

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор РОАТ

 В.И. Апатцев

17 марта 2020 г.

Кафедра «Электрификация и электроснабжение»

Автор Шиловская Римма Викторовна, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электроснабжение железных дорог и метрополитенов**



Специальность: 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2020

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 10 октября 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.Н. Климов	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 8 10 марта 2020 г. Заведующий кафедрой  В.А. Бугреев
---	---

Рабочая программа учебной 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: 167365  
Подписал: Заведующий кафедрой Бугреев Виктор Алексеевич  
Дата: 10.03.2020

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина посвящена изучению систем электроснабжения метрополитена, составляющих специальную часть городских энергосистем и предназначенных для питания электроподвижного состава и силовых потребителей линий метрополитена. Целью освоения учебной дисциплины «Электроснабжение железных дорог и метрополитена» является формирование у обучающихся профессионально-специализированных компетенций ( ПКС-1.3) и приобретение ими:

- знаний о процессах взаимодействия элементов системы электроснабжения между собой и системы в целом с электроподвижным составом;
- умений оценки экономичности и надежности электрической железной дороги при всех возможных режимах ее работы;
- навыков использования современных вычислительных средств для анализа режимов работы электрооборудования.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Электроснабжение железных дорог и метрополитенов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Коммутационные и электрические аппараты:**

Знания: работу коммутационных устройств понизительных и совмещенных подстанций линий метрополитена

Умения: рассчитывать уставки быстродействующих автоматов подстанций метрополитена

Навыки: анализа работы коммутационных устройств

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-52 Способен рассчитать основные параметры систем тягового электроснабжения, выбрать места расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от скоростного и высокоскоростного движения поездов	ПКС-52.1 Знает теоретические основы электрической тяги ПКС-52.2 Умеет произвести расчет основных параметров системы электроснабжения ПКС-52.3 Учитывает специфику организации скоростного и высокоскоростного движения поездов при проектировании систем электроснабжения

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

9 зачетных единиц (324 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	Семестр 5	Семестр 6
Контактная работа	37	20,25	17,35
Аудиторные занятия (всего):	37	20	17
В том числе:			
лекции (Л)	20	12	8
практические (ПЗ) и семинарские (С)	16	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	0	1
Самостоятельная работа (всего)	274	156	118
Экзамен (при наличии)	9	0	9
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	324	180	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	9.0	5.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1)	КП (1)	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО, ЭК	ЗаО	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	<p>Раздел 1 Тема Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети метрополи-тена</p> <p>Раздел 1 Особенности защиты от токов коротких замыканий в тяговой сети. Принципы построения системы защиты от токов короткого замыкания на линиях постоянного тока с учетом возможных режимов работы системы электроснабжения. Принципы построения защит от токов короткого замыкания на линиях постоянного тока. Признаки тяговой нагрузки, используемые в защитах на постоянном токе: амплитуда, скачок и скорость нарастания тока, уровень напряжения в тяговой сети. Методы расчета уставок защит, использование ЭВМ для этих целей.</p>	8		8			122	138	ЗаО, Защита контрольной работы, Зао
2	5	<p>Раздел 2 Тема Токи утечки в землю и защита подземных сооружений от электрокоррозии</p> <p>Раздел 2 Влияние токов утечки на подземные сооружения.</p>	4				15	19	Зао, Защита контрольной работы, Зао	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Потенциальное состояние подземного сооружения. Анодные и катодные зоны. Основные меры защиты подземных сооружений от электрокоррозии. Моделирование процессов утечки и распределения блуждающих токов в земле на ПЭВМ. Расчет потенциального состояния сети ходовых рельсов в системе автоматизированных расчетов электроснабжения.							
3	5	Раздел 3 Темы Вопросы эксплуатации С.Э  Раздел 3 Подвижной состав метрополитена. Моделирование нагрузок системы электроснабжения линии метрополитена в ЭВМ. Система измерения параметров режимов работы С.Э. Связь с энергосистемой. Контроль качества электроэнергии. Измерения расхода электроэнергии. Контроль значений коэффициента мощности. Тарифы на электроэнергию. Шкала скин-док и надбавок. Меры по экономии электроэнергии. Диспетчерское регулирование. Цели и задачи АСУ С.Э.					18	18	, За
4	5	Раздел 5 Дифференцированный					1	5	ЗаО, КП

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		зачет							
5	5	Раздел 6 Контрольная работа						0	ЗаО, КП
6	6	Раздел 7 Системы электроснабжения электрических железных дорог Схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы. Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты. Подвижной состав Эл. Ж. Д. и метрополитенов. Силы, действующие на поезд. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые расчеты.	8		8	1	118	144	ЭК
7		Раздел 4 Раздел 4.							,
8		Раздел 9 Сопротивление тяговой сети Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети постоянного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях постоянного тока. Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Потенциалы и токи в рельсах на линиях переменного тока. Составное и приведенное сопротивление тяговой сети. Сопротивление тяговой сети 2х25; 1х35 кВ.							



№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9		Всего:	20		16	1	274	324	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	5		Тема Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети метрополи-тена  Раздел 1 Особенности защиты от токов коротких замыканий в тяговой сети. Принципы построения системы защиты от токов короткого замыкания на линиях постоянного тока с учетом возможных режимов работы системы электроснабжения. Принципы построения защит от токов короткого замыкания на линиях постоянного тока. Признаки тяговой нагрузки, используемые в защитах на постоянном токе: амплитуда, скачок и скорость нарастания тока, уровень напряжения в тяговой сети. Методы расчета уставок защит, использование ЭВМ для этих целей.	8
2	6		Системы электроснабжения электрических железных дорог  Схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы. Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты. Подвижной состав Эл. Ж. Д. . и метрополитенов . Силы, действующие на поезд. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые расчеты.	8
ВСЕГО:				16/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При проведении лекций используются активные и интерактивные формы, разбор конкретных примеров и задач.

На лабораторных занятиях изучаются упрощенные варианты схем питания и токораспределения в тяговых сетях. В описании содержания лабораторных работ дается подробное изложение материала.

.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Тема Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети метрополи-тена	.Раздел 1. Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом п 7.2(1) стр.450-492, п.7.3 стр. 296-310.	14
2	5	РАЗДЕЛ 1 Тема Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети метрополи-тена	.Раздел 1. Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом п 7.2(1) стр.450-492, п.7.3 стр. 296-310.	14
3	5	РАЗДЕЛ 2 Тема Токи утечки в землю и защита подзем-ных сооруже-ний от электро-коррозии	.Раздел 2. Работа со справочной и специальной литературой п.7.2(1)стр.494-501, п7.2(3,)стр. 392-405	15
4	5	РАЗДЕЛ 3 Темы Вопросы эксплуатации С.Э	Раздел 3. Решение заданий из контрольной работы п.7.3(1) стр.5-47 , п 7.2(3) стр362-386.	18
5	5		Тема Защита от токов короткого замыкания в тяговой сети метрополи-тена  Раздел 1 Особенности защиты от токов коротких замыканий в тя-говой сети. Принципы построения системы защиты от токов ко-роткого замыкания на линиях постоянного тока с учетом возможных режимов работы системы электроснабжения.Принципы построения защит от токов короткого замыкания на линиях постоянного тока. Признаки тяговой нагрузки, используемые в защитах на постоянном токе: амплиту-да, скачок и скорость нарастания тока, уровень напряжения в тяговой сети.Методы расчета уставок защит, использование ЭВМ для этих целей.	108
6	5		Дифференцированный зачет	1
7	6		Системы электроснабжения электрических железных дорог  Схемы питания тяговой сети в различных условиях их работы. Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты. Подвижной состав Эл. Ж. Д. . и метрополитенов . Силы, действующие на поезд. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые расчеты.	118
ВСЕГО:				288

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог. Лекция, Ч.1	Шиловская Р.В.	2010 г. Библиотека РОАТ , 2010 Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Разделы 1.1, 1.2 стр.1-52
2	Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог. Лекция, Ч.2	Шиловская Р.В.	Ч. 2. 2010 г .Библиотека РОАТ , 2010 Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Разделы 1.1, 1.2 стр.1-38

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Электроснабжение электрифицированных железных дорог	Марквардт К. Г. .	1982, М ., Транспорт Библиотека РОАТ , 1982 Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Раздел 1 - стр 450-432 Раздел 2 - стр 494-501
4	Справочник по электроснабжению железных дорог	Под. ред. К.Г. Марквардта	1982, М.: Транспорт Библиотека РОАТ , 1982 Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Раздел 3 стр 9-23
5	Электроснабжение метрополитенов	Под ред. Е.И. Быкова	1977г, М.: Транспорт. Ч1 , 1977 Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Все стр 5-427

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Официальный сайт РОАТ – <http://www.rgotups.ru/>
2. Официальный сайт МИИТ – <http://miit.ru/>
3. Электронно-библиотечная система РОАТ – <http://www.biblioteka.rgotups.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>
5. Электронные расписания занятий – <http://appnn.rgotups.ru:8080/scripts/B23.exe/R01>
6. Система дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/>
7. Электронные сервисы АСУ Университет (АСПК РОАТ) – <http://appnn.rgotups.ru:8080/>
8. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>

10. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) – <http://ibooks.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» – <http://www.biblio-online.ru/>
12. Электронно-библиотечная система «Академия» – <http://academia-moscow.ru/>
13. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
14. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>
15. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем — <http://sdo.roat-rut.ru>

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Программное обеспечение должно позволять выполнить все предусмотренные учебным планом виды учебной работы по дисциплине «Электроснабжение метрополитена»: теоретический курс, практические занятия, задания на контрольную работу, тестовые и экзаменационные вопросы по курсу. Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы объединены в Учебно-методический комплекс и размещены на сайте университета: <http://www.rgotups.ru/ru/>.

- Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя специализированное прикладное программное обеспечение [укажите соответствующее программное обеспечение, например, Work Bench, MatCad, MathLab, Labview, Консультант плюс и т.д.], а также программные продукты общего применения
- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.
- Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.
- Программное обеспечение для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 6.0 и выше.

Учебно-методические издания в электронном виде:

1. Каталог электронных пособий в системе дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/> - «Вход для зарегистрированных пользователей» - «Ввод логина и пароля доступа» - «Просмотр справочной литературы» - «Библиотека».
2. Каталог учебно-методических комплексов дисциплин – <http://www.rgotups.ru/ru/chairs/> - «Выбор кафедры» - «Выбор документа»

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебная аудитория должна соответствовать требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов.

Учебные лаборатории и кабинеты должны быть оснащены необходимым лабораторным оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренного учебным планом лабораторного практикума (практических занятий) по дисциплине. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим СНиПам.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Занятия по дисциплине « Электроснабжение железных дорог и метрополитена » включает лекции, лабораторные занятия, выполнение контрольной работы, зачет с оценкой. Кроме того, необходима самостоятельная работа.

Основные вопросы связаны с изучением схем питания тяговой сети и работой оборудования. Требуется разобраться с характером тяговой нагрузки, влияющей на формирование нагрузок системы электроснабжения и отдельных ее элементов. Для этой цели выполняются тяговые расчеты.

Методы расчета системы связаны с токами, потребляемыми поездами.

Учебники и учебные пособия указаны в рабочей программе дисциплины.

Методические указания даны также в задании на контрольную работу и в описании лабораторных работ.