Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 23.10.2020 10:38:26
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 23 июня 2020 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора филиала
_____ Н. В. Пшениснов
09 июля 2020 г.

Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация «Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2020

Программу составил: Куров Д.А.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «18» апреля 2020 г. № 8

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц. _____ С.М. Корсаков
подпись

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

1.1 Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Основы теории надежности» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом и приобретение ими:

- знаний основных положений, определений терминов теории надежности и современных методов подходов к обеспечению условий надежного функционирования устройств электроснабжения автоматики и телемеханики;
- умений разрабатывать и использовать методы расчета надежности устройств электроснабжения, автоматики и телемеханики и использования нормативно-технической документации по надежности в технике;
- навыков определения видов отказов и количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах, проведения анализов результатов.

1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины «Основы теории надежности» у студента должны быть сформированы знания, умения и навыки, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикатор	**Результаты освоения учебной дисциплины**
ОПК-4: Способность выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.5. Знает требования надежности основных систем железнодорожного транспорта и методы расчета показателей надежности	**Знать:** - основы теории надежности; основные термины и определения теории надежности в технике; - принципы рационального использования технических средств; - правила и методы оценки показателей надежности объектов и систем железнодорожного транспорта
	Уметь: - выбирать технические средства с учетом экологических последствий их применения - разрабатывать и использовать методы расчета надежности технических средств, - оценивать инновационные и технологические риски при внедрении новых технологий.
	Владеть: - основными методами расчетов количественных показателей надежности технических средств; - методами расчета и обеспечения производства запасными частями;

	-методами экономичного и рационального обеспечения производства,
ОПК-4.6. Умеет применять показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации	**Знать:** - терминологию, установленную государственными стандартами для теории надежности, как области знаний; основные показатели надежности, основные показатели и определения теории надежности в технике; - определение количественных показателей надежности технических устройств по априорной информации и с использованием статистических моделей; понятия о структурной и функциональной надежности объектов и систем, методы расчета показателей структурной и функциональной надежности; - современные стратегии технического обслуживания систем электроснабжения, конструктивные и эксплуатационные методы повышения их надежности; современные методы контроля уровня надежности систем электроснабжения, применяемые для этого средства и периодичность.
	Уметь: - выбирать технические средства с учетом их технических характеристик и показателей надежности; - рассчитывать сроки использования и составлять графики обслуживания оборудования СОДП. - использовать методы расчета надежности технических средств при создании инновационных проектов;
	Владеть: - методами расчетов качественных и количественных показателей технических средств; - методами расчета сроков обслуживания технических средств и составления графиков ППР; - методами формирования технических заданий по ремонту и обновлению, реконструкции оборудования СОДП, навыками; самостоятельного использования действующих нормативных документов, определяющих порядок оценки и обеспечения заданного уровня надежности объектов электроснабжения железнодорожного транспорта; - критериями оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Основы теории надежности» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули)

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций

Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.24	Основы теории надежности	ОПК-4
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.11	Начертательная геометрия и компьютерная графика	ОПК-4
Б1.О.13	Теоретическая механика	ОПК-4
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Б1.О.26	Прикладная механика	ОПК-4
Последующие дисциплины		
Б1.О.32	САПР в электроснабжении	ОПК-4
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4

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

2.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курс 3
Общая трудоемкость дисциплины: - часов - зачетных единиц	 144 4	 144 4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	14,75	14,75
из нее аудиторная работа всего	14,75	14,75
в т.ч. лекции	8	8
практические занятия	4	4
лабораторные работы	-	-
КА	0,4	0,4
КЭ	2,35	2,35
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	6,65	6,65
Самостоятельная работа	122,6	122,6
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы	9	9
Виды промежуточного контроля	Экз	Экз
Текущий контроль (вид, количество)	К(1)	К(1)

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

4.1.Темы и краткое содержание курса

Тема 1. Основные понятия теории надежности

Термины и определения; понятия: работоспособное состояния и отказ; виды отказов; понятие наработки до отказа и наработки на отказ.

Тема 2. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов

Определение и математическая запись основных показателей надежности; статистическое определение основных показателей надежности; использование показателей надежности для прогнозирования работы сложных систем.

Тема 3. Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов

Параметр потока отказов и его свойства; комплексные показатели надежности; показатели, характеризующие долговечность устройств.

Тема 4. Резервирование как способ повышения надежности технических средств

Виды и способы структурного резервирования; расчет надежности сложных систем при различных способах резервирования; особенности резервирования объектов имеющих два характера отказов: обрыв и замыкание.

Тема 5. Оценка показателей надежности объектов по экспериментальным данным об отказах

Система сбора и обработки данных об отказах в процессе эксплуатации. Планы испытаний. Определение законов распределения и оценка параметров распределения наработки до отказа по экспериментальным данным. Эксплуатационные программы КАСАНТ. УРРАН.

Тема 6. Обеспечение запасными частями

Комплекты запасных частей и их расчет.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Видыучебныхзанятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ПЗ	ЛР	
Тема 1. Основные понятия теории надежности	24	2			22
Тема 2. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов	24	1	1		22
Тема 3. Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов	24	1	1		22
Тема 4. Резервирование как способ повышения надежности технических средств	24	2	1		21

Тема 5. Оценка показателей надежности объектов по экспериментальным данным об отказах	24	1	1		22
Тема 6. Обеспечение запасными частями	15	1			14
КА	0,4				
КЭ	2,35				
Контроль	6,65				
Итого	144	8	4		122,6

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов	1
Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов	1
Резервирование как способ повышения надежности технических средств	1
Оценка показателей надежности объектов по экспериментальным данным об отказах	1
Всего	4

4.4. Тематика лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

4.6. Тематика контрольных работ

1. Расчет надежности системы, состоящей из элементов различного типа.
2. Расчет показателей надежности электротехнической установки.
3. Расчет характеристик надежности участка электрической сети.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
Тема 1. Основные понятия теории надежности	22	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Тема 2. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов	22	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Тема 3. Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов	22	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Тема 4. Резервирование как способ повышения надежности технических средств	21	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Тема 5. Оценка показателей надежности объектов по экспериментальным данным об отказах	22	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Тема 6. Обеспечение запасными частями	13,6	Работа с литературой, выполнение контрольной работы, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Итого:	122,6	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указание места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала
- методические рекомендации по выполнению контрольной работы – фонд оценочных средств;
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет	-
Экзамен	1

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Харченко А.Ф.	Основы теории надежности устройств электроснабжения: учебное пособие	Москва : М.: РГОТУПС – 2006.- 92 с.	37
Л1.2	Ефимов А.В.	Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог [Текст] : учебник / А.В. Ефимов; А.Г. Галкин	Москва : УМК МПС, 2000. - 511 с.	29
Л1.3	Ефимов А.В., Галкин А.Г.	Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог: учебник	Москва : Издательство УМК МПС России, 2000. – 512 с.- Режим доступа:	Электронный ресурс

			https://umczdt.ru/books/41/226076/	
Л1.4	Загорский В.А.	Основы теории надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта : учебное пособие	Самара : СамГУПС, 2012. — 80 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130363	Элек-тронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Горелик А.В., Ермакова О.П.	Надежность информационных систем. Основы надежности ЖАТС: Курс лекций	Москва : РГОТУПС – 2003.-89 с.	28
Л2.2	Ефимов А.В., Галкин А.Т.	Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог [Электронный ресурс	Москва : УМК МПС России – 2000.- . эл. опт. диск (CD-ROM).	22
Л2.3	Сапожников В.В., Сапожников В.В, Шаманов В.И.	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи	Москва : Маршрут – 2003.- 263 с.	48
Л2.4	Хорольский В.Я.	Надежность электроснабжения: учебное пособие	Москва : Форум: ИНФРА – М.- 2013.- 128 с.	30
Л2.5	Шишмарев В.Ю.	Надежность технических систем: учебник	Москва : Академия.- 2010.- 304 с.	31
Л2.6	Ямпурин Н.П.	Основы надежности электронных средств: учебное пособие	Москва : Академия.- 2010.- 240 с.	42
Л2.7	Загорский В.А.	Основы теории надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта : учебное пособие	Самара : СамГУПС, 2012. — 80 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130363	Электронный ресурс

8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный сайт Филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
2. Электронные библиотечные системы
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные, практические занятия, участвовать в дискуссиях по установленным темам, проводить самостоятельную работу, выполнить контрольную работу, сдать экзамен.

Указания для освоения теоретического и практического материала:

1. Обязательное посещение лекционных, практических занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

4. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, использовать рекомендованные ресурсы информационно - телекоммуникационной сети «интернет», а также использование библиотеки филиала для самостоятельной работы.

5. Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является основным видом учебных занятий. Умение самостоятельно работать необходимо для успешного овладения курсом. В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить контрольную работу. Вариант контрольной работы выбирается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента. Выполнение и защита контрольной работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время выполнения контрольной работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: MicrosoftOffice 2003 и выше. Компьютерные программы: MathCad,ElectronicsWorkbench.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Mathcad – обучающий ресурс - http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp

2. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=500&Itemid=569&lang=ru

3. Отраслевой электротехнический портал. Адрес ресурса: https://marketelectro.ru/

11.Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения занятий

с указанием соответствующего оснащения

Аудитория для проведения занятий лекционного типа - Кабинет «Электроснабжение железных дорог» (аудитория № 405), г. Н. Новгород пл. Комсомольская. д. 3 соответствует требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов. Оснащена необходимым оборудованием, обеспечивающим проведение предусмотренного учебным планом лекционных занятий по дисциплине. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Специализированная мебель: столы ученические - 19 шт., стулья ученические –35 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: (переносной экран, переносной проектор, ноутбук).

Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций.

Аудитория для проведения занятий семинарского типа - Кабинет «Электроснабжение железных дорог» (аудитория № 405).

Специализированная мебель: столы ученические - 19 шт., стулья ученические –35 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Приложение к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ОПК-4 Способность выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

Индикатор ОПК-4.5. Знает требования надежности основных систем железнодорожного транспорта и методы расчета показателей надежности

Индикатор ОПК-4.6. Умеет применять показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- лекции - практические занятия по темам теоретического содержания - самостоятельная работа студентов по вопросам тем теоретического содержания	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)
Этап 2. Формирование умений	- практические задания - самостоятельная работа студентов	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- выполнение контрольной работы	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	- проверка решений самостоятельно выполненных практических задач - тестирование текущих знаний -защита контрольной работы -экзамен	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)	- посещение лекционных и практических занятий - ведение конспекта лекций	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение;	устный ответ

		- посещение и активная работа на практических занятиях	-активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов;	
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)	- правильное и своевременное выполнение практических заданий	- успешное самостоятельное выполнение практических работ	отчет по практическим работам
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)	- наличие правильно выполненной контрольной работы	- контрольная работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	контрольная работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)	- защита контрольной работы - успешное прохождение тестирования - экзамен	- тестовые задания решены самостоятельно, в отведенное время, результат выше пороговых значений - контрольная работа выполнена в соответствии с требованиями - экзамен	устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.5)	**Знать:** - основы теории надежности; основные термины и определения теории надежности в технике. **Уметь:** - выбирать технические средства с учетом экологических последствий их применения. **Владеть:** -основными методами расчетов количественных показателей надежности технических средств.	**Знать:** - принципы рационального использования технических средств. **Уметь:** - разрабатывать и использовать методы расчета надежности технических средств. **Владеть:** - методами расчета и обеспечения производства запасными частями.	**Знать:** - правила и методы оценки показателей надежности объектов и систем железнодорожного транспорта. **Уметь:** - оценивать инновационные и технологические риски при внедрении новых технологий. **Владеть:** - методами экономичного и рационального обеспечения производства.
ОПК-4 (ОПК-4.6)	**Знать:** - терминологию, установленную госу-	**Знать:** - определение количественных показа-	**Знать:** - современные стратегии технического обслужива-

	дарственными стандартами для теории надёжности, как области знаний; основные показатели надежности, основные показатели и определения теории надежности в технике. **Уметь:** - выбирать технические средства с учетом их технических характеристик и показателей надежности. **Владеть:** - методами расчетов качественных и количественных показателей технических средств, методами расчета сроков обслуживания технических средств и составления графиков ППР.	телей надежности технических устройств по априорной информации и с использованием статистических моделей; понятия о структурной и функциональной надежности объектов и систем, методы расчета показателей структурной и функциональной надежности. **Уметь:** - рассчитывать сроки использования и составлять графики обслуживания оборудования СОДП. **Владеть:** - методами формирования технических заданий по ремонту и обновлению, реконструкции оборудования СОДП, навыками; самостоятельного использования действующих нормативных документов, определяющих порядок оценки и обеспечения заданного уровня надежности объектов электроснабжения железнодорожного транспорта	ния систем электроснабжения, конструктивные и эксплуатационные методы повышения их надежности; современные методы контроля уровня надежности систем электроснабжения, применяемые для этого средства и периодичность. **Уметь:** - использовать методы расчета надежности технических средств при создании инновационных проектов. **Владеть:** - критериями оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности.

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка **«отлично»**	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью,

	без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка **«хорошо»**	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другой индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другой на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка **«удовлетворительно»**	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другой на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка **«неудовлетворительно»**	Индикаторы достижения компетенций сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания контрольных работ

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового. Даны ответы на все теоретические вопросы. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения
Незачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют, имеются ошибки в теоретических вопросах.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.5, ОПК-4.6)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- устный ответ
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- практические занятия (методические рекомендации для проведения лабораторных работ и практических занятий)
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- контрольные работы: перечень тем и заданий по вариантам (методические рекомендации)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к экзамену (приложение 1)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Практические занятия

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабо-

чей программе учебной дисциплины)

Контрольные работы

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. После проверки контрольная работа возвращается студентам для подготовки ее защите.

Защита контрольной работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к экзамену. При защите контрольной работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике контрольной работы.

Темы контрольных работ:

1. Расчет надежности системы, состоящей из элементов различного типа.
2. Расчет показателей надежности электротехнической установки.
3. Расчет характеристик надежности участка электрической сети.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по темам, отведённых на практические занятия и лабораторные работы (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

Приложение 1

Вопросы к экзамену
Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Что может быть выбрано в качестве критериев отказов электроустановок и виды отказов.
2. Преимущества и недостатки общего и раздельного резервирования.
3. Основные группы факторов оказывающих влияние на надежность.
4. Преимущества и недостатки активного и пассивного резервирования.
5. Какие элементы систем электроснабжения следует считать неремонтопригодными объектами, их показатели надежности.
6. Общие свойства функции надежности.
7. Особенности резервирования объектов имеющих отказы в виде «обрыв» и «замыкание».
8. Показатели, характеризующие долговечность объекта.
9. Теоретические законы распределения вероятности времени работы объекта до отказа чаще всего используемые при расчете надежности сложных устройств.
10. Коэффициенты оперативной готовности и технического использования.
11. Средняя наработка до отказа и ее связь с другими показателями надежности.
12. Способы повышения надежности сложных технических устройств.
13. Показатели надежности ремонтируемых объектов.
14. Численные комплексные показатели надежности восстанавливаемых объектов.
15. В каких случаях для оценки надежности технических объектов используются показатели: интенсивность отказов и параметр потока отказов.
16. Свойства простейшего потока событий (отказов).
17. Методы проверки соответствия теоретического распределения по экспериментальным данным.
18. Связь между математическим ожиданием, дисперсией и интенсивностью отказов при экспоненциальном законе распределения отказов.
19. Особенности применения распределения Пуассона при определении показателей надежности при малом числе данных.
20. Основные показатели долговечности.
21. Способы получения данных об отказах.
22. Основная формула надежности.
23. Виды резервирования.
24. Пассивное резервирование с перераспределением нагрузки.
25. Единицы измерения средней наработки до отказа, интенсивности отказов, дисперсии и среднеквадратического отклонения.
26. Поток событий без последствий.
27. Дисперсия и коэффициент вариации средней наработки до отказа.
28. Особенности активного резервирования.

29. Факторы, влияющие на надежность электроснабжения электрифицированных железных дорог.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

30. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
31. Структурная надежность технических устройств. Виды резервирования. Способы резервирования.
32. Общие пути повышения надежности обеспечения энергией электрического подвижного состава и нетяговых потребителей.
33. Надежность однотипных устройств при общем и раздельном способах резервирования.
34. Способы получения данных об отказах.
35. Резервирование объектов, имеющих два характера отказа: обрыв и замыкание.
36. Работоспособное состояние объекта, восстанавливаемые объекты, невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые объекты, неремонтируемые объекты.
37. Методы повышения надежности объектов с помощью структурного резервирования.
38. Возникновение и развитие теории надежности.
39. Резервирование как способ повышения надежности устройств системы электроснабжения.
40. Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов.
41. На чем базируется теория надежности технических устройств и почему?
42. Охарактеризуйте термины «надежность объекта» и «работоспособное состояние объекта».
43. Коэффициенты готовности и простоя и их определение из опыта.
44. Основные количественные показатели надежности неремонтопригодных изделий и их определение на основе статистических данных.
45. Различия в функциональном последовательном соединении элементов электроустановки и последовательном соединении элементов при расчете надежности.
46. Планы испытания на надежность ремонтируемых технических объектов.
47. Планы испытаний на надежность неремонтируемых технических объектов.
48. Охарактеризуйте термин «резервирование объекта» и основные виды резервирования.
49. Охарактеризуйте понятия «ординарность» и «стационарность» потока отказов.
50. Физический смысл плотности распределения вероятности отказа и ее определение по статистическим данным.

51. Приведите и объясните ход типовой зависимости интенсивности отказов объекта во времени.
52. Охарактеризуйте термин «кратность резервирования», в чем различие между резервированием с целой и дробной кратностью.
53. Чем объясняется широкое применение экспоненциального распределения при расчете надежности объектов.
54. Расчет характеристик надежности электрических сетей.
55. Термин «наработка» и определение «наработки» из опыта.
56. Вычисление вероятности безотказной работы сложных событий или сложных объектов.
57. Охарактеризуйте понятия «объект», «система» и «элемент».
58. Определение средней наработки до отказа по опытным данным.
59. Одиночные и групповые комплекты запасных частей.
60. Особенности расчета показателей надежности при малом числе данных об отказах.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Задача. Интенсивность отказов изоляторов составляет X $ч^{-1}$. Сколько изоляторов может отказать за Y ч работы, если в эксплуатации находятся одновременно Z изоляторов?
2. За период эксплуатации Y часов средняя наработка устройства фидерного АПВ составляет Xчасов, а среднее время восстановления – Z ч. Определить параметр потока отказов АПВ за период эксплуатации.
3. Средняя наработка на отказ устройства автоматики равна Z часов. Определить плотность распределения вероятности наработки до отказа устройства для момента времени, равного средней наработке до отказа, если интенсивность отказов постоянна.
4. Наработка до отказа изоляторов контактной сети составляет Yчасов. Определить вероятность безотказной работы и плотность распределения наработки до отказа для Zчасов эксплуатации, если интенсивность отказов постоянна.
5. Коэффициент готовности распределительного устройства равен коэффициенту простоя. Определить среднее время работы устройства между отказами, если за год эксплуатации наблюдалось Q отказов.
6. Коэффициент готовности аппаратуры СЦБ составляет K. Определить среднее значение параметра потока отказов аппаратуры, если среднее время ее восстановления составляет X минут.
7. На участке контактной сети, обслуживаемом одной дистанцией, установлено Z изолятора. Какой резерв изоляторов должен быть на дистанции контактной сети для замены поврежденных изоляторов в течение года эксплуатации, если интенсивность их отказов в среднем равна W $ч^{-1}$, при вероятности обеспечения запасными изоляторами Y?

8. Задана функция надежности изоляторов контактной сети (см. таблицу). Построить график плотности распределения наработки до отказа изоляторов.

Время, ч: Y ; Y1 ; Y3 ; Y4; Y5;

Значения функции: Z1; Z2; Z3; Z4; Z5.

9. Однополупериодный выпрямитель имеет цепочку из Н соединенных последовательно диодов. Все диоды равнонадежны. Определить среднюю наработку выпрямителя до отказа, если вероятность безотказной работы одного диода через Х ч работы равна Z, а интенсивность отказов постоянна.

10. Вероятность безотказной работы фидерного разъединителя через R ч наработки составила Х. Каково значение вероятности отказа разъедини-теля для Х и 3Хч, если интенсивность отказов постоянна?

11. На температурные испытания поставлены Х полупроводниковых диодов. Через Z часов вышло из строя Yдиодов. Какова вероятность безотказной работы диодов в момент времени Z2 часов, если интенсивность отказов диодов постоянна?

12. Объект состоит из четырех последовательно соединенных элементов. Интенсивность отказов каждого элемента Т год$^{-1}$, среднее время простоя S год. Определить вероятное время простоя объекта в течение одного года.

13. Установка содержит А однотипных элементов, имеющих интенсивность отказов Х ч$^{-1}$, должна находиться в эксплуатации Е ч. Требуется определить число запасных элементов для одиночного комплекта запасных частей при вероятности обеспечения запасными элементами Y.

14. Определить плотность распределения наработки до отказа устройства для момента времени W ч, равного средней наработке до отказа. Считать справедливым экспоненциальный закон распределения времени работы устройства до отказа.

15. Устройство состоит из R равнонадежных блоков соединенных последовательно. Интенсивность отказов каждого блока Р ч$^{-1}$. Отказ устройства происходит при отказе хотя бы одного блока. С целью повышения надежности предлагается дублирование. Требуется определить какой вид резервирования (общий или раздельный) оптимальный при наработке Х часов.

16. На испытание поставлено Z изоляторов. За время наработки Т часов отказало Y изоляторов. За последующие Т1 часов отказало еще Y1 изолятора. Определить вероятность безотказной работы за время Х и Х1 часов, частоту и интенсивность отказов изоляторов для времени Q часов.

17. Определить интенсивность отказов тиристоров преобразовательного агрегата тяговой подстанции, если значение плотности вероятности наработки до отказа тиристора для момента времени, равного средней наработке до отказа, составляет U $ч^{-1}$ и справедлив экспоненциальный закон распределения.

18. Интенсивность отказов объекта равна L $ч^{-1}$, а среднее время восстановления K часов. Определить коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности через X часов работы объекта.

19. В объекте имеется C однотипных элементов, у которых средняя наработка до отказа Xч. Найти число годичного комплекта запасных элементов при вероятности обеспечения запасными элементами Z.

20. Коэффициент простоя тяговой подстанции равен Y. Каково среднее время на восстановление тяговой подстанции, если среднее значение параметра потока отказов подстанции составляет величину S ч?

21. В течение трех суток на подстанции проходили испытания изоляции кабелей с помощью устаревшей кенотронной выпрямительной установки. В период испытаний наблюдалось Q отказа установки, после которых на ремонт было затрачено X ч, Y ч, S мин. и Z ч. Определить коэффициент простоя установки и ее наработку на отказ.

22. На участке эксплуатируется U однотипных элементов, имеющих экспоненциальное распределение наработки до отказа с λ= F $ч^{-1}$. Найти вероятность того, что за год работы откажут три и более элемента.

23. По данным многолетних наблюдений вероятность безотказной работы контактной сети через Z часов эксплуатации после очередного отказа составила E. Определить среднюю наработку на отказ контактной сети, если поток ее отказов можно считать стационарным. Каково среднее время восстановления контактной сети, если коэффициент простоя равен V?

24. Установка содержит X равнонадежных элементов. Интенсивность отказа одного элемента U $ч^{-1}$. Рассчитать и построить показатели надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа и плотность распределения вероятностей в зависимости от времени от 0 до R ч (интервал Z ч). Применить экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы.

25. Система состоит из H устройств. Вероятность безотказной работы каждого устройства в течение времени t=Xч равна: $P_1(X)$=E; $P_2(X)$=Z; $P_3(X)$=S. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить среднюю наработку до первого отказа системы.

26. Коэффициент готовности изделия $К_г$=X. Среднее время восстановления $Т_в$=Y ч. Найти вероятность безотказной работы устройства за

Z ч, если справедлив экспоненциальный закон надежности для параметров λ и μ.

27. Система состоит из Н устройств. Вероятность безотказной работы каждого устройства в течение времени t=Xч равна $P_1(X)=Y$; $P_2(X)=Z$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить вероятность безотказной работы системы за Qч работы.

28. Система состоит из Н блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна T_1=Xч; T_2=Yч; T_3=Zч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить вероятность безотказной работы системы за Т часов работы.

29. Система состоит из n одинаковых элементов. Средняя наработка на отказ одного элемента Ti=Xч. Известно, что вероятность отказа системы в течение Yч Q(Y)=Z. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить n (число элементов в системе).

30. Вероятность безотказной работы вычислительного устройства P=X. Какое число устройств следует иметь в “горячем резерве”, чтобы результирующее значение вероятности отказа резервированной системы q не превышала 10^{-2}.