

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 магистратуры
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 руководителя Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 01.06.2025

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	Системы электроснабжения электрических железных дорог и метрополитенов. Рассматриваемые вопросы: - системы электроснабжения при разных системах тяги; - схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы; - особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты; - трехпроводные схемы; - система 2х25 кВ; - схема питания нетяговых потребителей; - особенности схем питания метрополитенов.
2	Сопротивление тяговой сети. Рассматриваемые вопросы: - потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока; - сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока; - потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока - сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока; - сопротивление тяговой сети 2х25 кВ; - составное и приведенное сопротивление тяговой сети.
3	Режим работы системы электроснабжения железных дорог. Рассматриваемые вопросы: - 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	Способы повышения качества электрической энергии и коэффициента мощности. Рассматриваемые вопросы: - 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	Методы расчета системы электроснабжения. Рассматриваемые вопросы: - 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 оценка⁴ - 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	Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств продольной емкостной компенсации в отсасывающий 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.
6	Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении устройств поперечной 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.
7	Расчет энергетических характеристик трансформаторов подстанции при включении 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.
8	Расчет мгновенных схем для однопутных участков железной дороги. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазозов, напряжения на токоприемнике электровазозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровазозов
9	Расчет мгновенных схем для многопутных участков железной дороги. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - определения токов тяговых подстанций, потерь напряжения до электровазозов, напряжения на токоприемнике электровазозов и потерь мощности в контактной сети; - построения графиков изменения тока и уровня напряжения в контактной сеи по длине линии; - построения графика потерь напряжения до электровазозов.
10	Расчет несимметрии токов во внешней сети при различных типах и схемах соединения трансформаторов тяговых подстанций переменного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - 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	Расчет системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - 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	Расчет системы электроснабжения переменного тока с ЭУП. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - 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:

Руководитель образовательной
программы

П.А. Григорьев

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов