

**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: 02.09.2025

## 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 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:**

- Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения;

- Методологий расчетов основных параметров системы тягового 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- системы электроснабжения при разных системах тяги;<br>- схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы;<br>- особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты;<br>- трехпроводные схемы;<br>- система 2х25 кВ;<br>- схема питания нетяговых потребителей.                      |
| 2        | Система электроснабжения метрополитенов.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- особенности схем питания метрополитенов;<br>- схемы питания нетяговых потребителей.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3        | Сопротивление тяговой сети.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока;<br>- сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока;<br>- потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока;<br>- сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока;<br>- сопротивление тяговой сети 2х25 кВ;<br>- составное и приведенное сопротивление тяговой сети. |
| 4        | Законы распределения потенциала и тока на участке с сосредоточенной нагрузкой.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- вывод общих уравнений;<br>- распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях постоянного тока;<br>- распределение потенциала и тока в рельсовой цепи на линиях переменного тока.                                                                                                                    |
| 5        | Распределение потенциала и тока в рельсовой цепи при равномерно распределенной нагрузке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| №<br>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>                  |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | - вывод расчетных формул для определения параметров режимов работы системы электроснабжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15       | Вероятностные методы расчета устройств электроснабжения.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- вероятностно-статистические расчеты режимов работы системы электроснабжения;<br>- характеристика тяговой нагрузки как случайной величины.<br>-тяговая нагрузка как случайная функция времени.                                                                                                                                                        |
| 16       | Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках постоянного тока.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при односторонней схеме питания контактной сети;<br>- расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при двусторонней схеме питания контактной сети;<br>- расчет мгновенных схем при узловых и параллельных схемах питания контактной сети. |
| 17       | Расчет мгновенных схем расположения нагрузок на участках переменного тока.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при односторонней схеме питания контактной сети;<br>- расчет мгновенных схем расположения нагрузок на однопутном участке при двусторонней схеме питания контактной сети;<br>- расчет мгновенных схем при узловых и параллельных схемах питания контактной сети. |
| 18       | Расчет мгновенной схемы при системе электроснабжения 2х25 кВ.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет токораспределения в тяговой сети;<br>- расчет падения напряжения и потерь мощности.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 19       | Выбор параметров системы электроснабжения.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- выбор мощности трансформаторов тяговой подстанции по старению изоляции;<br>- упрощенный метод выбора мощности трансформаторов тяговой подстанции;<br>- выбор сечения проводов контактной сети.                                                                                                                                                                     |
| 20       | Блуждающие токи и защита от них.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- влияние блуждающих токов на подземные сооружения;<br>- способы уменьшения величины блуждающих токов;<br>- меры по защите подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.                                                                                                                                                                                                |
| 21       | Влияние электрических железных дорог на смежные линии и способы защиты.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- виды влияний тяговой сети на смежные линии;<br>- опасные и мешающие влияния;<br>- способы снижения влияний электрических железных дорог на смежные линии.                                                                                                                                                                             |
| 22       | Принципы поэтапного наращивания мощности системы электроснабжения переменного тока.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- основные способы усиления системы электроснабжения переменного тока и возможные сочетания их в схемах развития;<br>- оптимизация развития системы электроснабжения по псевдодинамическому методу;<br>- оптимизация развития системы электроснабжения методом динамического программирования.                              |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Лабораторные работы

| №<br>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 напряжений 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| №<br>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 электровазов;</li> <li>измерения токов, поступающих в контактную подвеску от тяговых подстанций и токов электровазов;</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 электровазами.</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 электровазов 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 электроваза.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |

### Практические занятия

| №<br>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> |

| №<br>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><b>Параллельная работа линии питания автоблокировки.</b></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><b>Расчет энергетических характеристик подстанции с тяговым трансформатором со схемой соединения обмоток «открытый треугольник».</b></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><b>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств поперечной емкостной компенсации.</b></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><b>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации.</b></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><b>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в питающий провод.</b></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><b>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в отсасывающий провод.</b></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><b>Составление мгновенных схем методом равномерного сечения графика движения.</b></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><b>Составление мгновенных схем методом характерных сечений графика движения.</b></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>                          |

| №<br>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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | - периодизации и разложения в ряд Фурье кривой тока короткого замыкания;<br>- 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.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- использования принципа независимости действия нагрузок;<br>- 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.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- определения индуктированных напряжений и токов в смежной линии при воздействии на нее электромагнитного поля проводов контактной сети.<br>- построения векторных диаграмм.                                                                 |
| 21       | Расчет уравнивающего тока в тяговой сети переменного тока при отсутствии нагрузки.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- определения уравнивающего тока на фидерной зоне при отсутствии нагрузки;<br>- определения потерь энергии в результате транзита мощности по тяговой сети.                                                               |
| 22       | Расчет неоднородной тяговой сети переменного тока.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- расчета параметров неоднородной тяговой сети переменного тока;<br>- разделения на элементарные однородные участки неоднородного участка тяговой сети.                                                                                                  |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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).

| №<br>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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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

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