

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к602) Электротехника, электроника и
электромеханика



Скорик В.Г., канд.
техн. наук, доцент

29.05.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Надежность и диагностика электрооборудования**

27.03.04 Управление в технических системах

Составитель(и): к.т.н., доцент, Бузмакова Л.В.

Обсуждена на заседании кафедры: (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от 21.05.2025г. № 10

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от __ 2026 г. № __
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от __ 2027 г. № __
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от __ 2028 г. № __
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от __ 2029 г. № __
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины Надежность и диагностика электрооборудования

разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.07.2020 № 871

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

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

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	252	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены (семестр) 7
контактная работа	112	зачёты (семестр) 6
самостоятельная работа	104	рефератов 7 сем. (1)
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
Неделя	16 2/6		18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	16	16	48	48
Практические	16	16	32	32	48	48
Контроль самостоятельно й работы	8	8	8	8	16	16
В том числе инт.			16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48	96	96
Контактная работа	56	56	56	56	112	112
Сам. работа	52	52	52	52	104	104
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	108	108	144	144	252	252

1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Основные понятия и определения надежности. Свойства надежности и состояния объекта. Расчет показателей надежности по статистическим данным. Основные математические модели, используемые в расчетах надежности. Надежность не восстанавливаемой системы при основном соединении. Надежность не восстанавливаемой системы при различных способах резервирования. Надежность восстанавливаемых систем. Анализ показателей надежности по экспериментальным данным. Надежность и безопасность в электроустановках.
1.2	Основные понятия и определения технической диагностики. Характеристика методов диагностирования элементов электроустановки - функциональное и тестовое диагностирование. Задача контроля работоспособности. Методы контроля работоспособности. Задача поиска дефектов. Методы построения алгоритмов поиска дефектов. Прогнозирование изменения состояния – аналитическое и вероятностное прогнозирование. Система диагностирования (СД). Средства технического диагностирования. Типовые структуры и показатели СД. Методы и средства диагностирования элементов электроустановок (электропривода). Методы и средства поиска дефектов, возникающих в элементах электроустановок (электропривода). Проектирование систем диагностирования. Организация системы диагностирования. Построение и анализ диагностических моделей электроустановок. Проектирование технических средств диагностирования. Разработка алгоритмов процесса диагностирования. Определение эффективности СД.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.О.24
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Электрический привод
2.1.2	Теоретические основы электротехники
2.1.3	Электрические машины
2.1.4	Высшая математика
2.1.5	Информационно-измерительная техника
2.1.6	Силовая электронная техника и преобразователи
2.1.7	Основы электроники
2.1.8	Информатика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
2.2.2	Проектирование систем промышленной автоматизации
2.2.3	Робототехнические и мехатронные системы
2.2.4	Проектная практика

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-4: Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов

Знать:

Устройство основных типовых технических средств автоматики и управления, аппаратные и программные средства систем управления; прикладные компьютерные программы для вычислений: наименования, возможности и порядок работы в них.

Уметь:

Использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в про-фессиональной деятельности; выполнять проект технического обеспечения систем управления на базе типовых программно-аппаратных комплексов.

Владеть:

Навыками использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности; навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте-ракт.	Примечание
	Раздел 1. лекции 1 часть (6семестр)						

1.1	Основные термины и свойства надежности технических устройств. Состояния объектов. Понятие отказа, повреждения, восстановления. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.6Л2.1 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.2	События и процессы. Классификация отказов электрооборудования. Факторы, влияющие на надежность электрооборудования (электроустановок) /Лек/	6	2		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.3	Показатели надежности технических устройств: показатели свойств надежности, единичные и комплексные показатели. /Лек/	6	2		Л1.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.4	Математические модели, используемые в расчетах надежности. Применение математических законов распределения в теории надежности. /Лек/	6	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.5	Методы повышения безотказности элементов электрооборудования. Виды резервирования. /Лек/	6	2		Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	
1.6	Расчет показателей надежности электрооборудования при проектировании. Надежность невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов. /Лек/	6	2		Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.7	Надежность невосстанавливаемых систем при различных видах резервирования. /Лек/	6	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.8	Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Расчет показателей надежности при основном соединении. /Лек/	6	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.9	Расчет показателей надежности восстанавливаемых объектов и систем при и различных видах резервирования /Лек/	6	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.10	Анализ показателей надежности по данным эксплуатации. Обзор важнейших эксплуатационных документов. Сбор информации для оценки показателей надежности ЭО в эксплуатации. /Лек/	6	2		Л1.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.11	Подготовка исходных данных. Выбор закона распределения по статистическим данным. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых объектов и систем по данным эксплуатации. /Лек/	6	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
1.12	Расчет показателей надежности восстанавливаемых объектов и систем по статистическим данным. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3	0	
1.13	Испытания электрооборудования на надежность. Основные понятия и определения. Исследования необходимые для разработки ускоренных испытаний на надежность /Лек/	6	2		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.14	Надежность электрооборудования при эксплуатации. Правила условий эксплуатации ЭО для обеспечения его расчетной надежности. Защита от аварийных режимов. /Лек/	6	2		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	0	

1.15	Обеспечение запасными частями электроустановок. Виды комплектов запасных частей. Расчет комплектов запасных частей /Лек/	6	2		Л1.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.16	Надежность, безопасность и персонал в системах электропривода /Лек/	6	2		Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	
	Раздел 2. Практика (6семестр)						
2.1	Расчет вероятности случайных событий. Основные законы теории вероятности. /Пр/	6	2		Л1.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	Расчет показателей надежности по статистическим данным. /Пр/	6	2		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.3	Математические модели, используемые в расчетах надежности. Применение математических законов распределения в теории надежности. /Пр/	6	2		Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1 Э2 Э3	0	
2.4	Определение показателей надежности невосстанавливаемых объектов и систем, при основном соединении элементов и различных видах резервирования. /Пр/	6	2		Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	
2.5	Определение показателей надежности восстанавливаемых не резервируемых объектов и систем с помощью составления графа переходов. /Пр/	6	2		Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
2.6	Сравнение различных вариантов систем электрооборудования и их показателей надежности. Определение выигрыша надежности. /Пр/	6	2		Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1 Э2 Э3	0	
2.7	Расчет показателей надежности электрооборудования по экспериментальным данным. /Пр/	6	2		Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
2.8	Расчет комплектов запасных частей электрооборудования /Пр/	6	2		Л1.1 Э1 Э2 Э3	0	
	Раздел 3. Самостоятельная работа (6 семестр)						
3.1	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	6	20		Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	16		Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
3.3	Подготовка к итоговому контролю (зачету) /Ср/	6	16		Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	
	Раздел 4. лекции 2 часть (7семестр)						
4.1	Основные понятия и определения технической диагностики. Диагностирование в жизненном цикле Электроустановки (ЭУ). Рабочее и тестовое диагностирование ЭУ. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	Контроль работоспособности. Условия работоспособности. Степень работоспособности. Периодичность контроля. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	"дискуссии"
4.3	Задача поиска дефектов. Признаки и методы обнаружения дефектов. Построение алгоритмов поиска дефектов. Основные причины появления неисправностей и отказов в ЭУ. /Лек/	7	2		Л1.4 Э1 Э2 Э3	0	

4.4	Прогнозирование изменения состояния объекта диагностирования. Аналитическое и вероятностное прогнозирование состояния. /Лек/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	"работа в малых группах"
4.5	Система диагностирования электроустановок. Средства технического диагностирования. Классификация систем диагностирования. Показатели систем диагностирования. /Лек/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
4.6	Диагностические признаки различных видов дефектов ЭУ. Методы контроля работоспособности ЭУ. Основные элементы средств контроля работоспособности элементов ЭУ. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.5Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	"лекция-консультация"
4.7	Построение и анализ диагностических моделей. Способы построения диагностических моделей. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
4.8	Проектирование систем диагностирования. Разработка алгоритмов диагностирования. Проектирование технических средств диагностирования. Определение Эффективности систем диагностирования. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.5Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	"дискуссии"
Раздел 5. практика (7 семестр)							
5.1	Основные понятия и определения алгебры логики. Булевские функции. Методы минимизации логических функций. /Пр/	7	2		Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.2	Составление математических моделей объекта диагноза. Таблица функций неисправностей (ТФН). /Пр/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	дискуссии
5.3	Составление проверяющих и диагностических тестов по ТФН. /Пр/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.4	Методы прогнозирования состояния элементов ЭУ. /Пр/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	дискуссии
5.5	Определение остаточного ресурса изоляции трансформатора. /Пр/	7	2		Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.6	Система диагностирования. Типовые структуры систем диагностирования. Показатели систем диагностирования (СД). /Пр/	7	2		Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.7	Проектирование систем диагностирования. Критерии и задачи организации СД. /Пр/	7	2		Л1.2Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.8	Диагностические модели. Способы построения диагностических моделей ЭУ. /Пр/	7	2		Л1.2Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	дискуссии
5.9	Диагностические модели. Примеры построения диагностических моделей ЭУ. /Пр/	7	2		Л1.2 Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.10	Методы анализа диагностических моделей. Построение алгоритмов диагностирования. /Пр/	7	2		Л1.4Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.11	Примеры построения алгоритмов диагностирования ЭУ. /Пр/	7	2		Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.12	Пректирование технических средств диагностирования (ТСД). Математическая формулировка задач проектирования ТСД. /Пр/	7	2		Л1.2Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	

5.13	Определение доли встраиваемых в объект диагностирования ТСД. Разработка алгоритмов процесса диагностирования. /Пр/	7	2		Л1.2Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.14	Обоснование степени автоматизации диагностирования ЭУ. /Пр/	7	2		Л1.2 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.15	Эффективность систем диагностирования. Расчет достоверности диагностирования. /Пр/	7	2		Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
5.16	Показатели повышения эффективности (надежности)ЭУ с учетом её диагностирования. /Пр/	7	2		Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	2	дискуссии
	Раздел 6. самостоятельная работа (7 семестр)						
6.1	•изучение теоретического материала по лекциям, учебной и учебно-методической литературе; •отработка навыков решения задач по темам лекций, практических занятий; •самостоятельное решение задач дома и в аудитории. /Ср/	7	15		Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
6.2	•Анализ литературы и написание реферата по заданной теме. /Ср/	7	25		Л1.2 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
6.3	•подготовка к итоговому контролю (экзамен) /Ср/	7	12		Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	0	
	Раздел 7. (экзамен)						
7.1	/Экзамен/	7	36		Э1 Э2 Э3	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бузмакова Л.В.	Основы теории надежности: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013,
Л1.2	Привалов Е. Е.	Диагностика электроэнергетического оборудования	М. Берлин: Директ-Медиа, 2015, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428595
Л1.3	Малафеев С.И., Копейкин А.И.	Надежность технических систем	Москва: Лань, 2012, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778
Л1.4	Сапожников В.В., Сапожников В.В.	Основы технической диагностики: учеб. пособие	Москва: Ц ЖДТ (бывший ""Маршрут", 2004, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59181

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.5	Поляков В. А.	Основы технической диагностики: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013, http://znanium.com/go.php?id=391424
Л1.6	Хорольский В. Я., Таранов М. А.	Надежность электроснабжения: Учебное пособие	Москва: Издательство "ФОРУМ", 2017, http://znanium.com/go.php?id=538218

6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Пинчуков П.С., Наконечный М.В.	Надежность электроустановок: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015,
Л2.2		Безопасность и надежность технических систем	Москва: Логос, 2004, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84762
Л2.3	Секретарев Ю. А.	Надежность электроснабжения	Новосибирск: НГТУ, 2010, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760
Л2.4	Аполлонский С.М., Куклев Ю.В.	Надежность и эффективность электрических аппаратов: учеб. пособие	Москва: Лань, 2011, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2034
Л2.5	Ефимов А. В.	Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог	Москва: Ц ЖДТ (бывший "Маршрут", 2000, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59026
Л2.6	Мещерякова А.А., Глухов Д.А.	Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебное пособие	Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016, https://znanium.com/catalog/document?id=76203

6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Пинчуков П.С.	Расчет надежности элементов электроэнергетических систем: Метод. указания	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006,
Л3.2	Бузмакова Л.В.	Расчет показателей надежности электротехнических устройств: метод. указания для выполнения контрольной работы	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Раздел, посвященный дисциплине на сайте университета	www.dvgups.ru
Э2	Библиотека МГУПС	www.library.miit.ru
Э3	Библиотека	www.biblioclub.ru

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

6.3.1 Перечень программного обеспечения

Office Pro Plus 2007 - Пакет офисных программ, лиц.45525415
Windows 7 Pro - Операционная система, лиц. 60618367
Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition - Антивирусная защита, контракт 469 ДВГУПС
АСТ тест - Комплекс программ для создания банков тестовых заданий, организации и проведения сеансов тестирования, лиц.АСТ.РМ.А096.Л08018.04, дог.372
Free Conference Call (свободная лицензия)
Zoom (свободная лицензия)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

1.Электронный каталог НТБ ДВГУПС. - Режим доступа: http://ntb.festu.khv.ru/
2.Электронно-библиотечная система «КнигаФонд». - Режим доступа: http://www.knigafund.ru/

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитория	Назначение	Оснащение
242	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. "Лаборатория теоретических основ электротехники".	комплект учебной мебели, экран, маркерная доска, тематические плакаты, универсальные лабораторные стенды с комплектами электроизмерительных приборов, комплекты электромонтажных инструментов, оборудование для пайки, деталей, электрооборудование для монтажа цепей 0,4 кВ и цепей управления. Windows XP, лиц.46107380, Office Pro Plus 2007, лиц. 45525415, Microsoft Office Visio Профессиональный 2007, лиц.45525415.
332	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. "Лаборатория систем управления и автоматизации электроприводов промышленных и транспортных установок".	комплект учебной мебели, доска, экран, тематические плакаты, шкафы автоматизации Schneider Electric, лабораторные стенды "СДПТ 1", "СДПТ 2", "САД 1". Windows 10 Pro, Kaspersky Endpoint Security, Microsoft Office профессиональный плюс 2007.
418	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.	комплект учебной мебели, меловая доска, экран, тематические плакаты.
245	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. "Лаборатория основ физической и информационной электроники".	комплект учебной мебели, маркерная доска, тематические плакаты, универсальные лабораторные стенды "Промышленная электроника",
343	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.
249	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для лучшего усвоения материала курса рекомендуется составлять конспект по каждой теме. После изучения теоретического материала темы, необходимо ответить на вопросы для самопроверки. При возникновении непонятных вопросов следует обращаться за консультацией к преподавателю, ведущему дисциплину.

Перед началом каждого практического занятия студент должен внимательно прочитать краткий теоретический материал. Для лучшего усвоения дисциплины рекомендуется при подготовке к практическим занятиям использовать литературу, указанную в списке рекомендуемых источников, а также соответствующие методические разработки ДВГУПС.

Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

Направление: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Управление в автоматизированных и робототехнических системах

Дисциплина: Надежность и диагностика электрооборудования

Формируемые компетенции:

1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций

Объект оценки	Уровни сформированности компетенций	Критерий оценивания результатов обучения
Обучающийся	Низкий уровень Пороговый уровень Повышенный уровень Высокий уровень	Уровень результатов обучения не ниже порогового

Шкалы оценивания компетенций при сдаче экзамена или зачета с оценкой

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
		Экзамен или зачет с оценкой
Низкий уровень	Обучающийся: -обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; -допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой; -не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Обучающийся: -обнаружил знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебной и предстоящей профессиональной деятельности; -справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; -знаком с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; -допустил неточности в ответе на вопросы и при выполнении заданий по учебно-программному материалу, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Обучающийся: - обнаружил полное знание учебно-программного материала; -успешно выполнил задания, предусмотренные программой; -усвоил основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; -показал систематический характер знаний учебно-программного материала; -способен к самостоятельному пополнению знаний по учебно-программному материалу и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Хорошо

Высокий уровень	Обучающийся: -обнаружил всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала; -умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; -ознакомился с дополнительной литературой; -усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплин и их значение для приобретения профессии; -проявил творческие способности в понимании учебно-программного материала.	Отлично
-----------------	---	---------

Шкалы оценивания компетенций при сдаче зачета

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся: - обнаружил на зачете всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала; - допустил небольшие упущения в ответах на вопросы, существенным образом не снижающие их качество; - допустил существенное упущение в ответе на один из вопросов, которое за тем было устранено студентом с помощью уточняющих вопросов; - допустил существенное упущение в ответах на вопросы, часть из которых была устранена студентом с помощью уточняющих вопросов	Зачтено
Низкий уровень	Обучающийся: - допустил существенные упущения при ответах на все вопросы преподавателя; - обнаружил пробелы более чем 50% в знаниях основного учебно-программного материала	Не зачтено

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оцениваются следующим образом:

Планируемый уровень результатов освоения	Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Знать	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельно-му применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных

Уметь	Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.	Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.
Владеть	Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.

2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета

Примерный перечень вопросов к зачету (ОПК-4)

- Основные понятия и определения теории надежности. Объекты и системы. Свойства надежности.
- Виды объектов. Состояния объектов и систем. Переход объекта в различные виды состояний.
- Повреждения и отказы. Классификация отказов
- Факторы, влияющие на надежность электротехнических устройств.
- Показатели свойств надежности. Показатели безотказности.
- Показатели свойств надежности. Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.
- Показатели свойств надежности. Комплексные показатели.
- Показатели надежности невосстанавливаемых объектов и систем.
- Показатели надежности восстанавливаемых объектов и систем
- Математическая модель надежности. Кривая жизни электротехнического устройства. Применение математического моделирования в расчетах надежности.
- Математические законы распределения, применяемые в теории надежности.
- Нормальное распределение. Правило трех сигм.
- Основная документация для сбора первичной информации при анализе надежности по экспериментальным данным.
- Планирование испытаний. Виды испытаний на надежность.
- Статистическая обработка экспериментальных данных.
- Интервальная оценка показателей надежности.
- Структурная схема надежности.
- Расчет показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.
- Виды расчетов показателей надежности невосстанавливаемых не резервируемых устройств: прикидочный, ориентировочный и окончательный расчет.
- Алгоритм расчета показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.
- Способы повышения надежности электротехнических устройств с помощью резервирования. Виды резервирования. Аппаратурное резервирование.

6. Способы повышения надежности электротехнических устройств с помощью резервирования. Виды резервирования. Мажоритарное резервирование.
7. Способы повышения надежности электротехнических устройств с помощью резервирования. Виды резервирования. Функциональное, временное, информационное и нагрузочное резервирование.
8. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с целой кратностью.
9. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с дробной кратностью.
10. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем резервировании замещением с целой кратностью.
11. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при раздельном резервировании с целой кратностью.
12. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при раздельном резервировании замещением с целой кратностью.
13. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при скользящем резервировании.
14. Расчет надежности невосстанавливаемых систем по схеме «гибели» и методом перебора благоприятных гипотез.
15. Способы преобразования в структурной схеме надежности - эквивалентная замена «звезда» - «треугольник».
16. Способы преобразования в структурной схеме надежности. Разложение структуры по базовому элементу.
17. Сравнение выигрыша надежности при различных способах резервирования.
18. Общий расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов.
19. Расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов с помощью графа переходов.
20. Алгоритм составления дифференциальных уравнений по графу состояния.
21. Расчет надежности восстанавливаемых резервируемых систем с помощью составления графа переходов.
22. Определение средней наработки до отказа с помощью составления графа переходов.
23. Интервальная оценка показателей надежности.
1. Виды объектов. Состояния объектов и систем. Переход объекта в различные виды состояний.
2. Математическая модель надежности. Кривая жизни электротехнического устройства. Применение математического моделирования в расчетах надежности.
3. Виды расчетов показателей надежности невосстанавливаемых не резервируемых устройств: прикидочный, ориентировочный и окончательный расчет.
4. Алгоритм расчета показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.
5. Способы повышения надежности электротехнических устройств с помощью резервирования. Виды резервирования. Аппаратурное резервирование.
6. Общий расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов.
7. Основная документация для сбора первичной информации при анализе надежности по экспериментальным данным.
8. Планирование испытаний. Виды испытаний на надежность.
9. Статистическая обработка экспериментальных данных.
10. Расчет комплектов запасных частей электрооборудования.
11. Надежность и безопасность электроустановок.
12. Расчет комплектов запасных частей электрооборудования.
13. Надежность и безопасность электроустановок.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Надежность и диагностика электрооборудования» (ОПК-4)

1. Основные понятия и определения технической диагностики. Диагностирование в жизненном цикле электроустановки.
2. Виды объектов. Состояния объектов и систем. Переход объекта в различные виды состояний.
3. Рабочее и тестовое диагностирование.
4. Факторы, влияющие на переход электротехнических устройств в различные виды состояний.
5. Задачи технического диагностирования.
6. Контроль работоспособности. Периодичность контроля.

7. Условия работоспособности. Степень работоспособности.
 8. Признаки и методы обнаружения дефектов.
 9. Алгоритмы поиска дефектов.
 10. Методы построения алгоритмов поиска дефектов. По показателям надежности.
 11. Методы построения алгоритмов поиска дефектов. По данным таблиц состояний.
 12. Методы построения алгоритмов поиска дефектов. Метод распознавания образов.
 13. Оценка приспособленности объекта к диагностированию.
 14. Общая классификация технических средств диагностирования.
 15. Методы контроля работоспособности: акустический и оптический методы.
 16. Методы контроля работоспособности: метод контроля диэлектрических потерь.
 17. Методы контроля работоспособности: емкостной метод.
 18. Методы контроля работоспособности: метод, основанный на контроле характеристик частичных разрядов.
 19. Средства контроля работоспособности.
 20. Средства технического диагностирования. Классификация систем диагностирования.
- Показатели систем диагностирования.
21. Методы поиска дефектов в изоляции по изменению частотных характеристик.
 22. Методы поиска дефектов электрооборудования с помощью инфракрасного и тепловизионного контроля.
 23. Методы поиска дефектов в изоляции по анализу газов, растворенных в масле с помощью инфракрасного и тепловизионного контроля.
 24. Методы определения места повреждения кабельных линий.
 25. Построение и анализ диагностических моделей: непрерывные диагностические модели.
 26. Построение и анализ диагностических моделей: дискретные и специальные диагностические модели.
 27. Способы построения диагностических моделей.
 28. Алгоритм составления проверяющих тестов.
 29. Алгоритм составления диагностических тестов.
 30. Способы минимизации логических функций (метода карт Карно).
 31. Способы минимизации логических функций (на примере основных соотношений булевой алгебры).
 32. Прогнозирование изменения состояния электротехнических устройств: цели задачи.
 33. Типовые структуры систем диагностирования.
 34. Эффективность систем диагностирования.
 35. Связь между надежностью и диагностированием электроустановки.
 36. Классификация систем диагностирования.
 37. Обоснование степени автоматизации диагностирования ЭУ.
 38. Расчет достоверности диагностирования.
 39. Суммарные затраты на создание ТСД и запасных элементов при реализации поиска дефектов с заданной глубиной.
 40. Зависимость затрат на ТСД и запасные элементы для объекта диагностирования (ОД) от глубины поиска дефектов.
 41. Как охарактеризовать количественно достоверность диагностирования.
 42. Процедура поиска минимума глубины поиска дефектов. Зачем нужен самоконтроль ТСД.
 43. Два случая количественной оценки достоверности результатов диагностирования. Как оценить полноту диагностирования.
 44. Основная документация для сбора первичной информации для определения состояния по экспериментальным данным.

Образец экзаменационного билета

Дальневосточный государственный университет путей сообщения		
Кафедра (кб02) Электротехника, электроника и электромеханика 7 семестр, 2025-2026	Экзаменационный билет № Надежность и диагностика электрооборудования Направление: 27.03.04 Управление в технических системах Направленность (профиль): Управление в автоматизированных и робототехнических системах	Утверждаю» Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент 21.05.2025 г.
Вопрос Признаки и методы обнаружения дефектов. (ОПК-4)		
Вопрос (ОПК-4)		

Задача (задание) (ОПК-4)

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующих формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.

Примерные задания теста (ОПК-4)

Задание 1

Выберите правильный вариант ответа.

Условие задания: Выбор рациональных решений при проектировании и изготовлении оборудования, с целью обеспечения требуемого уровня надежности, является задачей _____

- ☐ синтеза
- ☐ анализа
- ☐ расчета
- ☐ прогноза

Задание 2

Выберите правильный вариант ответа.

Условие задания: Подшипник с точки зрения надежности представляет собой:

- ☐ предмет, имеющий определенное техническое назначение, рассматриваемый на всех этапах его существования
- ☐ техническое устройство, состоящее из конструктивно независимых и функционально объединенных элементов
- ☐ часть системы не имеющая самостоятельного (вне системы) эксплуатационного назначения

Задание 3

Приведите соответствие

По времени проявления	Внезапные
По наличию внешних признаков.	Перемежающийся
По связи с другими отказами	Скрытый
По причине возникновения	Независимый
По восстанавливаемости	Катастрофический
По степени влияния на работоспособность	Конструктивный

Задание 4

Расположите интервалы "Кривой жизни" технического устройства в верной последовательности:

- 1: интервал приработки
- 2: интервал нормальной эксплуатации
- 3: интервал старения и износа

Задание 5

Выбрать правильные ответы

Методы технической диагностики

По средствам поведения диагностики бывают:

- ☐ Аппаратные
- ☐ Программные
- ☐ Встроенные
- ☐ Прямые
- ☐ Групповые

Задание 6

Выбрать правильные ответ:

Методы технической диагностики.

По средствам проведения диагностики бывают:

- ☐ Прямые
- ☐ Единичные
- ☐ Косвенные
- ☐ Аппаратные
- ☐ Групповые

Задание 7

Выбрать правильные ответы:

Методы технической диагностики.

По количеству проводимых операций бывают:

- ☐ Единичные
- ☐ Организационные
- ☐ Групповые
- ☐ Программные
- ☐ Сплошные

Задание 8

Выбрать правильные ответы:

Методы технической диагностики.

По степени автоматизации:

- ☐ Ручные
- ☐ Программные
- ☐ Аппаратные
- ☐ Автоматизированные
- ☐ Функциональные

Задание 9

Выбрать правильные ответы:

Методы технической диагностики.

По способу решения задач:

- ☐ Детерминированные
- ☐ Переносные
- ☐ Вероятностные
- ☐ Аппаратные
- ☐ Стационарные

Задание 10

Выбрать правильные ответы:

Методы технической диагностики.

По способу отношения к диагностированию:

- ☐ Вероятностные
- ☐ Тестовые
- ☐ Стационарные
- ☐ Передвижные
- ☐ Переносные

Задание 11

Ввести правильный ответ:

Коэффициент _____ - это степень старения изоляции.

Правильные варианты ответа: поляризации; Поляризации; ПОЛЯРИЗАЦИИ;

Задание 12

Ввести правильный ответ:

Приборы для измерения в РЦ.

Диагностические _____ - содержат необходимую для диагностики информацию, зная которую можно установить состояние объекта.

Правильные варианты ответа: признаки; ПРИЗНАКИ; Признаки;

Задание 13

Ввести правильный ответ:

Приборы для измерения в РЦ.

Диагностический _____ - количественная оценка диагностических показателей.

Правильные варианты ответа: параметр; Параметр; ПАРАМЕТР;

Задание 14

Ввести правильный ответ:

Приборы для измерения в РЦ.

Диагностический _____ - причины отклонения от нормативного значения.

Правильные варианты ответа: симптом; Симптом; СИМПТОМ;

Задание 15

Ввести правильный ответ:

_____ - утрата работоспособности, т.е. переход из исправного состояния в не исправное и не работоспособное состояние.

Правильные варианты ответа: Отказ; ОТКАЗ; отказ;

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между бальной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

Объект оценки	Показатели оценивания результатов обучения	Оценка	Уровень результатов обучения
Обучающийся	60 баллов и менее	«Неудовлетворительно»	Низкий уровень
	74 – 61 баллов	«Удовлетворительно»	Пороговый уровень
	84 – 75 баллов	«Хорошо»	Повышенный уровень
	100 – 85 баллов	«Отлично»	Высокий уровень

4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворительн	Удовлетворитель	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)	Полное несоответствие по всем вопросам.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли	Полное несоответствие критерию.	Значительное несоответствие критерию.	Незначительное несоответствие критерию.	Соответствие критерию при ответе на все вопросы.
Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы	Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы	Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.).	Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.	Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.

Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы	Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.	Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.	Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.	Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер.
Качество ответов на дополнительные вопросы	На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.	Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.	. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. 2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя.	Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.