

**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**

**Компьютерное моделирование и проектирование устройств  
электроснабжения**



Специальность: 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2020

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 2 17 марта 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p> <p style="text-align: center;"> С.Н. Климов</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 8 10 марта 2020 г. Заведующий кафедрой</p> <p style="text-align: center;"> В.А. Бугреев</p>
--	---

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 основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения электрических железных дорог.

Целью освоения учебной дисциплины «Компьютерное моделирование и проектирование устройств электроснабжения» является формирование у обучающихся общекультурных компетенций

( ОК-2 ), (ОПК-1,ОПК-9) и профессионально-специализированных компетенций ( ПСК-1.2) и приобретение обучающимися:

Знаний о структуре построения системы автоматизированных расчетов системы электроснабжения и применяемой математической модели;

умений подготовки исходной информации и анализа полученных результатов;

навыков использования современных вычислительных средств для анализа режимов работы электрооборудования.

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

Учебная дисциплина "Компьютерное моделирование и проектирование устройств электроснабжения" 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. Тяговые трансформаторные подстанции:**

Знания: работу оборудования тяговых подстанций постоянного и переменного тока.

Умения: выполнять расчеты по выбору оборудования тяговой подстанции

Навыки: анализировать работу оборудования подстанции в нормальных и аварийных ситуациях

#### **2.1.2. Электроснабжение железных дорог:**

Знания: работы электрооборудования системы электроснабжения

Умения: выполнять расчеты нагрузок системы

Навыки: анализа работы системы в нормальных и аварийных ситуациях

### **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	ПКР-1 Способен, используя знания об особенностях функционирования системы электроснабжения железных дорог и ее основных элементов, осуществлять монтаж, испытания, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт устройств и оборудования	ПКР-1.1 Понимает особенности эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения железных дорог и метрополитенов. ПКР-1.2 Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных узлов и оборудования системы электроснабжения железных дорог. ПКР-1.3 Применяет полученные знания о способах выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностях функционирования электрических сетей и энергосистем при выполнении различных видов работ, необходимых для обеспечения правильного и надежного функционирования системы электроснабжения железных дорог.

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

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

4 зачетные единицы (144 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
Контактная работа	16	16,25
Аудиторные занятия (всего):	16	16
В том числе:		
лекции (Л)	8	8
практические (ПЗ) и семинарские (С)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	124	124
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1)	КР (1)
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

### 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 Введение. Методы расчета</p> <p>Методы расчёта системы электроснабжения, основанные на детерминированном и вероятностном представлениях тяговой нагрузки. Их достоинства и недостатки. Метод имитационного моделирования, его возможности и использование его в системе автоматизированного проектирования (САПР) электроснабжения.</p>	1				15	20	, КП
2	5	<p>Раздел 2 Структура САПР электро-снабжения</p> <p>Исходные данные для выполнения тяговых расчетов и расчетов нагрузок систем электроснабжения магистральных дорог и метрополитена. Тяговый расчет. Моделирование графика движения поездов. Расчётные параметры тяговой нагрузки: интегральные и экстремальные. Алгоритмы расчёта тягового электроснабжения на ЭВМ при проектировании. Использование ЭВМ для расчётов систем электроснабжения в условиях</p>	1				20	21	, 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
		эксплуатации. Автоматизированная система расчётов тягового электроснабжения метрополитена							
3	5	Раздел 3 Тяговый расчёт в САПРе электроснабжения  Требования к тяговому расчету с точки зрения расчетных параметров тяговой нагрузки устройств электроснабжения. Алгоритм программы тягового расчета для разнотипных поездов магистральных железных дорог. Многовариантный тяговый расчёт для перегонов линии метрополитена. Критерии выбора расчётного режима ведения поезда по каждому перегону и линии в целом. Зависимости токов поездов от времени и расстояния, используемые далее в расчетах нагрузок системы электроснабжения..	1				20	21	, КП
4	5	Раздел 4 Моделирование графика движения поездов	1				10	11	, КП, решение задач
5	5	Раздел 5 Расчет мгновенных схем  Составление мгновенной схемы. Допущения,	2		4		22	28	, 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
		<p>принимаемые при расчетах в разных методах определения нагрузок системы электроснабжения. Влияние допущений на расчетные параметры тяговой нагрузки. Расчёт участка постоянного тока с учётом внутренних эквивалентных сопротивлений тяго-вых подстанций, колебаний напряжений питания, нелинейных ха-рактеристиках подстанций при рекуперации. Моделирование и расчёт утечки тока из рельсов в тоннель-ную обделку и землю. Представление результатов расчётов в табличном виде в файлах и в графическом виде на экране дисплея .</p>							
6	5	<p>Раздел 6 Расчёт аварий-ных и вынуж-денных режимов работы системы электро-снабжение-ния</p> <p>Представление установившегося значения тока короткого замыкания как случайной величины, расчёт функции распределе-ния вероятностей тока короткого замыкания . Выбор расчётного значения с заданной вероятностью. Вынужденные</p>	1				10	11	, КП, решение задач



№ 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
		режимы работы системы, связанные с отключением фидера, подстанции и т.д. Организация движения поездов в таких ситуациях .							
7	5	Раздел 7 Расчет параметров тяговой нагрузки  Точность расчетных параметров. Расчет интегральных и экстремальных значений в разных методах: детерминированном, вероятностном и методе имитационного моделирования .	1		4		10	15	, КП
8	5	Раздел 8 Методика выбора оборудования системы электроснабжения  Выбор мощности подстанции переменного тока магистральных ж. д., выбор числа выпрямителей на подстанции постоянного тока, выбор сечения проводов контактной сети, сравнение вариантов расположения подстанций. Критерии и проверки. Корректировка пропускной способности. Выбор защиты от токов короткого замыкания Автоматизация процесса выбора оборудования. Использование					16	16	, КП

№ 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
		методов итерации.							
9	5	Раздел 10 Допуск к экзамену					1	1	, Эл. тест КСР
10	5	Раздел 13 Курсовой проект						0	КР
11		Раздел 9 Защита курсового проекта							, Допуск к экзамену
12		Раздел 10 Допуск к экзамену							, Эл. тест КСР
13		Экзамен							, Экзамен
14		Экзамен							
15		Всего:	8		8		124	144	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 8 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	РАЗДЕЛ 5 Расчет мгновенных схем	Моделирование тяговой нагрузки и расчет мгновенных значений	4
2	5	РАЗДЕЛ 7 Расчет параметров тяговой нагрузки	Расчёт вероятностных характеристик тяговой нагрузки подстанции	4
ВСЕГО:				8/0

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

/Курсовой проект по дисциплине «Компьютерное моделирование и проектирование устройств электроснабжения» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой [Выберите

Темой курсового проекта является расчет системы электроснабжения участка переменного тока..

(. Выбор мощности подстанции. Выбор сечения проводов контактной сети. Корректировка пропускной способности участка. )

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

Практические занятия предназначены для решения задач определения параметров тяговой нагрузки устройств электроснабжения.

## 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 Введение. Методы расчета	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[1]стр.1-52	15
2	5	РАЗДЕЛ 2 Структура САПР электро-снабжения	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[1]стр.1-52	20
3	5	РАЗДЕЛ 3 Тяговый расчёт в САПРе электроснабжения	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[2]стр.1-38	20
4	5	РАЗДЕЛ 4 Модели-рование графика движения поездов	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[1]стр.1-52	10
5	5	РАЗДЕЛ 5 Расчет мгновен-ных схем	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[1]стр.1-52	22
6	5	РАЗДЕЛ 6 Расчёт аварий-ных и вынуж-денных режимов работы системы электро-снабжения	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[1]стр.1-52	10
7	5	РАЗДЕЛ 7 Расчет парамет-ров тяговой нагрузки	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[2]стр.1-38	10
8	5	РАЗДЕЛ 8 Методика выбора оборудования системы электроснабжения	работа со справочной и специальной литературой; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом.п7.1[2]стр.1-38	16
9	5		Допуск к экзамену	1
ВСЕГО:				124

## 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, М.: РГОТУПС Библиотека РОАТ , 2010  Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Разделы 1-6 стр 1-52
2	Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог. Лекция, Ч.2	Шиловская Р.В.	2010, М.: РГОТУПС Библиотека РОАТ , 2010  Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц Разделы 1-6 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 4 стр. 509-524, Раздел 5 -стр 122-197
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 1 - стр 9-23 Раздел 5 стр 33-45 Раздел 6 стр 84-794

## 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/>
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 «Компьютерное моделирование и проектирование устройств электроснабжения»: 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 «Компьютерное моделирование и проектирование устройств электроснабжения» включает лекции, практические занятия, выполнение курсового проекта и экзамен. 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 и осуществляется моделирование движения поездов в компьютере с малым шагом во времени, расчетом мгновенных схем и дальнейшем расчетом параметров тяговой нагрузки по которым выбирается оборудование.

Учебники и учебные пособия указаны в рабочей программе дисциплины.

Методические указания даны также в задании на курсовой проект.