

**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: 16.02.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Электроснабжение железных дорог и метрополитенов» 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 и метрополитенов» 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 также 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;

- Основные принципы и методы расчета систем тягового электроснабжения;

- Условия электрического взаимодействия системы электроснабжения и электроподвижного состава.

#### **Уметь:**

- Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения;

- Проектировать систему электроснабжения железных дорог;

- Применять стандарты на качество электрической энергии.

#### **Владеть:**

- Методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения;

- Методами экономического анализа при выборе системы электроснабжения;

- Методами повышения технико-экономических показателей системы электроснабжения.

### **3. Объем дисциплины (модуля).**

#### **3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 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 166 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; - составное и приведенное сопротивление тяговой сети.
4	Законы распределения потенциала и тока на участке с сосредоточенной нагрузкой. Рассматриваемые вопросы: - 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	Распределение потенциала и тока в рельсовой цепи при равномерно распределенной нагрузке.

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- вывод расчетных формул для определения параметров режимов работы системы электроснабжения.
15	Вероятностные методы расчета устройств электроснабжения. Рассматриваемые вопросы: - вероятностно-статистические расчеты режимов работы системы электроснабжения; - характеристика тяговой нагрузки как случайной величины. -тяговая нагрузка как случайная функция времени.
16	Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - 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 узловых и параллельных схемах питания контактной сети.
17	Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках переменного тока. Рассматриваемые вопросы: - 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 узловых и параллельных схемах питания контактной сети.
18	Расчет мгновенной схемы при системе электроснабжения 2х25 кВ. Рассматриваемые вопросы: - расчет токораспределения в тяговой сети; - расчет падения напряжения и потерь мощности.
19	Выбор параметров системы электроснабжения. Рассматриваемые вопросы: - выбор мощности трансформаторов тяговой подстанции по старению изоляции; - упрощенный метод выбора мощности трансформаторов тяговой подстанции; - выбор сечения проводов контактной сети.
20	Блуждающие токи и защита от них. Рассматриваемые вопросы: - влияние блуждающих токов на подземные сооружения; - способы уменьшения величины блуждающих токов; - меры по защите подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.
21	Влияние электрических железных дорог на смежные линии и способы защиты. Рассматриваемые вопросы: - виды влияний тяговой сети на смежные линии; - опасные и мешающие влияния; - способы снижения влияний электрических железных дорог на смежные линии.
22	Принципы поэтапного наращивания мощности системы электроснабжения переменного тока. Рассматриваемые вопросы: - основные способы усиления системы электроснабжения переменного тока и возможные сочетания 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"> <li>- 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;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- определения начальных фаз токов;</li> <li>- определения симметричных составляющих токов прямого и обратного следования фаз;</li> <li>- определения коэффициента несимметрии;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- определения ёмкостного сопротивления конденсаторной батареи из расчёта повышения коэффициента мощности;</li> <li>- определения коэффициентов мощности для оценки влияния конденсаторной батареи на коэффициент мощности;</li> <li>- определения симметричных составляющих токов прямого и обратного следования фаз;</li> <li>- определения коэффициента несимметрии;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- экспериментального определения ёмкостного сопротивления конденсаторной батареи;</li> <li>- определения коэффициентов мощности для оценки влияния конденсаторной батареи на коэффициент мощности;</li> <li>- определения симметричных составляющих напряжения прямого и обратного следования фаз;</li> <li>- определения коэффициента несимметрии;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- измерения напряжения на вторичных полуобмотках трансформаторов тяговых подстанций системы 2х25 кВ;</li> <li>- измерения токов, поступающих в контактную подвеску и в дополнительный провод от тяговых подстанций системы 2х25 кВ;</li> <li>- определения углов сдвига тока в контактной подвеске относительно напряжения «контактная сеть – рельс» и тока в дополнительном проводе относительно напряжения «дополнительный провод – рельс»;</li> <li>- определения коэффициента мощности.</li> </ul>
6	<p>Исследование эффективности системы электроснабжения переменного тока с ЭУП.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения напряжения на плечах питания и на электровозах;</li> <li>- измерения токов, поступающих в плечи питания от тяговых трансформатора и токов электровозов;</li> </ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- измерьте углов сдвига тока в контактной подвеске относительно напряжения «контактная сеть – рельс»;</li> <li>- определения коэффициента мощности.</li> </ul>
7	<p>Исследование вынужденного режима системы электроснабжения переменного тока.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения напряжения на вторичных обмотках трансформаторов и электровозах;</li> <li>измерения токов, поступающих в контактную подвеску от тяговых подстанций и токов электровозов;</li> <li>- измерения углов сдвига тока и напряжения;</li> <li>- определения мощности, отдаваемые каждой вторичной обмоткой в тяговую сеть, суммарной мощности питания и мощности, потребляемой электровозами.</li> </ul>
8	<p>Моделирование различных схем питания контактной сети постоянного тока.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения токов и напряжений при различных схемах питания контактной сети;</li> <li>- определения потерь мощности в тяговой сети для всех рассмотренных схем питания контактной сети;</li> <li>- построения диаграмм изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.</li> </ul>
9	<p>Исследование влияния неравенства напряжений на шинах подстанций на показатели работы тяговой сети постоянного тока.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения токов и напряжений;</li> <li>- определения потерь мощности в тяговой сети;</li> <li>- построения диаграммы изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.</li> </ul>
10	<p>Моделирование вынужденных режимов работы системы электроснабжения участка постоянного тока.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения токов и напряжений;</li> <li>- определения потерь мощности в тяговой сети;</li> <li>- построения диаграммы изменения напряжения по длине рассматриваемой межподстанционной зоны.</li> </ul>
11	<p>Исследование способов повышения напряжения на токоприемнике электровозов на участке постоянного тока.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения токов и напряжений;</li> <li>- построения графиков распределения напряжения вдоль пути.</li> </ul>
12	<p>Исследование работы тяговой сети постоянного тока при рекуперации электрической энергии.</p> <p>В результате лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения токов и напряжений;</li> <li>- построения графиков изменения токов и напряжений в функции от тока рекуперирующего электровоза.</li> </ul>

### 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>



№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чередовать подключения менее загруженных фаз тяговых подстанций к разным фазам питающих линий передачи;</li> <li>- обеспечивать параллельную работу смежных подстанций по тяговой сети.</li> </ul>
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"> <li>- выполнения фазировки линий при различных схемах и группах соединения трансформаторов;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- исследования влияния тягового трансформатора со схемой соединения обмоток «открытый треугольник» на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- исследования влияния параметров и места включения устройств продольной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- определения расположения поездов на линии для рассматриваемых моментов времени;</li> <li>- определения токов, потребляемых локомотивами, в рассматриваемые моменты времени;</li> <li>- построения мгновенных схем для рассматриваемых моментов времени.</li> </ul>
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"> <li>- определения расположения поездов на линии для рассматриваемых моментов времени;</li> <li>- определения токов, потребляемых локомотивами, в рассматриваемые моменты времени;</li> <li>- построения мгновенных схем для рассматриваемых моментов времени.</li> </ul>

№ 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"> <li>- определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазов, напряжения на токоприемнике электровазов и потерь мощности в контактной сети;</li> <li>- построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии;</li> <li>- построения графика потерь напряжения до электровазов.</li> </ul>
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"> <li>- определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазов, напряжения на токоприемнике электровазов и потерь мощности в контактной сети;</li> <li>- построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии;</li> <li>- построения графика потерь напряжения до электровазов.</li> </ul>
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"> <li>- определения коэффициента несимметрии токов и напряжений в питающей сети в схемах с трёхфазным трансформатором при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- составления уравнений связывающих симметричный и несимметричный участки цепи;</li> <li>- определения коэффициента несимметрии токов и напряжений в питающей сети при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции;</li> <li>- построения векторных диаграмм.</li> </ul>
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"> <li>- расчета напряжения на вторичных полуобмотках трансформаторов тяговых подстанций системы 2х25 кВ;</li> <li>- расчет токов, поступающих в контактную подвеску и в дополнительный провод от тяговых подстанций системы 2х25 кВ.</li> </ul>
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"> <li>- расчета удельных сопротивлений контактной подвески с экранирующим и усиливающим проводами.</li> </ul>
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"> <li>- измерения потенциала рельсы – земля;</li> <li>- определения тока в земле и рельсовой цепи;</li> <li>- построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов.</li> </ul>
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"> <li>- расчета потенциала рельсы – земля;</li> <li>- определения тока в земле и рельсовой цепи;</li> <li>- построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов.</li> </ul>
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

Примерный перечень вариантов курсового проекта приведен в Приложении 1.

Для каждого варианта исходных данных возможно использование одного из вариантов графика тягового расчета.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Пышкин, А. А. Электроснабжение железных дорог : учебник / А. А. Пышкин, Д. В. Лесников. — Екатеринбург : , 2023. — 507 с. — ISBN 978-5-94614-530-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/369506">https://e.lanbook.com/book/369506</a> (дата обращения: 21.02.2024).
2	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/264467">https://e.lanbook.com/book/264467</a> (дата обращения: 31.01.2024).
3	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/264665">https://e.lanbook.com/book/264665</a> (дата обращения: 21.02.2024).
4	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/279059">https://e.lanbook.com/book/279059</a> (дата обращения: 21.02.2024).
5	Варенцов, В. М. Электроснабжение железных дорог : учебно-методическое пособие / В. М. Варенцов, В. Г. Жемчугов, О. А. Степанская. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. — 50 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/66419">https://e.lanbook.com/book/66419</a> (дата обращения: 21.02.2024).
6	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 34 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/264368">https://e.lanbook.com/book/264368</a> (дата обращения: 31.01.2024).
7	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 2 — 2022. — 37 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/264371">https://e.lanbook.com/book/264371</a> (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](http://www.elibrary.ru))

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.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, компьютерное оборудование.

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, доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин