad (1.3)$$

С учетом (1.1) и (1.2) выражение (1.3) принимает вид:

$$P_{o_1}=P_2 \cdot P_3+P_4 \cdot P_5-P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5.$$

В результате преобразований получим следующую обобщенную структурную схему системы (рис.1.1):

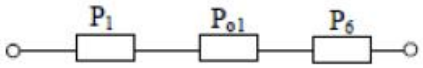


Рис.1.1. Обобщенная структурная схема системы

В результате вероятность безотказной работы системы $P_c=P_c(t)$ будет:

$$P_c=P_1 \cdot P_{o1} \cdot P_6=P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_6+P_1 \cdot P_4 \cdot P_5 \cdot P_6-P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \cdot P_6. \quad (1.4)$$

Так как $P=P(t)=e^{-\lambda \cdot t}$, то $P_c(t)$ принимает следующий вид:

$$P_c(t)=e^{-\lambda_1 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_2 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_3 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_6 \cdot t}+e^{-\lambda_1 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_4 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_5 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_6 \cdot t}-e^{-\lambda_1 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_2 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_3 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_4 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_5 \cdot t}\cdot e^{-\lambda_6 \cdot t}=$$
$$=e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_6)t}+e^{-(\lambda_1+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)t}-e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)t}. \quad (1.5)$$

Выражение плотности вероятности отказа $f_c(t)$, с учетом что

$$f(t)=-\frac{dP(t)}{dt}=\lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (1.6)$$

имеет следующий вид:

$$f_c(t)=(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_6)\cdot e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_6)t}+(\lambda_1+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)\cdot e^{-(\lambda_1+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)t}-$$
$$-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)\cdot e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)t}. \quad (1.7)$$

Выражение определения вероятности появления отказа $Q_c(t)$ имеет следующий вид:

$$Q_c(t)=1-P_c(t). \quad (1.8)$$

Подставив исходные данные в выражения (1.5), (1.7) и (1.8), получим:

1. Вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$ за заданное время t:
$P_c(t)=0{,}56$.
2. Плотность вероятности отказа системы $f_c(t)$ в момент времени t:
$f_c(t)=3{,}6\cdot10^{-3}$ ч$^{-1}$.
3. Вероятность появления отказа $Q_c(t)$ за заданное время t:
$Q_c(t)=0{,}44$.

Типовые тестовые задания для проведения текущего контроля успеваемости

Контролируемые компетенции:
ОПК-8 Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствии решения на основе их анализа

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
1.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение свойства «**безотказность**»** А) Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта; Б) Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения; В) Свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния; Г) Свойство объекта, заключающееся в его способности находиться в состоянии, в котором он может выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и ремонта в предположении, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены.	Б	Основные понятия и определения теории надежности	4
2.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение свойства «**ремонтопригодность**»** А) Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения; Б) Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять	Б	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта; В) Свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния; Г) Свойство объекта, заключающееся в его способности находиться в состоянии, в котором он может выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и ремонта в предположении, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены.			
3.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение свойства «**долговечность**»** А) Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения; Б) Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта; В) Свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния; Г) Свойство объекта, заключающееся в его способности находиться в состоянии, в котором он может выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и ремонта в предположении, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены.	В	Основные понятия и определения теории надежности	4
4.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**исправное состояние**»** А) Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него;	А	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	Б) Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции; В) Состояние объекта, в котором он выполняет какую-либо требуемую функцию; Г) Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.			
5.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**работоспособное состояние**»** А) Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него; Б) Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции; В) Состояние объекта, в котором он выполняет какую-либо требуемую функцию; Г) Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.	Б	Основные понятия и определения теории надежности	4
6.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**рабочее состояние**»** А) Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него; Б) Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции; В) Состояние объекта, в котором он выполняет какую-либо требуемую функцию; Г) Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.	В	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
7.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**предельное состояние**»** А) Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него; Б) Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции; В) Состояние объекта, в котором он выполняет какую-либо требуемую функцию; Г) Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.	Г	Основные понятия и определения теории надежности	4
8.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**наработка**»** А) Продолжительность или объем работы объекта; Б) Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния; В) Календарная продолжительность хранения и/или транспортирования объекта, в течение которой он сохраняет работоспособное состояние; Г) Календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта может быть продолжена только после принятия решения о возможности продления данного показателя.	А	Основные понятия и определения теории надежности	4
9.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**срок службы**»** А) Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния; Б) Продолжительность или объем работы объекта; В) Календарная продолжительность	А	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	хранения и/или транспортирования объекта, в течение которой он сохраняет работоспособное состояние; Г) Календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта может быть продолжена только после принятия решения о возможности продления данного показателя.			
10.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**срок сохраняемости**»** А) Продолжительность или объем работы объекта; Б) Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния; В) Календарная продолжительность хранения и/или транспортирования объекта, в течение которой он сохраняет работоспособное состояние; Г) Календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта может быть продолжена только после принятия решения о возможности продления данного показателя.	В	Основные понятия и определения теории надежности	4
11.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «**назначенный срок службы**»** А) Продолжительность или объем работы объекта; Б) Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния; В) Календарная продолжительность хранения и/или транспортирования объекта, в течение которой он сохраняет работоспособное состояние; Г) Календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта может быть продолжена только после принятия решения о возможности продления данного показателя.	Г	Основные понятия и определения теории надежности	4
12.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение по-**	А	Основные понятия и определения теории на-	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	нятия «работоспособность» А) состояние объекта, при котором он способен выполнять все заданные функции в полном объеме с параметрами, установленными требованиями технической документации; Б) состояние объекта, при котором он способен выполнять часть функций в частичном объеме; В) состояние объекта, при котором он способен выполнять все или часть возложенных на него функций в полном или частичном объеме; Г) состояние объекта, при котором он соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией.		дежности	
13.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* **Дайте правильное определение понятия «ремонтопригодность»** А) свойство объекта, заключающееся в возможности ремонтироваться; Б) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта; В) свойство объекта, заключающееся в возможности предупреждения отказов и их устранения путем проведения ремонтов; Д) свойство объекты сохранять значения показателей безотказности.	Б	Основные понятия и определения теории надежности	4
14.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* Предел отношения вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта за достаточно малый интервал времени к длительности этого интервала, стремящейся к нулю – это А) параметр потока отказов; Б) наработка на отказ; В) коэффициент готовности; Г) вероятность безотказной работы.	А	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
15.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* Коэффициентом готовности называется: А) среднее значение времени между соседними отказами; Б) отношение времени исправной работы к сумме времени неисправной работы; В) Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени; Г) отношение времени вынужденного простоя к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев, изделий, взятых за один и тоже календарный срок.	В	Основные понятия и определения теории надежности	4
16.	*Прочитайте предложение и дополните его:* Отношение числа отказавших изделий в единицу времени к первоначальному числу испытываемых изделий при условии, что все вышедшие из строя изделия не восстанавливаются определяется следующим критерием надежности, это _____	частота отказа	Основные понятия и определения теории надежности	4
17.	*Прочитайте предложение и дополните его:* Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник, это _____	интенсивность отказа	Основные понятия и определения теории надежности	4
18.	*Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:* Коэффициентом готовности называется: А) среднее значение времени между соседними отказами; Б) отношение времени исправной работы к сумме времени неисправной работы; В) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени.	В	Основные понятия и определения теории надежности	4

<table>
<tr><th>Номер задания</th><th>Содержание задания</th><th>Ключ к ответу</th><th>Наименование темы РПД</th><th>Семестр</th></tr>
<tr><td>19.</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Продолжительность или объем работы объекта называется
А) наработкой;
Б) параметром потока отказа;
В) коэффициентом готовности;
Г) частотой отказа.</td><td>А</td><td>Основные понятия и определения теории надежности</td><td>4</td></tr>
<tr><td>20.</td><td>Установите соответствие между названием закона распределения случайной величины и выражением для определения плотности распределения вероятностей непрерывной случайной величины:

1) Экспоненциальный закон распределения
2) Закон распределения Вейбулла
3) Гамма-распределение
4) Распределение Рэлея

А. $f(t) = \lambda e^{-\lambda_0 t^B}$.
Б. $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$.
В. $f(t) = \frac{t}{c^2} e^{-\frac{t^2}{2c^2}}$
Г. $f(t) = \frac{t^{m-1}}{T_1^m \Gamma(m)} e^{-\frac{t}{T}}$

Запишите выбранные буквы рядом с цифрами:
<table><tr><td>1</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td></tr></table></td><td><table><tr><td>1</td><td>Б</td></tr><tr><td>2</td><td>А</td></tr><tr><td>3</td><td>Г</td></tr><tr><td>4</td><td>В</td></tr></table></td><td>Частные законы распределения случайных величин</td><td>4</td></tr>
<tr><td>21.</td><td>Прочитайте вопрос и выберите правильный ответ:

Дайте правильный ответ на решение задачи:
Определить вероятность безотказной работы системы за 2000 часов работы, если ее наработка до отказа описывается экспоненциальным распределением с параметром $\lambda_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ 1/ч.

А) 0,981;
Б) 0,918;
В) 0,819;
Г) 0,891.</td><td>В</td><td>Частные законы распределения случайных величин</td><td>4</td></tr>
</table>

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
22.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* Выберите **виды резервирования систем** 1. Постоянное резервирование и резервирование замещения; 2. Холодное и горячее резервирование; 3. Раздельное и смешанное; 4. Резервирование простых и сложных систем.	1, 3	Показатели надежности технических систем	4
23.	*Прочитайте предложение и дополните его:* Отношение числа резервных элементов (m) к числу резервируемых (n) ими основных элементов, выраженное несокращаемой дробью называется _____	*кратность* резервирования	Показатели надежности технических систем	4
24.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* При расчете надежности мажоритарной системы используется: А) Формула Бернулли; Б) Теорема умножения; В) формула Байеса; Г) Теорема сложения вероятностей.	Б, Г	Показатели надежности технических систем	4
25.	*Прочитайте предложение и дополните его:* Резервирование, основанное на применении дополнительного логического элемента, который реализует процедуру «голосовая» и сравнивает сигналы, поступающие от элементов с одинаковыми функциями, называется _____	мажоритарным	Показатели надежности технических систем	4
26.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* Последствия от отказов бывают: А) легкие; Б) катастрофические; В) тяжелые; Г) самоустраняющиеся	А, В	Основные понятия и определения теории надежности	4

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
27.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта может быть: А) внезапным, постепенным; Б) прогнозируемым, ненагруженным; В) независимым, частичным; Г) успешным, нормальным.	А, В	Основные понятия и определения теории надежности	4
28.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* К показателям надежности относятся: 1. Производительность; 2. Безопасность; 3. Единичные показатели; 4. Комплексные показатели.	3, 4	Основные понятия и определения теории надежности	4
29.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* К комплексным показателям надежности относятся: А) ремонтопригодность; Б) коэффициент готовности; В) среднее время до восстановления; Г) коэффициент технического использования.	Б, Г	Основные понятия и определения теории надежности	4
30.	*Прочитайте вопрос и выберите несколько правильных ответов:* К показателям безотказности относятся: А) вероятность безотказной работы; средняя наработка до отказа; гамма-процентная наработка до отказа; Б) средний ресурс; гамма-процентный ресурс; средний срок службы; В) гамма-процентная наработка между отказами; интенсивность отказов; параметр потока отказов; Г) коэффициент готовности; коэффициент технического использования; интенсивность восстановления.	А, В	Основные понятия и определения теории надежности	4

ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Семестр 4

Типовые вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия теории надежности. Показатели надежности.
2. Основные термины и определения теории надежности по ГОСТ 27.002-2015.
3. Состояния объектов и их характеристики.
4. Временные параметры, характеризующие надёжность.
5. Классификация и характеристики отказов.
6. Дерево отказов и дерево событий.
7. Номенклатура основных показателей надежности.
8. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.
9. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа и частота отказов.
10. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.
11. Две формы представления показателей надежности.
12. Частота отказов, интенсивность отказов – показатели безотказности.
13. Соотношения между показателями безотказности невосстанавливаемых объектов.
14. Показатели долговечности и сохраняемости.
15. Показатели ремонтопригодности и восстанавливаемости.
16. Комплексные показатели надежности.
17. Основные понятия теории вероятности. Испытание, событие, виды событий.
18. Основные теоремы теории вероятности.
19. Математическая модель надежности системы последовательно соединенных элементов.
20. Математическая модель надежности системы параллельно соединенных элементов.
21. Теорема о повторении опытов, распределение Пуассона. Свойства биномиального распределения и распределения Пуассона.
22. Формула полной вероятности и формула Байеса.
23. Математическая модель надежности системы с одним мостовым соединением элементов.
24. Случайные величины и законы их распределения.
25. Законы распределения дискретных случайных величин и их числовые характеристики.
26. Числовые характеристики дискретной случайной величины.

27. Числовые характеристики непрерывной случайной величины.
28. Законы распределения непрерывных случайных величин в теории надежности. Примеры.
29. Нормальное распределение и логарифмически нормальное распределение и их числовые показатели.
30. Распределение Вейбула и его числовые показатели.
31. Экспоненциальное распределение и его числовые показатели.
32. Распределение Рэлея и гамма распределение, их числовые показатели.
33. Структурная схема надежности технической системы.
34. Расчёт надёжности систем с последовательным соединением элементов.
35. Расчёт надёжности системы с параллельным соединением элементов.
36. Способы повышения надежности.
37. Анализ сложных систем. Метод прямого перебора.
38. Факторы, влияющие на надежность объектов. Классификация и характеристики.
39. Выбор метода расчета надежности системы. Определяющие факторы и методы расчета.
40. Резервирование как метод повышения надежности технических систем. Классификация методов резервирования.
41. Методы структурного резервирования.
42. Постоянное и динамическое резервирование: расчетно-логические схемы резервирования, преимущества и недостатки.
43. Расчет надежности технических систем с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
44. Общее и раздельное резервирование замещением с целой кратностью.
45. Нагруженное и ненагруженное скользящее резервирование.
46. Расчет надежности мажоритарных систем.
47. Раздельное резервирование замещением с целой кратностью.
48. Общее резервирование замещением с целой кратностью.

Примерная структура билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «СамГТУ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1** по дисциплине: Надежность технических систем Факультет ММТ Кафедра «ТМСИ»
1. Основные понятия теории надежности. Показатели надежности. 2. Общее резервирование замещением с целой кратностью.	
Составил: _____ Яресько С.И. «___» декабря 2025 Утверждаю: и.о. зав. кафедрой ТМСИ _____ Галлямов А.Р. «___» декабря 2025	

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.	Основные понятия и определения теории надежности	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Отчет по практическим работам.
2.	Дискретные и непрерывные случайные величины	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Отчет по практическим работам.
3.	Числовые характеристики случайных величин	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания.
4.	Частные законы распределения непрерывных случайных величин. Распределение Вейбулла, Релея, равномерное, треугольное, экспоненциальное, Гамма-распределение.	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Отчет по практическим работам.
5.	Частные законы распределения непрерывных случайных величин (продолжение). Нормальное усеченное нормальное распределения, логарифмически-нормальное распределение.	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Отчет по практическим работам.
6.	Показатели надежности технических систем	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Отчет по практическим работам.
7.	Методы повышения надежности	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Отчет по практическим работам.
8.	Расчет надежности при структурном резервировании	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания.
9.	Промежуточная аттестация	З1-(ОПК-8.1) У1-(ОПК-8.1) В1-(ОПК-8.1) З1-(ОПК-8.2) У1-(ОПК-8.2) В1-(ОПК-8.2) З1-(ОПК-8.3) У1-(ОПК-8.3) В1-(ОПК-8.3)	Тестовые задания. Билеты к экзамену

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 оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Отчет по практическим работам 1-8	Систематически 8 раз в семестр / письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
2.	Отчет по лабораторным работам 1-4	Систематически 4 раза в семестр / письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
3.	Тестовые задания	На этапе промежуточной аттестации / письменно	экспертный	зачет/незачет по пятибалльной шкале	журнал учета успеваемости
4.	Промежуточная аттестация - экзамен	На этапе промежуточной аттестации/устно	экспертный	по пятибалльной шкале	экзаменационная ведомость

Критерии оценивания экзамена и курсовой работы (4 семестр)

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокие систематизированные знания по предмету, теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов, правильно использует терминологию в рамках курса дисциплины.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, у которого в изложении материала есть небольшие недочеты, не искажающие содержание ответа и исправленные оперативно по указанию преподавателя, допускает неточности при использовании терминологии в рамках курса дисциплины.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, у которого содержание вопросов раскрыто неполно или непоследовательно, но показано общее их понимание; в изложении материала есть пробелы, не исказившие содержание ответа и исправленные по замечанию преподавателя, имеются затруднения или допущены ошибки при использовании терминологии в рамках курса дисциплины.

Оценка **«неудовлетворительно»** 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 (4 семестр)

Кол-во верных ответов	Характеристика	Контролируемая компетенция
18 – 20	- глубокое знание учебно-программного материала; - умение свободно выполнять задания; - усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины; - способность самостоятельно приобретать новые знания и умения; - способность самостоятельно использовать углубленные знания.	**ОПК - 8**
14 – 17	- полное знание учебно-программного материала; - успешное выполнение предусмотренных программой задания; - демонстрация систематического характера знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности.	
10 – 13	- 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.	
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
18 – 20	отлично
14 – 17	хорошо
10 – 13	удовлетворительно
9 и менее	неудовлетворительно