

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электроснабжение железных дорог и метрополитенов

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Электроснабжение железных дорог» является:

- сформировать у студентов необходимые знания об электрическом взаимодействии всех элементов системы электроснабжения, на основе глубокого изучения физической сущности процессов и режимов работы;
- освоить современные методы расчета и проектирования системы электроснабжения.

Задачами освоения учебной дисциплины «Электроснабжение железных дорог» является:

- формирование у обучающихся понимания взаимодействия элементов электроподвижного состава и системы электроснабжения;
- построение соответствующих моделей процессов и явлений электрической железной дороги.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-2 - Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования;

ПК-3 - Способен проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования?.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

Схемы устройств тягового электроснабжения и их особенности. Условия

электрического взаимодействия системы электроснабжения и электроподвижного состава. Основные принципы и методы расчета систем тягового электроснабжения.

Уметь:

Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения.

Владеть:

Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения. Методами повышения технико-экономических показателей системы электроснабжения

Знать:

Основные принципы и методы расчета систем тягового электроснабжения.

Уметь:

Проектировать систему электроснабжения железных дорог

Владеть:

Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения

Знать:

Условия электрического взаимодействия системы электроснабжения и электроподвижного состава.

Уметь:

Применять стандарты на качество электрической энергии

Владеть:

Методами экономического анализа при выборе системы электроснабжения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 13 з.е. (468 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов			
	Всего	Семестр		
		№7	№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	230	96	70	64
В том числе:				
Занятия лекционного типа	92	32	28	32
Занятия семинарского типа	138	64	42	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 238 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов. Рассматриваемые вопросы: - системы электроснабжения при разных системах тяги; - схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы; - особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты; - трехпроводные схемы; - система 2х25 кВ; - схема питания нетяговых потребителей.
2	Система электроснабжения метрополитенов. Рассматриваемые вопросы: - особенности схем питания метрополитенов; - схемы питания нетяговых потребителей.
3	Сопротивление тяговой сети. Рассматриваемые вопросы: - потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока; - сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока; - потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока; - сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока; - сопротивление тяговой сети 2х25 кВ;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- составное и приведенное сопротивление тяговой сети.
4	<p>Законы распределения потенциала и тока на участке с сосредоточенной нагрузкой.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывод общих уравнений; - распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях постоянного тока; - распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях переменного тока.
5	<p>Распределение потенциала и тока в рельсовой цепи при равномерно распределенной нагрузке.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывод общих уравнений; - распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях постоянного тока; - распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях переменного тока.
6	<p>Режим напряжения в системе электроснабжения железных дорог и метрополитенов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - влияния изменений напряжения на работу электрических локомотивов; - напряжение на шинах тяговых подстанций; - регулирование напряжения.
7	<p>Особенности параллельной работы тяговых подстанций на тяговую сеть.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - параллельной работы тяговых подстанций постоянного тока; - параллельной работы тяговых подстанций переменного тока.
8	<p>Особенности работы системы электроснабжения при рекуперации энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рекуперация электроэнергии на линиях постоянного тока; - рекуперация электроэнергии на линиях переменного тока; - характеристики приемников избыточной энергии.
9	<p>Несимметрия токов и напряжений в системе электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - причины возникновения несимметрии токов и напряжений; - влияние несимметричной нагрузки на работу различных потребителей; - показатели, характеризующие величину несимметрии токов и напряжений.
10	<p>Емкостная компенсация в системе электроснабжения железных дорог</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уменьшение индуктивного сопротивления системы (продольная емкостная компенсация); - включение емкостной нагрузки, вызывающей отрицательные потери напряжения (поперечная емкостная компенсация).
11	<p>Гармоники токов и напряжений в системе электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - причины возникновения несинусоидальных токов и напряжений; - влияние несинусоидальной нагрузки на работу различных потребителей; - показатели, характеризующие величину искажения кривых тока и напряжения.
12	<p>Методы расчета по заданному графику движения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод равномерного сечения графика движения; - метод характерных сечений графика движения; - метод непрерывного исследования графика движения.
13	<p>Методы расчета по средним размерам движения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод равномерно распределенной нагрузки; - метод подвижных нагрузок;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- метод расчета системы электроснабжения по заданным размерам движения (без учета колебания числа поездов).
14	<p>Метод расчета системы электроснабжения с учетом неравномерности движения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - законы распределения числа поездов в рассматриваемой зоне; - определение средних и эффективных нагрузок фидеров; - определение средних и эффективных нагрузок подстанций; - вывод расчетных формул для определения параметров режимов работы системы электроснабжения.
15	<p>Вероятностные методы расчета устройств электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятностно-статистические расчеты режимов работы системы электроснабжения; - характеристика тяговой нагрузки как случайной величины. -тяговая нагрузка как случайная функция времени.
16	<p>Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при односторонней схеме питания контактной сети; - расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при двусторонней схеме питания контактной сети; - расчет мгновенных схем при узловой и параллельной схемах питания контактной сети.
17	<p>Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках переменного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при односторонней схеме питания контактной сети; - расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при двусторонней схеме питания контактной сети; - расчет мгновенных схем при узловой и параллельной схемах питания контактной сети.
18	<p>Расчет мгновенной схемы при системе электроснабжения 2х25 кВ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет токораспределения в тяговой сети; - расчет падения напряжения и потерь мощности.
19	<p>Выбор параметров системы электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбор мощности трансформаторов тяговой подстанции по старению изоляции; - упрощенный метод выбора мощности трансформаторов тяговой подстанции; - выбор сечения проводов контактной сети.
20	<p>Блуждающие токи и защита от них.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - влияние блуждающих токов на подземные сооружения; - способы уменьшения величины блуждающих токов; - меры по защите подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.
21	<p>Влияние электрических железных дорог на смежные линии и способы защиты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды влияний тяговой сети на смежные линии; - опасные и мешающие влияния; - способы снижения влияний электрических железных дорог на смежные линии.
22	<p>Принципы поэтапного наращивания мощности системы электроснабжения переменного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные способы усиления системы электроснабжения переменного тока и возможные сочетания

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	их в схемах развития; - оптимизация развития системы электроснабжения по псевдодинамическому методу; - оптимизация развития системы электроснабжения методом динамического программирования.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Исследование влияния типов и схем соединения трансформаторов тяговых подстанций переменного тока на несимметрию токов во внешней сети.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения коэффициента несимметрии токов в питающей сети в схемах с трёхфазным трансформатором, с двумя однофазными и с трансформатором Скотта при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции; - построения векторных диаграмм.
2	<p>Исследование схем подключения группы тяговых подстанций переменного тока к внешней сети.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения начальных фаз токов; - определения симметричных составляющих токов прямого и обратного следования фаз; - определения коэффициента несимметрии; - построения векторных диаграмм.
3	<p>Исследование влияния поперечной ёмкостной компенсации на показатели системы электроснабжения.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения ёмкостного сопротивления конденсаторной батареи из расчёта повышения коэффициента мощности; - определения коэффициентов мощности для оценки влияния конденсаторной батареи на коэффициент мощности; - определения симметричных составляющих токов прямого и обратного следования фаз; - определения коэффициента несимметрии; - построения векторных диаграмм.
4	<p>Исследование влияния продольной ёмкостной компенсации на показатели системы электроснабжения.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментального определения ёмкостного сопротивления конденсаторной батареи; - определения коэффициентов мощности для оценки влияния конденсаторной батареи на коэффициент мощности; - определения симметричных составляющих напряжения прямого и обратного следования фаз; - определения коэффициента несимметрии; - построения векторных диаграмм.
5	<p>Исследование эффективности системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерения напряжения на вторичных полуобмотках трансформаторов тяговых подстанций системы 2х25 кВ; - измерения токов, поступающих в контактную подвеску и в дополнительный провод от тяговых подстанций системы 2х25 кВ; - определения углов сдвига тока в контактной подвеске относительно напряжения «контактная сеть –

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	рельс» и тока в дополнительном проводе относительно напряжения «дополнительный провод–рельс»; - определения коэффициента мощности.
6	Исследование эффективности системы электроснабжения переменного тока с ЭУП. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения напряжения на плечах питания и на электровозах; - измерения токов, поступающих в плечи питания от тяговых трансформатора и токов электровозов; - измерьте углов сдвига тока в контактной подвеске относительно напряжения «контактная сеть – рельс»; - определения коэффициента мощности.
7	Исследование вынужденного режима системы электроснабжения переменного тока. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения напряжения на вторичных обмотках трансформаторов и электровозах; измерения токов, поступающих в контактную подвеску от тяговых подстанций и токов электровозов; - измерения углов сдвига тока и напряжения; - определения мощности, отдаваемые каждой вторичной обмоткой в тяговую сеть, суммарной мощности питания и мощности, потребляемой электровозами.
8	Моделирование различных схем питания контактной сети постоянного тока. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения токов и напряжений при различных схемах питания контактной сети; - определения потерь мощности в тяговой сети для всех рассмотренных схем питания контактной сети; - построения диаграмм изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.
9	Исследование влияния неравенства напряжений на шинах подстанций на показатели работы тяговой сети постоянного тока. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения токов и напряжений; - определения потерь мощности в тяговой сети; - построения диаграммы изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.
10	Моделирование вынужденных режимов работы системы электроснабжения участка постоянного тока. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения токов и напряжений; - определения потерь мощности в тяговой сети; - построения диаграммы изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.
11	Исследование способов повышения напряжения на токоприемнике электровозов на участке постоянного тока. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения токов и напряжений; - построения графиков распределения напряжения вдоль пути.
12	Исследование работы тяговой сети постоянного тока при рекуперации электрической энергии. В результате лабораторной работы студент получает навык: - измерения токов и напряжений; - построения графиков изменения токов и напряжений в функции от тока рекуперирующего электровоза.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Симметрирование однофазной тяговой нагрузки в питающей линии передачи.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чередовать подключения менее нагруженных фаз тяговых подстанций к разным фазам питающих линий передачи; - обеспечивать параллельную работу смежных подстанций по тяговой сети.
2	<p>Параллельная работа линии питания автоблокировки.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнения фазировки линий при различных схемах и группах соединения трансформаторов; - построения векторных диаграмм.
3	<p>Расчет энергетических характеристик подстанции с тяговым трансформатором со схемой соединения обмоток «открытый треугольник».</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния тягового трансформатора со схемой соединения обмоток «открытый треугольник» на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
4	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств поперечной емкостной компенсации.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
5	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
6	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в питающий провод.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
7	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в отсасывающий провод.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств продольной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
8	<p>Составление мгновенных схем методом равномерного сечения графика движения.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения расположения поездов на линии для рассматриваемых моментов времени; - определения токов, потребляемых локомотивами, в рассматриваемые моменты времени; - построения мгновенных схем для рассматриваемых моментов времени.
9	<p>Составление мгновенных схем методом характерных сечений графика движения.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения расположения поездов на линии для рассматриваемых моментов времени; - определения токов, потребляемых локомотивами, в рассматриваемые моменты времени; - построения мгновенных схем для рассматриваемых моментов времени.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
10	<p>Расчет мгновенных схем для однопутных участков железной дороги.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровозов, напряжения на токоприемнике электровозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровозов.
11	<p>Расчета мгновенных схем для многопутных участков железной дороги.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровозов, напряжения на токоприемнике электровозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровозов.
12	<p>Расчет несимметрии токов и напряжений, создаваемой тяговыми нагрузками.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения коэффициента несимметрии токов и напряжений в питающей сети в схемах с трёхфазным трансформатором при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции; - построения векторных диаграмм.
13	<p>Расчет несимметрии токов и напряжений с помощью методов расчета неполнофазных режимов.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составления уравнений связывающих симметричный и несимметричный участки цепи; - определения коэффициента несимметрии токов и напряжений в питающей сети при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции; - построения векторных диаграмм.
14	<p>Расчет системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета напряжения на вторичных полуобмотках трансформаторов тяговых подстанций системы 2х25 кВ; - расчет токов, поступающих в контактную подвеску и в дополнительный провод от тяговых подстанций системы 2х25 кВ.
15	<p>Расчет системы электроснабжения переменного тока с ЭУП.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета удельных сопротивлений контактной подвески с экранирующим и усиливающим проводами.
16	<p>Расчет распределения потенциалов рельсов относительно земли и токов в рельсах и земле на участках постоянного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерения потенциала рельсы – земля; - определения тока в земле и рельсовой цепи; - построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов.
17	<p>Расчет распределения потенциалов рельсов относительно земли и токов в рельсах и земле на участках переменного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета потенциала рельсы – земля; - определения тока в земле и рельсовой цепи; - построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов.
18	<p>Расчет потенциала рельс – удаленная земля при коротком замыкании в тяговой сети переменного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- периодизации и разложения в ряд Фурье кривой тока короткого замыкания; - расчета потенциала рельсы – удаленная земля в любой точке сети при аварийном режиме.
19	Исследования блуждающих токов в тяговой сети постоянного тока на участке с односторонним питанием. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - использования принципа независимости действия нагрузок; - моделирование процессов формирования диаграмм потенциалов рельс-земля, токов в рельсах и земле при различных схемах питания тяговой сети.
20	Расчет влияния контактной сети на однопроводную смежную линию. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - определения индуктированных напряжений и токов в смежной линии при воздействии на нее электромагнитного поля проводов контактной сети. - построения векторных диаграмм.
21	Расчет уравнивающего тока в тяговой сети переменного тока при отсутствии нагрузки. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - определения уравнивающего тока на фидерной зоне при отсутствии нагрузки; - определения потерь энергии в результате транзита мощности по тяговой сети.
22	Расчет неоднородной тяговой сети переменного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета параметров неоднородной тяговой сети переменного тока; - разделения на элементарные однородные участки неоднородного участка тяговой сети.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам
2	подготовка к практическим занятиям
3	работа с лекционным материалом и литературой
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Выбор расчетных размеров движения для определения мощности тяговых подстанций.
2. Определение средних токов поездов.
3. Выбор трансформаторов тяговых подстанций.
4. Выбор сечения проводов контактной сети.
5. Проверка выбранного сечения проводов на нагрев.
6. Определение поперегонной пропускной способности.

7. Разработка схемы электроснабжения участка.
8. Разработка специального вопроса по дополнительному заданию (с некоторым сокращением при необходимости основного содержания проекта).

Варианты задания на курсовую работу, схемы участков с расположением отдельных пунктов и тяговые расчеты приведены соответственно в Приложениях.

Изменением в задании расположения расчетной тяговой подстанции и расчетной фидерной зоны на вариантах схем участков с расположением отдельных пунктов, а также изменением других исходных данных задания можно получить необходимое количество вариантов курсовой работы.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Пышкин, А. А. Электроснабжение железных дорог : учебное пособие / А. А. Пышкин. — Екатеринбург : , 2016. — 373 с. — ISBN 978-5-94614-346-2.	https://e.lanbook.com/book/121370 (дата обращения: 21.02.2024).
2	Пышкин, А. А. Электроснабжение железных дорог : учебник / А. А. Пышкин, Д. В. Лесников. — Екатеринбург : , 2023. — 507 с. — ISBN 978-5-94614-530-5.	https://e.lanbook.com/book/369506 (дата обращения: 21.02.2024).
3	Мальцева, А. В. Электроснабжение участка магистральной электрической железной дороги : учебно-методическое пособие / А. В. Мальцева, А. В. Тарасенко. — 2-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2021. — 39 с.	https://e.lanbook.com/book/264467 (дата обращения: 31.01.2024).
4	Электроснабжение железных дорог : учебное пособие / В. М. Варенцов, А. И. Бурьяноватый, М. А. Иванов [и др.]. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 141 с. — ISBN 978-5-7641-1715-7.	https://e.lanbook.com/book/264665 (дата обращения: 21.02.2024).
5	Варенцов, В. М. Электроснабжение железных дорог. Часть 2 : учебное пособие / В. М. Варенцов, А. И. Бурьяноватый, А. В. Агунов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 149 с. — ISBN 978-5-7641-1804-8.	https://e.lanbook.com/book/279059 (дата обращения: 21.02.2024).
6	Варенцов, В. М. Электроснабжение железных дорог : учебно-методическое пособие / В. М. Варенцов, В.	https://e.lanbook.com/book/66419 (дата обращения: 21.02.2024).

	Г. Жемчугов, О. А. Степанская. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. — 50 с.	
7	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 34 с.	https://e.lanbook.com/book/264368 (дата обращения: 31.01.2024).
8	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 2 — 2022. — 37 с.	https://e.lanbook.com/book/264371 (дата обращения: 31.01.2024).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office

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

Маркерная доска или проектор

Оборудование для проведения лабораторных работ:

Комплект учебного оборудования в виде лабораторного стенда, представляющий модель двухпутного участка железной дороги, электрифицированного на постоянном токе.

Комплект учебного оборудования в виде лабораторного стенда, представляющий модель однопутного участка железной дороги, электрифицированного на переменном токе.

Комплект учебного оборудования в виде лабораторного стенда, представляющий умный счетчик электрической энергии.

Лабораторный стенд: «Модель электрической системы с релейной защитой» (МЭС-РЗ-СК).

Лабораторный стенд: «Модель электрической системы с узлом комплексной нагрузки»
(МЭС-КН-СК).

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 8 семестре.

Экзамен в 7, 8, 9 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин