

**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: 01.06.2022

## 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. Основные принципы и методы расчета систем тягового электроснабжения.

### **Уметь:**

Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения.

### **Владеть:**

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

#### 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	Сем. №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	46	46
В том числе:		
Занятия лекционного типа	30	30
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 98 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	<p>Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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 2x25 кВ;</li> <li>- схема питания нетяговых потребителей;</li> <li>- особенности схем питания метрополитенов.</li> </ul>
2	<p>Сопротивление тяговой сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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 2x25 кВ;</li> <li>- составное и приведенное сопротивление тяговой сети.</li> </ul>
3	<p>Режим работы системы электроснабжения железных дорог.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Методы расчета системы электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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> <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>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
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 системы электроснабжения 2?25 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

№ 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 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</p>

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

#### 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	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.1 170 с. ISBN 978-5-89035-931-5 Чернов Ю.А. Учебное пособие 2005	Электронно-библиотечной системы «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> )
2	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.2: 170 с. ISBN 978-5-89035-931-5 Чернов Ю.А. Учебное пособие 2009	НТБ РУТ(МИИТ) ( <a href="http://library.miit.ru">http://library.miit.ru</a> ),
3	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.3 170 с. ISBN 978-5-89035-931-5 Чернов Ю.А. Учебное пособие 2012	Электронно-библиотечной системы «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> )
1	Электроснабжение электрифицированных железных дорог.	НТБ РУТ(МИИТ)

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).

Меловая (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:

Зачет в 8 семестре.

## 10. Оценочные материалы.

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



Авторы:

доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин