

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Дарьенков А.Б.

подпись ФИО

“17” мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.10 Надежность электромеханических систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электротехнологические установки и системы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е.

Промежуточная аттестация зачёт с оценкой

Разработчик: Бычков Е.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 18.05.2023 г № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «04» мая 2023 г № 4
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. _____ (подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «15» мая 2023 г. № 4

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-П-29
Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

1. Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	20
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	20
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	20
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	23
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	24
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЗАНЯТИЯХ СЕМИНАРСКОГО ТИПА.....	24
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	26
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	26
11.1.1. Типовые задания для практических занятий	26
11.1.2. Вопросы к промежуточной аттестации (зачёт с оценкой) :	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Цель изучения дисциплины – обучение студентов основным принципам расчёта и оценки качества и надёжности электротехнологических установок и систем автоматики.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Обеспечение знания студентами методов количественной оценки надёжности оборудования электротехнологических установок и систем;
- Определение показателей качества электрооборудования;
- Оптимизация типоразмеров и параметрических рядов изделий;
- Применение принципов маркетинга рынка услуг и товаров в области электротехнической промышленности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Надёжность электромеханических систем включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.10 .Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Надёжность электромеханических систем» являются Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Электрическое и конструктивное материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Электрические машины, Теория автоматического управления, Электрические и электронные аппараты, Силовая электроника, Физические основы электроники, Основы схемотехники, Основы электротехнологии.

Дисциплина Надёжность электромеханических систем является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электрический привод, Микропроцессорные системы, Системы управления электромеханическими объектами, Системы программного управления, Проектирование электротехнологических установок, Основы технологии сварочного производства, Системы автоматического управления электротехнологическими установками, Электротехнологические установки и системы, Электрооборудование сварочного производства, Печи сопротивления, Установки индукционного нагрева, Электроснабжение и электрооборудование электротехнологических установок, Электроснабжение промышленных предприятий, Механизмы и приводы электротехнологических установок, Силовые элементы управления электротехнологических установок.

Рабочая программа дисциплины «Надёжность электромеханических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Электрическое и конструкционное материаловедение ПКС-2</i>			X					
<i>Теория автоматического управления ПКС-2</i>					X	X		
<i>Силовая электроника ПКС-2</i>						X		
<i>Физические основы электроники ПКС-2</i>				X				
<i>Надежность электро-механических систем ПКС-2</i>						X		
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>						X		
<i>Преддипломная практика ПКС-2</i>								X
<i>Выполнение и защита ВКР ПКС-2</i>								X

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	Знать: -математические методы анализа электромагнитных, электромеханических и электротепловых процессов (ИПКС-2.1) - методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии (ИПКС-2.1) - математические методы разработки моделей подобия (ИПКС-2.1) - методы расчёта показателей надёжности (ИПКС-2.2) - зависимость параметров надёжности от технических характеристик, показателей экономичности и эффективности (ИПКС-2.2)	Уметь: - применять известные инженерные методики оценки и расчёта надёжности электротехнических объектов и электротехнологических установок и систем (ИПКС-2.1) - проводить анализ результатов расчёта и эксперимента (ИПКС-2.2) - составлять план проведения экспериментальных исследований и осуществлять обработку результатов экспериментов (ИПКС-2.1) - оформлять теоретические и экспериментальные результаты в виде таблиц, диаграмм и гистограмм (ИПКС-2.2)	Владеть: - методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ИПКС-2.1) - навыками по составлению плана проведения экспериментальных исследований и обработке результатов экспериментов (ИПКС-2.2)	Тестирование в системе E-learning. (Итоговый тест по дисциплине 118 вопросов)	Тестирование в системе E-learning. (Промежуточные тесты по разделам дисциплины 118 вопросов)

Трудовая функция: В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

Трудовые действия:

- проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;
- осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

Трудовые умения:

- применять актуальную нормативную документацию в области электротехнологических установок и систем автоматики;
- оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Трудовые знания:

- актуальная нормативная документация в области электротехнологических установок и систем автоматики;
- методы анализа научных данных;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 6
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	89	89
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	89	89
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	-	-

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные	Практические					
6 семестр									
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендаций по их использованию	Введение								
	Тема 1.1. Понятие надёжности. Предмет и содержание надёжности. Экономический и технико-экономический статус надёжности как науки. Математический аппарат и методы, используемые в теории надёжности.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
ПКС-2. ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Раздел 1 Основные понятия и определения теории надёжности.								
	Тема 1.1 Основы теории надёжности. Элементы теории вероятности, методы математической статистики.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 1.2 Случайные величины и их характеристики. Оценка параметров надёжности. Теоремы сложения,	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студента (час)				
		Лекции	Лабораторные	Практические занятия					
	умножения и полной вероятности. Случайные величины, функция и плотность распределения. Числовые характеристики случайной величины.								
	Тема 1.3 Основные законы распределения случайных величин. Предельные теоремы теории вероятностей. Общие вопросы расчета надёжности технических объектов.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Практическое занятие №1 Основы теории вероятностей. Законы распределения случайных величин.			5	3	Подготовка к ПЗ [6.4]			
ПКС-2. ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Раздел 2. Показатели качества электротехнических изделий.								
	Тема 2.1 Классификация показателей качества. Выбор и обоснование показателей надёжности. Методы измерения и оценки качества изделий. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, технический ресурс.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2.2 Количественные показатели надёжности. Срок службы. Вероятностные и статистические показатели качества и надёжности. Характеристики отказов.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема2.2.1 Количественные показатели надёжности неремонтируемых объектов. Статистические показатели надёжности неремонтируемых объектов. Вероятностные показатели	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные	Практические занятия					
	надежности неремонтируемых объектов. Математические модели безотказности неремонтируемых объектов.								
	Тема 2.2.2 Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов. Процесс функционирования ремонтируемого объекта как поток отказов. Статистические показатели надежности восстанавливаемых изделий. Вероятностные характеристики потока отказов.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Практическое занятие № 2. Количественные показатели надёжности.			4	3	Подготовка к ПЗ [6.4]			
ПКС-2. ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Раздел 3 Методы повышения качества и надежности электромеханических систем и электротехнических изделий.								
	Тема 3.1 Пути <u>повышения надежности</u> . Общие требования и рекомендации. Методы повышения надёжности на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации электромеханических систем. Повышение надёжности элементов электротехнологических установок и систем.	4			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.2 Резервирование. Общие положения. Постоянное резервирование. Резервирование замещением. Скользящее резервирование ремонтируемых систем. Резервирование элементов с двумя видами отказов.	4			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студента (час)				
		Лекции	Лабораторные	Практические занятия					
	Практическое занятие №3. Анализ структурных схем надёжности. Резервирование.			4	3	Подготовка к ПЗ [6.4]			
ПКС-2. ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Раздел 4 Общие вопросы расчета надёжности технических объектов								
	Тема 4.1 Инженерные методы определения надёжности электрооборудования. Примеры расчета основных показателей надёжности электрооборудования.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема4.2 Анализ электротехнологических установок и систем автоматики на стадии проектирования через интенсивности отказов элементов.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.3 Коэффициентный метод расчёта.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Практическое занятие № .4 Расчёт надёжности технических систем.			4	3	Подготовка к ПЗ [6.4]			
	Раздел 5 Испытания на надёжность								
	Тема 5.1 Классификация испытаний на надёжность электрооборудования. Особенности и виды испытаний на надёжность. Оценка надёжности изделий на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. Прогнозирование ресурса изделий.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 5.2 Определительные испытания.	0.5			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студента (час)				
		Лекции	Лабораторные	Практические занятия					
	Тема 5.3 Контрольные испытания.	0.5			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 5.4 Форсирование режима испытаний.	0.5			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 5.5 Планирование испытаний	0.5			1	Подготовка к лекциям [6.1.1.÷6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	РГР				49				
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		17	89				
	ИТОГО по дисциплине	34		17	89				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

5.1.1. Примерная тематика курсовых работ/проектов, РГР, рефератов/эссе.

Темы рефератов:

1. Экономический и технико-экономический статус надёжности как науки.
2. Связь теории надёжности с другими научными дисциплинами.
3. Взгляд в историю. Истоки зарождения надёжности как научной дисциплины.
4. Значение и роль надёжности в современных условиях.
5. Основы теории вероятностей и математической статистики.
6. Случайные величины и события, изучаемые в теории надёжности.
7. Насколько важно знать закон распределения случайной величины.
8. Сравнение надёжности бытового и промышленного электрооборудования.
9. Выдающиеся учёные в области теории надёжности.
10. Экономика и надёжность. Факторы взаимного влияния.
11. Сертификация и лицензирование. Их влияние на надёжность.
12. Кривая жизни изделия. Этапы "жизненного пути"
13. Повышение надёжности - это разовое мероприятие?
14. Резервирование - наглядный и эффективный способ влияния на надёжность.
15. Сравнительный анализ инженерных методов расчета надёжности.
16. Современные системы обеспечения качества продукции.
17. Зачем планировать испытания?
18. Ускоренные испытания. Модель подобия.
19. Надёжность электрических машин. Сравнительный анализ.
20. Надёжность электротехнологических установок и систем.
21. Надёжность силовых полупроводниковых приборов.
22. Надёжность релейно-контакторной аппаратуры.
23. Методы неразрушающего контроля и диагностики.
24. Современные программные средства, применяемые для оценки и расчёта надёжности технических систем.
25. Современные методы повышения надёжности на этапе проектирования.
26. Современные методы повышения надёжности на этапе изготовления.
27. Современные методы повышения надёжности на этапе эксплуатации.
28. Феномен японского чуда с точки зрения теории надёжности.
29. Надёжность электромонтажа. Современные технологии электромонтажных работ.
30. Современные методы диагностики технических систем.
31. Методические основы исследования надёжности и эффективности.
32. Организационные основы обеспечения надёжности техники.
33. Терминология в области надёжности.
34. Математические основы надёжности.
35. Обеспечение надёжности восстанавливаемых систем.
36. Обеспечение надёжности восстанавливаемых систем.
37. Применение методов теории подобия и моделирования в машиностроении.
38. Обеспечение надёжности радиоэлектронных систем.
39. Зарубежный опыт в решении задач управления качеством и надёжностью технических объектов.
40. Методы оценки затрат по повышению надёжности.
41. Обеспечение надёжности аккумуляторных батарей.
42. Обеспечение надёжности на основе системы АВР (автоматического включения резерва).

43. Испытание изделий. Требования к надежности изделий, к методам испытаний.
44. Оценка надежности изделий по результатам испытаний.
45. Эффективность ускоренных испытаний.
46. Принципы и методы контроля и оценки качества и надежности продукции при ее производстве.
47. Сравнение надёжности и достоверности передачи информации по известным протоколам передачи данных.
48. Показатели ремонтпригодности технических систем.
49. Технические средства автоматизированного контроля и диагностики сложных систем.
50. Техническая диагностика – как метод обеспечения надежности систем.
51. Технические средства диагностирования.
52. Влияние внешних факторов на надежность сложных технических систем.
53. Методы прогнозирования надежности проектируемых изделий.
54. Обеспечения надежности программного обеспечения.
55. Надёжность силовых полупроводниковых элементов.
56. Испытания на надёжность релейно-контакторной аппаратуры.
57. Надёжность автоматических выключателей с искусственным интеллектом.
58. Качество и надёжность светодиодных ламп.
59. Анализ видов отказов и их последствий.
60. Обеспечение надежности электрооборудования автомобиля.
61. Надёжность коммутационных линий автомобиля.
62. Современные методы повышения качества электромонтажных работ.
63. Микроминиатюризация в радиоэлектронике - основа для повышения показателей надёжности.

5.1.2. Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.ntnu.ru/quest/question/list/subject_id/589/quest_id/1959

5.1.3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет/зачет с оценкой/экзамен)

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ " НАДЁЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ "

1. Основные понятия теории вероятности (случайное событие, совместные и несовместные события, полная группа событий и т.п.).
2. Случайные величины. Функция и плотность распределения случайной величины.
3. Сумма и произведение случайных событий. Теорема сложения вероятностей случайных событий.
4. Теорема умножения вероятностей случайных событий. Формула полной вероятности.
5. Числовые характеристики случайной величины.
6. Нормальный закон распределения случайной величины. Закон трех сигм.
7. Показательное распределение случайной величины.
8. Распределение Пуассона для дискретной случайной величины.
9. Элементы математической статистики. Точечные оценки параметров распределений случайных величин.
10. Основные задачи, решаемые в теории надежности с использованием аппарата математической статистики.
11. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.
12. Статистический ряд. Гистограмма.
13. Числовые характеристики статистического распределения.

14. Критерии согласия . Распределение хи-квадрат.
15. Проблема надежности. Основные задачи теории надежности.
16. Основные термины и определения теории надежности.
17. Понятие отказа изделия. Классификация отказов.
18. Статистические показатели надежности неремонтируемых изделий.
19. Вероятностные показатели надежности неремонтируемых изделий.
20. Математические модели безотказности.
21. Процесс функционирования ремонтируемого изделия с позиций теории надежности.
22. Статистические показатели надежности ремонтируемых изделий.
23. Вероятностные показатели надежности ремонтируемых изделий.
24. Методы повышения надежности изделий на этапе проектирования.
25. Методы повышения надежности изделий на этапе изготовления.
26. Методы повышения надежности изделий на этапе эксплуатации.
27. Связь экономических показателей и показателей надежности.
28. Расчет надежности электротехнологических установок и систем.
29. Резервирование - метод повышения надежности изделия. Виды резервирования.
30. Общее постоянное резервирование.
31. Раздельное постоянное резервирование с целой кратностью.
32. Резервирование замещением общее с целой кратностью.
33. Поэлементное резервирование замещением.
34. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (параллельное соединение элементов).
35. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (последовательное соединение элементов).
36. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (параллельно-последовательное соединение элементов).
37. Скользящее резервирование
38. Резервирование с дробной кратностью.
39. Испытания на надежность. Классификация.
40. Определительные испытания.
41. Контрольные испытания. Испытания , основанные на числе отказов равном нулю.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Зачет с оценкой
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

5.2.1. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-бальной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nttu.ru/quest/question/list/subject_id/589/quest_id/1959

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-2 Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1 выбирает методы обработки результатов эксперимента	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствует понимание принципов составления плана проведения экспериментальных исследований и методов осуществления обработки результатов экспериментов в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала.	Фрагментарные, поверхностные знания математических методов анализа электромагнитных, электро-механических и электро-тепловых процессов, методов математической статистики, теории вероятностей, метрологии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

ПКС-2 Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствует понимание зависимости параметров надёжности от технических характеристик, показателей экономичности и эффективности, а также методов расчёта показателей надёжности. Не умеет проводить анализ результатов расчёта и эксперимента, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Понимает принципы составления плана проведения экспериментальных исследований и способы обработки результатов экспериментов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; в полной мере владеет классификацией ресурсов; Свободно осуществляет поиск справочных и нормативных документов; успешно применяет их в практических примерах.; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
--	---	---	--	---	--

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1 Байков А.И., Бычков Е.В. Курс лекций "Надёжность электромеханических систем". Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: "Надёжность электромеханических систем".

6.1.2 Шишмарёв, В. Ю. Надёжность технических систем: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473175> (дата обращения: 06.12.2021).

6.1.3. Тимошенко, С. П. Основы теории надежности: учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468851> (дата обращения: 06.12.2021).

6.1.4 Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93594> 468851 (дата обращения: 06.12.2021).

6.2. Справочно-библиографическая литература.

учебники и учебные пособия

6.2.1. Тимошенко, С. П. Основы теории надежности: учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст: электрон-

ный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468851> (дата обращения: 06.12.2021).

6.2.2. Долгин, В. П. Надежность технических систем : учеб. пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 167 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-9558-0430-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/944892> (дата обращения: 06.12.2021).

6.2.3. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584> (дата обращения: 06.12.2021).

6.2.4. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем: учебное пособие / Е.А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1756-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56607> (дата обращения: 06.12.2021).

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)

6.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине "Надёжность электромеханических систем" в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14541

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14542

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14543

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14544

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1. Windows XP, Prof, S/P3, 7, 10 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23	

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 -Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1215 Компьютерный класс (для практических занятий, самостоятельной работы студентов, курсового проектирования,)	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор 3. Персональные компьютеры с выходом на Optoma X341, Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 230, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету	1. Windows XP, Prof, S/P3, 7, 10 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22
2	Ауд. 1247 Аудитория для лекционного цикла	1. ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium Dual-Core 2.80 ГГц, 3 Гб ОЗУ, 160 Гб HDD, монитор 15” — 1 шт. 2. Доска меловая — 1 шт.	Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023, до 28.05.24)

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Panasonic – 1 шт. 5. Рабочих мест преподавателя – 1 6. Рабочих мест студента – 112	Mathcad 15 (лицензия PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13) Adobe Reader (проприетарное ПО)
3	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	1. Компьютер PC, Intel Core I3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету. 2. Посадочных мест - 4.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2010 (лицензия № 49487732); 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23) 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Надёжность электромеханических систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе E-learning 4Gi могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы

успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи

Примерная тематика рефератов:

1. Экономический и технико-экономический статус надёжности как науки.
2. Связь теории надёжности с другими научными дисциплинами.
3. Взгляд в историю. Истоки зарождения надёжности как научной дисциплины.
4. Значение и роль надёжности в современных условиях.
5. Основы теории вероятностей и математической статистики.
6. Случайные величины и события, изучаемые в теории надёжности.
7. Насколько важно знать закон распределения случайной величины.
8. Сравнение надёжности бытового и промышленного электрооборудования.
9. Выдающиеся учёные в области теории надёжности.
10. Экономика и надёжность. Факторы взаимного влияния.
11. Сертификация и лицензирование. Их влияние на надёжность.
12. Кривая жизни изделия. Этапы "жизненного пути"
13. Повышение надёжности - это разовое мероприятие?
14. Резервирование - наглядный и эффективный способ влияния на надёжность.
15. Сравнительный анализ инженерных методов расчета надёжности.
16. Современные системы обеспечения качества продукции.
17. Зачем планировать испытания?

18. Ускоренные испытания. Модель подоби́я.
19. Надёжность электрических машин. Сравнительный анализ.
20. Надёжность электротехнологических установок и систем.
21. Надёжность силовых полупроводниковых приборов.
22. Надёжность релейно-контакторной аппаратуры.
23. Методы неразрушающего контроля и диагностики.
24. Современные программные средства, применяемые для оценки и расчёта надёжности технических систем.
25. Современные методы повышения надёжности на этапе проектирования.
26. Современные методы повышения надёжности на этапе изготовления.
27. Современные методы повышения надёжности на этапе эксплуатации.
28. Феномен японского чуда с точки зрения теории надёжности.
29. Надёжность электромонтажа. Современные технологии электромонтажных работ.
30. Современные методы диагностики технических систем.
31. Методические основы исследования надёжности и эффективности.
32. Организационные основы обеспечения надёжности техники.
33. Терминология в области надёжности.
34. Математические основы надёжности.
35. Обеспечение надёжности невосстанавливаемых систем.
36. Обеспечение надёжности восстанавливаемых систем.
37. Применение методов теории подоби́я и моделирования в машиностроении.
38. Обеспечение надёжности радиоэлектронных систем.
39. Зарубежный опыт в решении задач управления качеством и надёжностью технических объектов.
40. Методы оценки затрат по повышению надёжности.
41. Обеспечение надёжности аккумуляторных батарей.
42. Обеспечение надёжности на основе системы АВР (автоматического включения резерва).
43. Испытание изделий. Требования к надёжности изделий, к методам испытаний.
44. Оценка надёжности изделий по результатам испытаний.
45. Эффективность ускоренных испытаний.
46. Принципы и методы контроля и оценки качества и надёжности продукции при ее производстве.
47. Сравнение надёжности и достоверности передачи информации по известным протоколам передачи данных.
48. Показатели ремонтпригодности технических систем.
49. Технические средства автоматизированного контроля и диагностики сложных систем.
50. Техническая диагностика – как метод обеспечения надёжности систем.
51. Технические средства диагностирования.
52. Влияние внешних факторов на надёжность сложных технических систем.
53. Методы прогнозирования надёжности проектируемых изделий.
54. Обеспечения надёжности программного обеспечения.
55. Надёжность силовых полупроводниковых элементов.
56. Испытания на надёжность релейно-контакторной аппаратуры.
57. Надёжность автоматических выключателей с искусственным интеллектом.
58. Качество и надёжность светодиодных ламп.
59. Анализ видов отказов и их последствий.
60. Обеспечение надёжности электрооборудования автомобиля.
61. Надёжность коммутационных линий автомобиля.
62. Современные методы повышения качества электромонтажных работ.

63. Микроминиатюризация в радиоэлектронике - основа для повышения показателей надёжности.

—

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение практических занятий;
- расчетно-графическая работа;
- реферат;
- тестирование в системе E-Learning по различным разделам курса;
- зачёт с оценкой.

11.1.1. Типовые задания для практических занятий

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: «Надёжность электромеханических систем»,
https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14541
https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14542
https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14543
https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/589/resource_id/14544

11.1.2. Вопросы к промежуточной аттестации (зачёт с оценкой) :

1. Основные понятия теории вероятности (случайное событие, совместные и несовместные события, полная группа событий и т.п.).
2. Случайные величины. Функция и плотность распределения случайной величины.
3. Сумма и произведение случайных событий. Теорема сложения вероятностей случайных событий.
4. Теорема умножения вероятностей случайных событий. Формула полной вероятности.
5. Числовые характеристики случайной величины.
6. Нормальный закон распределения случайной величины. Закон трех сигм.
7. Показательное распределение случайной величины.

8. Распределение Пуассона для дискретной случайной величины.
9. Элементы математической статистики. Точечные оценки параметров распределений случайных величин.
10. Основные задачи, решаемые в теории надежности с использованием аппарата математической статистики.
11. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.
12. Статистический ряд. Гистограмма.
13. Числовые характеристики статистического распределения.
14. Критерии согласия . Распределение хи-квадрат.
15. Проблема надежности. Основные задачи теории надежности.
16. Основные термины и определения теории надежности.
17. Понятие отказа изделия. Классификация отказов.
18. Статистические показатели надежности неремонтируемых изделий.
19. Вероятностные показатели надежности неремонтируемых изделий.
20. Математические модели безотказности.
21. Процесс функционирования ремонтируемого изделия с позиций теории надежности.
22. Статистические показатели надежности ремонтируемых изделий.
23. Вероятностные показатели надежности ремонтируемых изделий.
24. Методы повышения надежности изделий на этапе проектирования.
25. Методы повышения надежности изделий на этапе изготовления.
26. Методы повышения надежности изделий на этапе эксплуатации.
27. Связь экономических показателей и показателей надежности.
28. Расчет надёжности электротехнологических установок и систем.
29. Резервирование - метод повышения надежности изделия. Виды резервирования.
30. Общее постоянное резервирование.
31. Раздельное постоянное резервирование с целой кратностью.
32. Резервирование замещением общее с целой кратностью.
33. Поэлементное резервирование замещением.
34. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (параллельное соединение элементов).
35. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (последовательное соединение элементов).
36. Резервирование элементов с 2-мя видами отказов (параллельно-последовательное соединение элементов).
37. Скользящее резервирование
38. Резервирование с дробной кратностью.
39. Испытания на надежность. Классификация.
40. Определительные испытания.
41. Контрольные испытания. Испытания , основанные на числе отказов равном нулю.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
118	30	60

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G.