

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Системы электроснабжения электрического транспорта**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

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: 29.04.2025

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

Целями освоения учебной дисциплины «Системы электроснабжения электрического транспорта» 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-2** - Способен проводить экспертизу и проектирование систем электроснабжения, производить необходимые расчеты, в том числе, с применением средств автоматизированного проектирования;

**ПК-3** - 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.

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.

### **Уметь:**

Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения.

### **Владеть:**

Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения.

**Знать:**

Основные принципы и методы расчета систем тягового электроснабжения.

**Уметь:**

Проектировать систему электроснабжения железных дорог

**Владеть:**

Методами повышения технико-экономических показателей системы электроснабжения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 48               | 48         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 32               | 32         |
| Занятия семинарского типа                                 | 16               | 16         |

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 96 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        | <b>Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- системы электроснабжения при разных системах тяги;</li><li>- схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы;</li><li>- особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты;</li><li>- трехпроводные схемы;</li><li>- система 2х25 кВ;</li><li>- схема питания нетяговых потребителей;</li><li>- особенности схем питания метрополитенов.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2        | <b>Сопротивление тяговой сети.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока;</li><li>- сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока;</li><li>- потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока</li><li>- сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока;</li><li>- сопротивление тяговой сети 2х25 кВ;</li><li>- составное и приведенное сопротивление тяговой сети.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3        | <b>Режим работы системы электроснабжения железных дорог.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- влияния отклонения напряжения на скорость и силу тяги электровоза;</li><li>- рекуперация электроэнергии на линиях постоянного и переменного тока;</li><li>- напряжение на шинах тяговых подстанций постоянного и переменного тока;</li><li>- особенность параллельной работы подстанций переменного тока.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4        | <b>Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- регулирование напряжения на участках постоянного и переменного тока;</li><li>- регулирование напряжения в условиях несимметричной нагрузки;</li><li>- влияние несимметричной и несинусоидальной нагрузки на работу различных потребителей;</li><li>- компенсирующие устройства;</li><li>- поперечная и продольная компенсация;</li><li>- определение симметричных составляющих нагрузки на отдельной тяговой подстанции и в питающей линии передачи без применения и с применением компенсирующих устройств;</li><li>- определение основных параметров режимов работы системы электроснабжения для заданной мгновенной схемы расположения несимметричной нагрузки без применения и с применением компенсирующих устройств.</li></ul> |
| 5        | <b>Методы расчета системы электроснабжения.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- принципы построения методов расчета системы электроснабжения;</li><li>- метод равномерного сечения графика движения;</li><li>- метод характерных сечений графика движения;</li><li>- метод непрерывного исследования графика движения;</li><li>- методы расчета системы электроснабжения по заданным размерам движения;</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- метод равномерно распределенной нагрузки и его оценка;</li> <li>- методы расчета по средним размерам движения;</li> <li>- методы, учитывающие случайный характер графика движения;</li> <li>- вывод расчетных формул для определения параметров режимов работы системы электроснабжения.</li> </ul>                                                                                                                                            |
| 6        | <p>Расчет мгновенных схем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет мгновенных схем на линиях постоянного тока;</li> <li>- расчет мгновенных схем на линиях переменного тока;</li> <li>- расчет мгновенной схемы при системе электроснабжения 2х25 кВ;</li> <li>- определения потерь мощности в тяговых сетях постоянного и переменного тока.</li> </ul>                                                                                     |
| 7        | <p>Выбор параметров системы электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор мощности трансформаторов тяговой подстанции по старению изоляции;</li> <li>- упрощенный метод выбора мощности трансформаторов тяговой подстанции;</li> <li>- выбор сечения проводов контактной сети.</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 8        | <p>Принципы поэтапного наращивания мощности системы электроснабжения переменного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы усиления системы электроснабжения переменного тока и возможные сочетания их в схемах развития;</li> <li>- оптимизация развития системы электроснабжения по псевдодинамическому методу;</li> <li>- оптимизация развития системы электроснабжения методом динамического программирования.</li> </ul> |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чередовать подключения менее нагруженных фаз тяговых подстанций к разным фазам питающих линий передачи;</li> <li>- обеспечивать параллельную работу смежных подстанций по тяговой сети.</li> </ul>                                                                                |
| 2        | <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> |
| 3        | <p>Расчет энергетических характеристик подстанции с тяговым трансформатором со схемой соединения обмоток «звезда-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 «звезда-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</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | устройств поперечной емкостной компенсации.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;<br>- построения векторных диаграмм.                                                                                                                                |
| 5        | Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока;<br>- построения векторных диаграмм.                                                   |
| 6        | Расчета мгновенных схем для однопутных участков железной дороги.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазов, напряжения на токоприемнике электровазов и потерь мощности в контактной сети;<br>- построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии;<br>- построения графика потерь напряжения до электровазов.  |
| 7        | Расчета мгновенных схем для многопутных участков железной дороги.<br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>- определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазов, напряжения на токоприемнике электровазов и потерь мощности в контактной сети;<br>- построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии;<br>- построения графика потерь напряжения до электровазов. |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                   |
|----------|----------------------------------------------|
| 1        | подготовка к практическим занятиям           |
| 2        | работа с лекционным материалом и литературой |
| 3        | Подготовка к промежуточной аттестации.       |
| 4        | Подготовка к текущему контролю.              |

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

| №<br>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.                                         | <a href="https://e.lanbook.com/book/121370">https://e.lanbook.com/book/121370</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 : | <a href="https://e.lanbook.com/book/264467">https://e.lanbook.com/book/264467</a><br>(дата обращения: 31.01.2024). |

|   |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | ОмГУПС, 2021. — 39 с.                                                                                                                                                                              |                                                                                                                    |
| 3 | 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). |
| 4 | 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. 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>)

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

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

С.В. Володин

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин