

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические
комплексы,
утвержденной директором РУТ (МИИТ)
Покусаевым О.Н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Система электроснабжения ВСМ

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность (профиль): Управление инфраструктурой высокоскоростных магистралей

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: 2017
Подписал: заместитель директора Ефимова Ольга Владимировна
Дата: 09.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- 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 дисциплины (модуля) являются:

- 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-3 - Способен осуществлять контроль соответствия установленным требованиям инфраструктурных объектов ВСМ на этапах жизненного цикла;

ПК-4 - Способен интегрировать и согласовывать технические решения для объектов инфраструктуры, способствующие эмерджентности в ВСМ;

ПК-5 - Способен формировать требования для ввода в эксплуатацию объектов инфраструктуры ВСМ, задающие стандарты качества и безопасности.

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

Знать:

- схемы устройств систем электроснабжения электрифицированных железных дорог и режимы их работы;
- показатели качества электрической энергии;
- методы расчета системы электроснабжения;
- средства для регулирования качества электрической энергии и потребления реактивной мощности.

Уметь:

- проводить расчеты системы электроснабжения и определять показатели работы системы электроснабжения различными методами;

- выбирать средства для обеспечения необходимого качества электрической энергии и ограничения потребления реактивной мощности;
- проводить расчеты системы электроснабжения.

Владеть:

- методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения;
- методологией выбора технических средств и устройств для обеспечения необходимого качества электрической энергии;
- методами повышения технико-экономических показателей системы электроснабжения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	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 132 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">- 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;- особенности схем питания метрополитенов.
2	<p>Сопротивление тяговой сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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.
3	<p>Режим работы системы электроснабжения железных дорог.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- влияния отклонения напряжения на скорость и силу тяги электровоза;- рекуперация электроэнергии на линиях постоянного и переменного тока;- напряжение на шинах тяговых подстанций постоянного и переменного тока;- особенность параллельной работы подстанций переменного тока.
4	<p>Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- регулирование напряжения на участках постоянного и переменного тока;- регулирование напряжения в условиях несимметричной нагрузки;- влияние несимметричной и несинусоидальной нагрузки на работу различных потребителей;- компенсирующие устройства;- поперечная и продольная компенсация;- определение симметричных составляющих нагрузки на отдельной тяговой подстанции и в питающей линии передачи без применения и с применением компенсирующих устройств;- определение основных параметров режимов работы системы электроснабжения для заданной мгновенной схемы расположения несимметричной нагрузки без применения и с применением компенсирующих устройств.
5	<p>Методы расчета системы электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- принципы построения методов расчета системы электроснабжения;- метод равномерного сечения графика движения;- метод характерных сечений графика движения;- метод непрерывного исследования графика движения;- методы расчета системы электроснабжения по заданным размерам движения;- метод равномерно распределенной нагрузки и его оценка- методы расчета по средним размерам движения;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- методы, учитывающие случайный характер графика движения; - вывод расчетных формул для определения параметров режимов работы системы электроснабжения;
6	Расчет мгновенных схем. Рассматриваемые вопросы: - расчет мгновенных схем на линиях постоянного тока; - расчет мгновенных схем на линиях переменного тока; - расчет мгновенной схемы при системе электроснабжения 2х25 кВ; - определения потерь мощности в тяговых сетях постоянного и переменного тока.
7	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.
8	Принципы поэтапного наращивания мощности системы 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.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Симметрирование однофазной тяговой нагрузки в питающей линии передачи. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - чередовать подключения менее нагруженных фаз тяговых подстанций к разным фазам питающих линий передачи; - обеспечивать параллельную работу смежных подстанций по тяговой сети.
2	Расчет энергетических характеристик подстанции с тяговым трансформатором со схемой соединения обмоток «открытый треугольник». В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - исследования влияния тягового трансформатора со схемой соединения обмоток «открытый треугольник» на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
3	Расчет энергетических характеристик подстанции с тяговым трансформатором со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник». В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - исследования влияния тягового трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник» на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
4	Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в питающий провод. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - исследования влияния параметров и места включения устройств продольной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в отсасывающий провод.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств продольной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
6	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств поперечной емкостной компенсации</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
7	<p>Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследования влияния параметров и места включения устройств поперечной емкостной компенсации на потери мощности и уровень напряжения подстанции переменного тока; - построения векторных диаграмм.
8	<p>Расчет мгновенных схем для однопутных участков железной дороги.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровозов, напряжения на токоприемнике электровозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровозов
9	<p>Расчет мгновенных схем для многопутных участков железной дороги.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровозов, напряжения на токоприемнике электровозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровозов.
10	<p>Расчет несимметрии токов во внешней сети при различных типах и схемах соединения трансформаторов тяговых подстанций переменного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения коэффициента несимметрии токов в питающей сети в схемах с трёхфазным трансформатором, с двумя однофазными и с трансформатором Скотта при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции; - построения векторных диаграмм.
11	<p>Расчет системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета напряжения на вторичных полуобмотках трансформаторов тяговых подстанций системы 2х25 кВ; - расчет токов, поступающих в контактную подвеску и в дополнительный провод от тяговых подстанций системы 2х25 кВ.
12	<p>Расчет системы электроснабжения переменного тока с ЭУП.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета удельных сопротивлений контактной подвески с экранирующим и усиливающим проводами.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
13	Расчет распределения потенциалов рельсов относительно земли и токов в рельсах и земле на участках постоянного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - измерения потенциала рельсы – земля; - определения тока в земле и рельсовой цепи; - построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов.
14	Расчет распределения потенциалов рельсов относительно земли и токов в рельсах и земле на участках переменного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета потенциала рельсы – земля; - определения тока в земле и рельсовой цепи; - построения графиков изменения потенциалов и токов рельсов

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ 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).

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

	2022 — Часть 1 — 2022. — 141 с. — ISBN 978-5-7641-1715-7.	
5	Варенцов, В. М. Электроснабжение железных дорог. Часть 2 : учебное пособие / В. М. Варенцов, А. И. Бурьяноватый, А. В. Агунов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 149 с. — ISBN 978-5-7641-1804-8.	https://e.lanbook.com/book/279059 (дата обращения: 21.02.2024).
6	Варенцов, В. М. Электроснабжение железных дорог : учебно-методическое пособие / В. М. Варенцов, В. Г. Жемчугов, О. А. Степанская. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. — 50 с.	https://e.lanbook.com/book/66419 (дата обращения: 21.02.2024).
7	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 34 с.	https://e.lanbook.com/book/264368 (дата обращения: 31.01.2024).
8	Блинов, П. Н. Тяговые расчеты : учебно-методическое пособие / П. Н. Блинов, Р. Ю. Якушин. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 2 — 2022. — 37 с.	https://e.lanbook.com/book/264371 (дата обращения: 31.01.2024).

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

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

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

Электронная библиотека УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте (<https://umczdt.ru/books/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Специализированная программа Mathcad.

Специализированная программа Matlab.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен во 2 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:

Заместитель директора

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов