

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 08.09.2021 15:40:38
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 22 июня 2021 г. № 3



УТВЕРЖДАЮ:
и.о. директора филиала
Н.Н. Маланичева
12 июля 2021 г.

Электроснабжение железных дорог
рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2021

Программу составил: Герман Л.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 «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «19» июня 2021 г. № 10

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.



подпись

С.М. Корсаков

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

Целью освоения учебной дисциплины «Электроснабжение железных дорог» является формирование у обучающихся профессионально-специализированных компетенций и приобретение обучающимися: знаний о процессах взаимодействия элементов системы электроснабжения между собой и системы в целом с электроподвижным составом; умений оценки экономичности и надежности электрической железной дороги при всех возможных режимах работы; навыков использования современных вычислительных средств для анализа режимов работы электрооборудования.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины. Индикаторы.	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-1. Способен выполнять работы по техническому обслуживанию, текущему ремонту, диагностическим испытаниям и измерениям параметров устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи	
ПК-1.1. Производит выбор и проверку устройств контактной сети, читает и составляет планы контактной сети и воздушных линий электропередач на стадиях проектирования и эксплуатации.	Знать - основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог; - методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методы выбора мест расположения тяговых подстанций на электрических железных дорогах;
	Уметь: - анализировать основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог; - применять методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения магистральных электрических железных дорог; - обосновывать методы выбора мест расположения тяговых подстанций на магистральных электрических железных дорогах.
	Владеть: - навыками обоснования основных параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методикой расчета параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методологией выбора мест расположения тяговых подстанций железных дорогах.
ПК-2. Способен выполнять проектирование, техническое обслуживание оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения для обеспечения бесперебойного электроснабжения контактной сети, линий автоблокировки и других потребителей, получающих питание от тяговых подстанций железнодорожного транспорта	
ПК-2.1. Производит выбор и провер-	Знать

ку оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств систем электроснабжения, читает и составляет однолинейные схемы на стадиях проектирования и эксплуатации.	<ul style="list-style-type: none"> - устройство, принцип действия, технические характеристики тяговых и трансформаторных подстанций; - конструкцию особенности оборудования тяговых и трансформаторных подстанций - методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать характеристики тяговых и трансформаторных подстанций для решения технических задач; - применять особенности оборудования тяговых и трансформаторных подстанций - применять методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использованием характеристики тяговых и трансформаторных подстанций для решения технических задач; - применением особенностей оборудования тяговых и трансформаторных подстанций - применением методов расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог.
ПК-5. Способен управлять процессом выполнения работ при эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения	
ПК-5.2. Разрабатывает мероприятия по повышению энергетической эффективности систем электроснабжения.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила технического обслуживания и ремонта тяговых подстанций и постов секционирования; - технологические карты ремонта оборудования; - нормы времени обслуживания и ремонта оборудования.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять ремонт оборудования тяговых подстанций и постов секционирования; - формировать временные схемы электроснабжения в аварийных ситуациях; - минимизировать затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами составления графика ремонта оборудования; - способами замены оборудования на резервное при ремонтах и аварии; - методами расчета ресурса оборудования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Электроснабжение железных дорог» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
Осваиваемая дисциплина		
Б1.В.06	Электроснабжение железных дорог	ПК-1, ПК-2, ПК-5
Предшествующие дисциплины		

Б1.В.04	Контактные сети и линии электропередачи	ПК-1, ПК-2
Б1.В.03	Электронная техника и преобразователи в электроснабжении	ПК-2
Б1.В.01	Магистральные электрические железные дороги	ПК-1, ПК-2
Б1.В.02	Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей	ПК-2
Б1.В.05	Тяговые трансформаторные подстанции	ПК-2
Дисциплины осваиваемые параллельно		
Б1.В.04	Контактные сети и линии электропередачи	ПК-1
Б1.В.05	Тяговые трансформаторные подстанции	ПК-2
Б1.В.ДВ.03.01	Сооружение и монтаж устройств электроснабжения	ПК-1, ПК-2
Б1.В.ДВ.03.02	Организация работ в дистанции электроснабжения	ПК-1, ПК-2
Б2.В.01(У)	Учебная практика, технологическая практика	ПК-1, ПК-2
Последующие дисциплины		
Б1.В.04	Контактные сети и линии электропередачи	ПК-1
Б1.В.09	Электроснабжение высокоскоростных магистралей	ПК-1
Б1.В.ДВ.04.01	Энергосберегающие технологии	ПК-1, ПК-2
Б1.В.ДВ.04.02	Тепловые процессы в устройствах электроснабжения	ПК-1, ПК-2
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-1, ПК-2, ПК-5

3. 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

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

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы(семестр)	
		4(7,8)	
Общая трудоемкость дисциплины:			
- часов	288	144	144
- зачетных единиц	8	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	108,1	72,25	35,85
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	108,1	72,25	35,85
в т.ч.:			
лекции	52	36	16
практические занятия	34	18	16
лабораторные работы	18	18	-
КА	1,75	0,25	1,5
КЭ	2,35	-	2,35
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	33,65	-	33,65
Самостоятельная работа (всего), часов	146,25	71,75	74,5
в т.ч. на выполнение:			
контрольной работы	-	-	-
расчетно-графической работы	-	-	-
реферата	-	-	-
курсовой работы	36	-	36
курсового проекта	-	-	-

Виды промежуточного контроля	Экз, За	За	Экз
Текущий контроль (вид, количество)	КР(1)	-	КР(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. Введение. Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов

Системы электроснабжения (С.Э.) при различных системах тяги. Схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы. Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты. Система 2×25 кВ. Схема питания нетяговых потребителей. Особенности схем питания. Подвижной состав эл. ж. д. и метрополитенов. Силы, действующие на поезд. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые расчеты.

Тема 2. Сопротивление тяговой сети

Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока.

Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока. Составное и приведённое сопротивление тяговой сети. Сопротивление тяговой сети 2×25 кВ.

Тема 3. Режимы работы С.Э. и их параметры

Режимы работы С.Э. при нормальной схеме питания и нормальном графике движения поездов на пригородных участках, метрополитенах и магистральных железных дорогах. Работа С.Э. магистральных дорог при особых режимах движения поездов при вынужденных схемах питания.

Тема 4. Методы расчёта С.Э.

Детерминированные и вероятностные методы расчёта. Методы, основанные на исследовании графика движения поездов: непрерывного исследования, равномерных сечений, характерных сечений.

Параметры тяговой нагрузки: С.Э. мгновенные и средние значения по времени. Их влияние на работу основных потребителей.

Задачи и развитие принципов построения расчёта С.Э. Расчёты мгновенных схем в тяговых сетях постоянного и переменного тока без учета и с учетом протекания токов по земле и изменения напряжения на шинах подстанций. Особенности расчета С.Э. при применении рекуперативного торможения на линиях постоянного и переменного тока. Уравнительные токи в тяговой сети.

Расчет мгновенных схем при С.Э. 2x25 кВ. Методы расчета С.Э. при регулярном графике движения поездов. Построение графиков изменения во времени тяговой нагрузки С.Э. Определение интегральных значений тяговой нагрузки С.Э.

Развитие математических моделей нагрузки С.Э. Метод равномерно распределенной нагрузки и его оценка. Методы расчета по средним размерам

движения.

Методы, учитывающие случайный характер графика движения.

Представление тяговой нагрузки при детерминированных токах поездов и случайном числе поездов на фидерной зоне. Функция распределения вероятностей числа поездов. Условные перегоны. Математическое ожидание и дисперсия тока поездов при движении его по условному перегону. Параметры тока фидера: средний ток, эффективный ток, дисперсия и определение их по аналогичным параметрам токов перегонов.

Расчет средних и эффективных токов подстанций по параметрам токов фидеров (железных дорог постоянного тока) и средних и эффективных токов фаз трехфазного трансформатора по параметрам токов фидеров (железная дорога переменного тока).

Расчет потерь мощности в тяговой сети, уровня напряжения у поезда.

Имитационные модели. Исходные – данные для моделирования, расчетные режимы. Детерминированный и вероятностные подходы. Алгоритмы расчета тягового электроснабжения на ЭВМ при проектировании. Использование ЭВМ для расчетов С.Э. в условиях эксплуатации.

Тема 5. Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности

Регулирование напряжения на участках постоянного и переменного тока. Регулирование напряжения в условиях несимметричной нагрузки. Влияние несимметричной и несинусоидальной нагрузки на работу различных потребителей. Компенсирующие устройства. Поперечная и продольная компенсация.

Определение симметричных составляющих нагрузки на отдельной тяговой подстанции и в питающей линии передачи без применения компенсирующих устройств. Определение основных параметров режимов работы С.Э. для задания мгновенной схемы расположения несимметричной нагрузки без применения и с применением компенсирующих устройств.

Тема 6. Выбор параметров С.Э.

Принципы выбора параметров С.Э. Выбор необходимой мощности трансформатора тяговой подстанции в соответствии с требованиями стандарта на перегрузочную способность трансформаторов при регулярном графике движения и в условиях случайного графика. Учет режимов работы трансформаторов при особых режимах движения после перерывов в движении поездов на однопутных и двухпутных участках.

Срок службы трансформаторов в условиях роста ежегодных нагрузок.

Выбор мощности полупроводниковых преобразователей. Принципы выбора сечения проводов контактной сети. Нагревание проводов тяговой сети токами электроподвижного состава и влияние на основные характеристики проводов. Существующие нормы допустимых нагрузок и температур проводов тяговой сети. Пути их совершенствования. Распределение тока между отдельными проводами тяговой сети на линиях постоянного и переменного тока. Токи в проводах тяговой сети в условиях различных графиков движения в различных схемах питания. Выбор параметров компенсирующих устройств. Резервирование элементов С.Э. Сравнение вариантов расположения тяговой подстанций.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛК	ПЗ	ЛР	
4 курс					
7 семестр					
Раздел 1. Введение. Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов	30	10			20
Раздел 2. Сопротивление тяговой сети	27,75	10	6	6	11,75
Раздел 3. Режимы работы С.Э. и их параметры	50	6	6	6	20
Раздел 4. Методы расчёта С.Э.	36	10	6	6	20
КА	0,25				
КЭ					
Контроль					
Всего за 7 семестр	144	36	18	18	71,75
8 семестр					
Раздел 5. Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности	64	16	8		40
Раздел 6. Выбор параметров С.Э.	42,5		8		34,5
КА	1,5				
КЭ	2,35				
Контроль	33,65				
Всего за 8 семестр	144		16		74,5
Итого за 4 курс	288	52	34	18	146,25

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
Сопротивление тяговой сети	6
Режимы работы С.Э. и их параметры	6
Методы расчёта С.Э.	6
Всего за 7 семестр	18
Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности	8
Выбор параметров С.Э.	8
Всего за 8 семестр	16
Итого за 4 курс	34

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема практического занятия	Количество часов
4 курс	
8 семестр	
Сопротивление тяговой сети	2
Режимы работы С.Э. и их параметры	4
Режимы работы С.Э. и их параметры	4
Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности	4
Выбор параметров С.Э.	4
Всего за 8 семестр	18
Итого за 4 курс	18

4.5. Тематика курсовой работы:

8 семестр: Тема 1. «Расчет системы электроснабжения участка постоянного тока».

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
4 курс		
7 семестр		
Раздел 1. Введение. Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Раздел 2. Соппротивление тяговой сети	11,75	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Раздел 3. Режимы работы С.Э. и их параметры	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Раздел 4. Методы расчёта С.Э.	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Всего за 7 семестр	71,75	
8 семестр		
Раздел 5. Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности	40	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Раздел 6. Выбор параметров С.Э.	34,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой, подготовка к текущей и промежуточной аттестации
Всего за 8 семестр	74,5	
Итого за 4 курс	146,25	

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

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению курсовой работы;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала – сайт филиала.

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

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Курсовая работа	1
Промежуточный контроль	
Экзамен	1

Зачет	1
-------	---

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Чернов Ю.А.	Электроснабжение железных дорог : учеб. пособие	Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 406 с. Режим доступа: http://umczdt.ru/books/41/39327/	Электронный ресурс
Л1.2	Гаранин М.А	Энергообеспечение скоростных и высокоскоростных железных дорог : учебное пособие	Самара : СамГУПС, 2018. — 81 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130430	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Грицык В.И.	Электрификация железных дорог (организация работ по электрификации железных дорог): учебное иллюстрированное пособие	Москва : ФГБОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2014.- 70 с.	20
Л2.2	Марквардт К.Г.	Электроснабжение электрифицированных железных дорог: учебник	Москва : Транспорт, 1982. — 528 с.	43
Л2.3	Фомина З.А.	Электрические железные дороги, учебное пособие	Москва : МИИТ.- 2011.- 84 с.	49
Л2.4	Герман Л.А.	Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог: учебное пособие	Москва : ФГБОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2015.- 316 с.	20

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

1. Официальный сайт филиала
2. Электронная библиотечная система
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, лабораторные и практические занятия, участвовать в дискуссиях по установленным

темам, проводить самостоятельную работу, выполнить курсовую работу, сдать зачет, экзамен.

Указания для освоения теоретического и практического материала

1. Обязательное посещение лекционных и лабораторных 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 и лабораторным работам по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал. Практические занятия проводятся как в аудитории для проведения занятий семинарского типа, так и в специализированной лаборатории.

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. В рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить курсовую работу. Прежде чем выполнять задания курсовой работы, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению работы. Защита курсовой работы является допуском к сдаче экзамена.

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

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2003 и выше.

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

1. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=498&Itemid=568&lang=ru

2. Базы данных Национального совета по оценочной деятельности – <http://www.ncva.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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной

аттестации) - аудитория № 405. Специализированная мебель: столы ученические - 18 шт., стулья ученические - 35 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций, плакатов.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Тяговые подстанции», аудитория № 518. Специализированная мебель: столы ученические - 8 шт., стулья ученические - 10 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Лабораторное оборудование: селекционный изолятор ЦНИИ7МАУ (1 шт.); селекционный изолятор Крапивина (1 шт.); селекционный изолятор контактной сети (1 шт.); трехфазный вакуумный выключатель (1 шт.); масляный выключатель, быстродействующий выключатель ВАБ-28 (1 шт.); диагностическая камера быстродействующего выключателя ВАБ-28 (1 шт.); быстродействующий выключатель ВАБ-43 (1 шт.); блок защиты тяговой подстанции (1 шт.); лабораторная установка «Регулирование постоянного, переменного напряжения» (1 шт.); лабораторная установка «Изучение блуждающих токов» (1 шт.); лабораторная установка «Изучение секционной контактной сети» (1 шт.); лабораторная установка «Управление моторным приводом секционного разъединителя» (1 шт.); изоляторы контактной сети (2 шт.); лабораторный стенд «Изучение микропроцессорной техники» (1 шт.); лабораторная установка «Двигатели - генераторы» (2 шт.); набор двигателей-генераторов, блок вентиля преобразователей агрегата тяговой подстанции (1 шт.); шкаф контроля износа высоковольтных выключателей тяговой подстанции (1 шт.); распределительный шкаф (1 шт.); вольтамперфазометр ВАФ-85М (1 шт.); вольтметр В7-20 (2 шт.); вольтметр универсальный В7-21 (1 шт.); осциллограф С1-65 (1 шт.); осциллограф С1-68 (1 шт.); осциллограф С1-70 (1 шт.); осциллограф С1-49 (1 шт.); строботачомер СТ-5 (1 шт.); тахометр ЦАТ-2М (1 шт.); устройство Нептун (1 шт.); частотомер ЧЗ - 33 (1 шт.); ампервольтметр Ц4311 (3 шт.); блок питания Б5-21 (1 шт.); ваттметр Д571 (1 шт.); вольтамперметр М2007 (1 шт.); выпрямитель ВСА-5К (1 шт.); генератор сигналов ГЗ-34 (1 шт.); измеритель Л2-54 (1 шт.); измеритель временных параметров Ф738 (1 шт.); ЛАТР 1 (1 шт.); мост Р577 (1 шт.); мультиметр М890D (1 шт.); мультиметр М890G (1 шт.); прибор К505 (1 шт.); прибор Ф291 (1 шт.); набор реостатов (1 шт.); стробоскоп СШ-2 (1 шт.); тахометр ТЦ-3М (1 шт.); указатель последовательности чередования фаз УПЧФ-1М (1 шт.); электропривод УМПЗ-ПУ1 (1 шт.); разъединитель РЛНД-35 (1 шт.). Учебно-наглядные пособия - комплект плакатов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

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

1.1. Перечень компетенций

ПК-1. Способен выполнять работы по техническому обслуживанию, текущему ремонту, диагностическим испытаниям и измерениям параметров устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи.

Индикатор ПК-1.1. Производит выбор и проверку устройств контактной сети, читает и составляет планы контактной сети и воздушных линий электропередач на стадиях проектирования и эксплуатации

ПК-2. Способен выполнять проектирование, техническое обслуживание оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения для обеспечения бесперебойного электроснабжения контактной сети, линий автоблокировки и других потребителей, получающих питание от тяговых подстанций железнодорожного транспорта

Индикатор ПК-2.1. Производит выбор и проверку оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств систем электроснабжения, читает и составляет однолинейные схемы на стадиях проектирования и эксплуатации.

ПК-5. Способен управлять процессом выполнения работ при эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения

Индикатор ПК-5.1. Составляет планы проведения работ при эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения.

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, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы, практические работы	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение курсовой работы	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита курсовой работы, экзамен, зачет	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)

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	Код	Показатели	Критерии	Способы
------	-----	------------	----------	---------

формирования компетенции	компетенции, индикатор	оценивания компетенций		оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)	- посещение лекционных занятий, лабораторных работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной и практической работе.	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов.	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)	- выполнение лабораторных и практических работ.	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных и практических работ.	отчет по лабораторным и практическим работам
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)	- наличие правильно выполненной курсовой работы.	- курсовая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	курсовая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)	- защита курсовой работы - успешное прохождение тестирования - зачет - экзамен	- ответы на все вопросы по курсовым работам; - ответы на вопросы к зачету, экзамену и на дополнительные вопросы по билету (при необходимости)	устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-1 (ПК-1.1)	<p>Знать: - основные параметры контактной сети и воздушных линий электропередач.</p> <p>Уметь: - анализировать основные параметры контактной сети и воздушных линий электропередач.</p> <p>Владеть:</p>	<p>Знать: - методы расчёта параметров контактной сети и воздушных линий электропередач.</p> <p>Уметь: - применять методы расчёта параметров контактной сети и воздушных линий электропередач.</p> <p>Владеть:</p>	<p>Знать: - методы выбора конструкций контактной сети и воздушных линий электропередач.</p> <p>Уметь: - обосновывать методы выбора конструкций контактной сети и воздушных линий электропередач.</p>

	- навыками обоснования основных параметров контактной сети и воздушных линий электропередач.	- методикой расчета параметров контактной сети и воздушных линий электропередач.	Владеть: - методологией выбора конструкций контактной сети и воздушных линий электропередач.
ПК-2 (ПК-2.1)	Знать - устройство, принцип действия, технические характеристики тяговых и трансформаторных подстанций; Уметь: - использовать характеристики тяговых и трансформаторных подстанций для решения технических задач Владеть: - использованием характеристики тяговых и трансформаторных подстанций для решения технических задач	Знать - конструкцию особенности оборудования тяговых и трансформаторных подстанций Уметь: - применять особенности оборудования тяговых и трансформаторных подстанций Владеть: - применением особенностей оборудования тяговых и трансформаторных подстанций	Знать - методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог. Уметь: - применять методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог. Владеть: - применением методов расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог.
ПК-5 (ПК-5.2)	Знать: - правила технического обслуживания и ремонта тяговых подстанций и постов секционирования; Уметь: - выполнять ремонт оборудования тяговых подстанций и постов секционирования; Владеть: - методами составления графика ремонта оборудования	Знать: - технологические карты ремонта оборудования; Уметь: - формировать временные схемы электроснабжения в аварийных ситуациях; Владеть: - способами замены оборудования на резервное при ремонтах и аварии	Знать: - нормы времени обслуживания и ремонта оборудования. Уметь: - минимизировать затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования. Владеть: - методами расчета ресурса оборудования.

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. Оперировать 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»	<ul style="list-style-type: none"> - Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижений компетенций сформированы 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 другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. <p>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. Оперировать 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.</p>
оценка «удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. <p>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.</p>
оценка «неудовлетворительно»	<p>Индикаторы достижений 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.</p>

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	<p>Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы. - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачет	<p>Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные</p>

	вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.
--	---

в) Шкала оценивания курсовой работы:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Хорошо ориентируется в методиках расчета технических систем и направлениях исследования. Оперировать приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы работе без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Работа выполнена без ошибок.
оценка «хорошо»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперировать приобретенными знаниями, умениями и навыками; имеются неточности в формулировании понятий. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. В работе имеются незначительные ошибки.
оценка «удовлетворительно»	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. В работе имеются ошибки.
оценка «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижений компетенции

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)
ПК-1 (ПК-1.1), ПК-2 (ПК-2.1), ПК-5 (ПК-5.2)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- практические занятия
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- курсовая работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету, 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.

Зачет

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы и задачу. 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 два вида задач по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

Лабораторная работа

Лабораторные работы — 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.

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования.

Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданиями и методическими указаниями. В ней отражены наиболее важные практические задачи дисциплины, которые выполняются студентами самостоятельно. В случае необходимости студент получает консультации у ведущего преподавателя в назначенные дни и часы недели. Выполненная работа сдается на рецензирование преподавателю на факультет или на кафедру. Положительная рецензия дает право студенту сдавать зачет по контрольной работе, который принимается на консультации или в дополнительные часы ведущим преподавателем кафедры. После проверки курсовая работа возвращается студентам для подготовки к ее защите. Защита курсовой работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к экзамену. При защите курсовой работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике работы. Тема: Расчет системы электроснабжения участка постоянного тока.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Вопросы для уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Системы электроснабжения при различных системах тяги.
2. Схемы питания тяговой сети.
3. Подвижной состав эл. ж.д. и метрополитенов. Силы, действующие на поезд.
4. Методы расчёта системы электроснабжения, основанные на исследовании графика движения поездов: непрерывного исследования, равномерных сечений, характерных сечений.
5. Детерминированные и вероятностные методы расчёта системы электроснабжения.
6. Несимметрия токов и напряжений в трёхфазной сети.
7. Схемы питания контактной сети. Посты секционирования. Посты параллельного соединения.
8. Продольная компенсация. Принципиальная схема и векторная диаграмма.
9. Влияние внешних характеристик тяговых подстанций на процесс рекуперативного торможения. Избыточный ток и избыточная энергия рекуперации.
10. Коэффициент несимметрии токов одной тяговой подстанции при трёхфазных трансформаторах.
11. Критерии и ограничения, определяющие выбор мощности тяговых подстанций.
12. Назначение и схемы включения вольтодобавочных устройств (в.д.у.).
13. Схема питания контактной сети участка переменного тока от тяговых подстанций при соединении обмоток трансформаторов в открытый треугольник.
14. Угол сдвига фазы, коэффициент искажения и коэффициент мощности тяговых нагрузок ж.д. переменного тока.
15. Питание и секционирование контактной сети переменного тока.
16. Питание и секционирование контактной сети переменного тока при соединении обмоток трансформаторов по схеме u/Δ . Векторные диаграммы для токов и напряжений.
17. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.
18. Влияние мгновенных колебаний и длительных отклонений напряжения от расчётного на работу подвижного состава.
19. Схема питания контактной сети участка эл. ж.д. однофазного тока от шести тяговых подстанций при соединении обмоток трансформатора по схеме открытого треугольника. Векторная диаграмма напряжения контактной сети.
20. Схемы присоединения тяговых подстанций переменного тока к линиям передачи при трёхфазных трансформаторах.

Вопросы для уровня обученности «УМЕТЬ»

21. Система 2x25 кв. Общая схема и её характеристика.
22. Назначение методов расчёта системы электроснабжения, основанных на

исследовании графика движения поездов. Основные расчётные параметры тяговой нагрузки.

23. Экономическое сечение проводов контактной сети. Вывод расчётной формулы для его определения.

24. Условия работы электроподвижного состава при резких изменениях напряжения в контактной сети.

25. Схемы питания контактной сети. Сравнение их по технико-экономическим показателям.

26. Схемы включения устройств поперечной компенсации (УПК). Векторные диаграммы токов с учётом УПК.

27. Внешние характеристики тяговых подстанций постоянного тока. Внутреннее эквивалентное сопротивление подстанции. Влияние их на распределение нагрузок между подстанциями.

28. Токораспределение в трансформаторе подстанции переменного тока, соединённом по схеме звезда – треугольник. Векторные диаграммы.

29. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.

30. Посты секционирования для двухпутных и однопутных участков постоянного тока и переменного тока.

31. Сравнительный анализ методов расчёта системы электроснабжения, основанных на исследовании графика движения поездов.

32. Расчёт токораспределения в тяговой сети при линейных и нелинейных характеристиках тяговых подстанций на постоянном токе.

33. Расчёт средних и эффективных токов фидеров, а также потерь мощности в тяговой сети методом равномерных сечений графика движения поездов.

34. Расчёт потери напряжения в контактной сети до поезда за время его хода по лимитирующему перегону или блок-участку.

35. Расчёт мощности подстанций и сечения проводов контактной сети.

36. Расчёт потенциалов и токов в рельсах на постоянном токе для схемы одностороннего питания с одной нагрузкой.

37. Методы расчёта системы электроснабжения, основанные на анализе графика движения. Особенности применения этих методов при проектировании метрополитена.

38. Расчёт мгновенных схем при переменном токе. Особенности расчёта при продольной компенсации.

39. Расчёт системы электроснабжения методом анализа графика движения.

Вопросы для уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

40. Расчёт напряжения в контактной сети переменного тока. Составное сопротивление.

41. Выбор сечения проводов контактной сети.

42. Определение нагрузок подстанций постоянного и переменного тока методом характерных сечений графика движения.

43. Ограничивающий (лимитирующий) перегон. Расчёт времени хода поезда по ограничивающему перегону с учётом фактического уровня напряжения.

44. Определение средней потери мощности методом анализа графика движения при постоянном и переменном токе.

45. Определение потерь энергии в контактной сети методом характерных сечений графика движения.
46. Падение и потеря напряжения в тяговой сети переменного тока. Расчёт.
47. Определение мгновенной потери мощности в контактной сети. Влияние схемы питания на потери мощности.
48. Расчёт мгновенных схем на постоянном токе при неравных напряжениях шинах подстанций.
49. Средние потери напряжения. Расчёт их методом характерных сечений графика движения поездов.
50. Расчёт потенциалов рельс – земля и токов в рельсах на участке с двухсторонним питанием тяговой сети (пост. ток).
51. Расчёт нагрузок фидеров методом характерных сечений графика движения.
52. Расчёт токораспределения в тяговой сети при узловой схеме методом фиктивной подстанции.
53. Построение зависимостей тока фидера и потерь мощности в тяговой сети от времени при помощи методов анализа графика движения.
54. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые расчеты.
55. Расчёты мгновенных схем в тяговых сетях постоянного тока.
56. Расчёты мгновенных схем в тяговых сетях переменного тока.
57. Расчет средних и эффективных токов подстанций по параметрам токов фидеров (железных дорог постоянного тока).
58. Расчет средних и эффективных токов фаз трехфазного трансформатора по параметрам токов фидеров (железная дорога переменного тока).
59. Расчет потерь мощности в тяговой сети.
60. Расчет уровня напряжения у поезда.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Вопросы для уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Системы диагностики устройств обеспечения движения поездов.
2. Системы диагностики как инструмент управления техническим обслуживанием.
3. Структурные схемы систем контроля оборудования.
4. Система оповещения энергодиспетчера по каналам телемеханики на основе тестовых и функциональных опросов оборудования напольных датчиков.
5. Существующие способы сбора, обработки и анализа информации об отказах в условиях функционирования СОДП.
6. Требования к информации.
7. Карточно-паспортная система сбора данных об отказах или повреждениях на эксплуатируемых участках.
8. Пути дальнейшего совершенствования методов анализа статистических данных и организационно-технических мероприятий по предупреждению отказов.
9. Принципы имитационного моделирования процессов отказов.
10. Технические средства неразрушающего контроля СОДП.
11. Техническая оснащенность подразделения.
12. Качество ремонтов и их себестоимость.

13. Прогнозирование при управлении техническим обслуживанием и ремонте.
14. Аппаратура, применяемая для диагностики и обнаружения приближения к отказам устройств системы обеспечения движения поездов (СОДП).
15. Связь снергодиспетчера по каналам телемеханики на основе тестовых и функциональных опросов оборудования напольных датчиков.

Вопросы для уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Стандарты, оперативная и техническая ремонтная документация.
2. Персонал и эффективность технического обслуживания. Плановые и фактические затраты труда.
3. Роль диспетчера в организации ремонтных работ.
4. Влияние профессионального мастерства обслуживающего персонала на эффективность технического обслуживания.
5. Экономическая целесообразность определения уровня надежности СОДП для организации технического обслуживания.
6. Необходимость учета надежности при проектировании. Влияние надёжной работы устройств СОДП на охрану окружающей среды
7. Системы тестового диагностирования. Структурная схема системы тестового контроля.
8. Системы функционального диагностирования.
9. Задачи диагноза.
10. Методика выбора диагностических параметров.
11. Контроль уровня надежности оборудования с учетом его диагностики.
12. Проверка исправности, работоспособности и функционирования оборудования.
13. Особенности применения встроенных и переносных средств диагностики.
14. Возможности современных методов дефектоскопии и особенности их использования для контроля оборудования.
15. Техническая оснащенность подразделения. Методы организации и планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту СОДП.

Вопросы для уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

Решение практических задач.