

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

20 ноября 2019 г.

Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Андреев Валерий Васильевич, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование систем и процессов**

Специальность:	23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов
Специализация:	Электроснабжение железных дорог
Квалификация выпускника:	Инженер путей сообщения
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2016

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 06 сентября 2017 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 2 04 сентября 2017 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">М.П. Бадёр</p>
---	--

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» является формирование у студентов необходимых знаний и умений для компьютерного моделирования различных режимов работы систем тягового электроснабжения, определения соответствия параметров системы реализуемым нагрузкам, с непрерывным использованием универсальных средств разработки приложений и профессиональных систем компьютерной математики.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» является формирование у обучающегося компетенций в области теории электрификации железных дорог для следующих видов деятельности:

проектной;

эксплуатационной;

научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

проектной:

- проектирование систем тягового электроснабжения постоянного тока 3,3кВ;

- проектирование систем тягового электроснабжения переменного тока 25кВ и 2х25кВ.

эксплуатационной:

проектирование систем усиления тягового электроснабжения:

- при росте грузопотока;

- при организации движения тяжеловесных поездов;

- при повышении скоростей движения грузовых и пассажирских поездов.

научно-исследовательской:

- исследование новых систем тягового электроснабжения повышенного напряжения;

- расчёт параметров системы тягового электроснабжения при внедрении новых видов электроподвижного состава с асинхронными тяговыми двигателями;

- оценка эффективности рекуперации электрической энергии;

- оценка влияния тяговой сети на линии сигнализации и связи.

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

Учебная дисциплина "Математическое моделирование систем и процессов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

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

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

#### **2.1.1. Информатика:**

Знания: знать и понимать:методы разработки и отладки программ  
знать и понимать:методы разработки и отладки программ  
знать и понимать:методы разработки и отладки программ

Умения: разрабатывать приложения баз данных.разрабатывать приложения баз данных.разрабатывать приложения баз данных.

Навыки: технологиями объектно-ориентированного про-граммирования, визуального программирования и программирования под управлением событий.технологиями объектно-ориентированного про-граммирования, визуального программирования и программирования под управлением событий.технологиями объектно-ориентированного про-граммирования, визуального программирования и программирования под управлением событий.

#### **2.1.2. Математика:**

Знания: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа; основы теории вероятностей.основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа; основы теории вероятностей.

Умения: выявить и идентифицировать проблемы своей профессиональной деятельности, сформулировать цели их исследования и решения, выбрать и обосновать группу критериев для оценки полезности разрабатываемых решений.выявить и идентифицировать проблемы своей профессиональной деятельности, сформулировать цели их исследования и решения, выбрать и обосновать группу критериев для оценки полезности разрабатываемых решений.

Навыки: методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств..методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств..

#### **2.1.3. Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения:**

Знания: Основные технические нормативы по функционированию систем тягового электроснабжения, возможности их измерения и контроля микропроцессорными системами различного уровня.Основные технические нормативы по функционированию систем тягового электроснабжения, возможности их измерения и контроля микропроцессорными системами различного уровня

Умения: анализировать современный диагностический парк и находить возможные пути модернизации, развития и расширения функциональных возможностей посредством применения современных информационных технологий на базе микропроцессорных

системанализировать современный диагностический парк и находить возможные пути модернизации, развития и расширения функциональных возможностей посредством применения современных информационных технологий на базе микропроцессорных систем

Навыки: измерительными технологиями для анализа работоспособности средств измерительной и вычислительной техники, устранять их отказы или грамотно составлять акты неисправности; измерительными технологиями для анализа работоспособности средств измерительной и вычислительной техники, устранять их отказы или грамотно составлять акты неисправности

#### **2.1.4. Теория линейных электрических цепей:**

Знания: - передовые технологии информационного обеспечения предприятий, отделов, структур хозяйство электроснабжения ОАО «РЖД»; - уметь проектировать и создавать программно – аппаратные комплексы для сбора, передачи информации и управления объектами со стороны вычислительных систем- передовые технологии информационного обеспечения предприятий, отделов, структур хозяйство электроснабжения ОАО «РЖД»; - уметь проектировать и создавать программно – аппаратные комплексы для сбора, передачи информации и управления объектами со стороны вычислительных систем

Умения: составлять техническое задание на проектирование и проектировать микропроцессорные системы управления и контроля. составлять техническое задание на проектирование и проектировать микропроцессорные системы управления и контроля.

Навыки: языками высокого и низкого уровней для программирования и отладки микропроцессорных систем, навыками работы с базами данных и языком запроса к ним; языками высокого и низкого уровней для программирования и отладки микропроцессорных систем, навыками работы с базами данных и языком запроса к ним

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

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

##### **2.2.1. Тяговые и трансформаторные подстанции (дополнительные разделы)**

Знания: методы расчета токов симметричных и несимметричных к. з.; принципы действия и конструктивное выполнение основных электрических аппаратов постоянного и переменного тока; условия выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей; принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций и назначение каждого элемента в схеме; схемы соединений и конструктивное выполнение понизительных и преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций; принципы работы устройств для повышения качества электроэнергии; методы расчета заземляющих устройств и устройств защиты от перенапряжений.

Умения: составить схему главных электрических соединений тяговой подстанции; рассчитать токи к. з., необходимые для выбора основных электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей; выбрать электрические аппараты, изоляторы и токоведущие части; рассчитать параметры заземляющего устройства и средства защиты от прямых ударов молнии; разработать чертежи размещения оборудования на территории и в здании тяговой подстанции; оценить (по укрупненным показателям стоимости) капитальные затраты, связанные с сооружением тяговой подстанции; использовать ЭВМ для расчетов токов к. з., переходных процессов при коммутации электрических цепей

переменного и постоянного тока. Пользоваться Интернетом и компьютерными технологиями

Навыки: особенностями процесса восстановления электрической прочности межконтактных промежутков коммутационных аппаратов для характерных случаев отключения токов к. з. и нагрузки;- конструктивном выполнении распределительных устройств и типовых ячеек распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока;- организацией технического обслуживания и ремонта; - перспективой современной электроэнергетики, путями ее развития, энергетическими программами;- проблемами экологии, связанными с развитием электроэнергетики;- компьютерными технологиями обработки результатов испытаний; - элементами экономического анализа при сравнении вариантов технических решений.

#### 2.2.2. Электроснабжение железных дорог (дополнительные разделы)

Знания: Методы расчета параметров системы электроснабжения.

Умения: Определять показатели работы устройств системы тягового электроснабжения.

Навыки: Методологий расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения.

### 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	ПК-16 способностью проводить научные исследования и эксперименты, анализировать, интерпретировать и моделировать в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов	<p>Знать и понимать: способы построения структурно-функциональных схем математических моделей систем тягового электроснабжения и технологических схем обработки информации.</p> <p>Уметь: моделировать процесс движения поезда; моделировать вероятностные графики движения поездов; формировать мгновенные схемы; строить схемно-независимые алгоритмы решения мгновенных схем; воспроизводить в математической модели процесс движения поездов; производить статистическую обработку результатов решения множества мгновенных схем.</p> <p>Владеть: способами и методами постановки и проведения экспериментов в виртуальной лаборатории.</p>
2	ОПК-1 способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать и понимать: основы теории интерполяции, аппроксимации и экстраполяции; численные методы интегрирования функций и дифференциальных уравнений; вероятностные законы распределения дискретных и непрерывных величин;</p> <p>Уметь: осуществлять выбор численного метода в зависимости от характера решаемой задачи; использовать вероятностные законы для моделирования вероятностного графика движения поездов;</p> <p>Владеть: способами алгоритмизации численных методов интегрирования; способами алгоритмизации задачи формирования случайной последовательности межпоездных интервалов.</p>
3	ОПК-4 способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны и коммерческих интересов	<p>Знать и понимать: способы представления информации в вычислительных устройствах различной природы; перспективные направления в разработке способов представления и обработки информации.</p> <p>Уметь: использовать перспективные способы обработки информации при решении оптимизационных задач в электроснабжении.</p> <p>Владеть: методами алгоритмизации инженерных задач с использованием перспективных средств представления и обработки информации.</p>
4	ПК-15 способностью применять	Знать и понимать: сущность и основные принципы

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
	<p>современные научные методы исследования технических систем и технологических процессов, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе существующих научных концепций отдельные явления и процессы с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов</p>	<p>имитационного моделирования систем тягового электроснабжения;          принципиальное отличие в исследовании объектов методами имитационного моделирования и аналитическими моделями;          случайный характер процессов, протекающих в системах тягового электроснабжения;</p> <p>Уметь: создавать логико-математическое описание объекта – системы тягового электроснабжения;</p> <p>Владеть: способами реализации имитационных моделей в среде профессиональных систем компьютерной математики;          владеть статистическими и численными методами обработки результатов имитационного моделирования для получения интегральных показателей работы системы тягового электроснабжения.</p>

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

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

5 зачетных единиц (180 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 7	Семестр 8
Контактная работа	52	28,15	24,15
Аудиторные занятия (всего):	52	28	24
В том числе:			
лекции (Л)	26	14	12
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	26	14	12
Самостоятельная работа (всего)	101	80	21
Экзамен (при наличии)	27	0	27
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	180	108	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	5.0	3.0	2.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	Раздел 1 Моделирование как этап в исследовании явлений и процессов.	2					2	
2	7	Раздел 2 Принципы построения структурно-функциональной схемы математической модели.					15	15	
3	7	Раздел 3 Моделирование тяговой подстанции постоянного тока. Проведение гармонического анализа выпрямленного напряжения тяговой подстанции;		2/1			9	11/1	
4	7	Раздел 4 Исследование влияния сглаживающего устройства (СУ) на гармонический состав выпрямленного напряжения тяговой подстанции;	2/2				9	11/2	ПК1
5	7	Раздел 5 Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции. Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	2/1	2/1			9	13/2	
6	7	Раздел 6 Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции. Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого	2/1	2/1			9	13/2	

№ 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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		замыкания в тяговой сети;							
7	7	Раздел 7 Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции. Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	2/1	2/1			9	13/2	
8	7	Раздел 8 Моделирование грузового электровоза ВЛ10у. Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС;	2/1	2/2			10	14/3	ПК2
9	7	Раздел 9 Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.	2	4			10	16	ЗаО
10	8	Раздел 10 Моделирование тяговой подстанции переменного тока. Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора.	2	2			2	6	
11	8	Раздел 11 Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.	2	2			2	6	
12	8	Раздел 12 Моделирование	2	2/1			2	6/1	ПК1

№ 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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с. Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке.							
13	8	Раздел 13 Моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги переменного тока в нормальном и аварийном режимах.	4/2	4/2			4	12/4	
14	8	Раздел 14 Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.	2/2	2/1			3	7/3	ПК2
15	8	Раздел 15 Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.					8	8	
16	8	Раздел 16 экзамен						27	ЭК
17		Всего:	26/10	26/10			101	180/20	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 26 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	7	РАЗДЕЛ 3 Моделирование тяговой подстанции постоянного тока. Проведение гармонического анализа выпрямленного напряжения тяговой подстанции;	Моделирование тяговой подстанции постоянного тока. Проведение гармонического анализа выпрямленного напряжения тяговой подстанции;	2 / 1
2	7	РАЗДЕЛ 5 Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции. Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции. Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	2 / 1
3	7	РАЗДЕЛ 6 Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции. Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции. Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	2 / 1
4	7	РАЗДЕЛ 7 Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции. Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции. Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	2 / 1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
5	7	РАЗДЕЛ 8 Моделирование грузового электровоза ВЛ10у. Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС;	Моделирование грузового электровоза ВЛ10у. Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС;	2 / 2
6	7	РАЗДЕЛ 9 Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.	Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.	4
7	8	РАЗДЕЛ 10 Моделирование тяговой подстанции переменного тока. Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора.	Моделирование тяговой подстанции переменного тока. Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора.	2
8	8	РАЗДЕЛ 11 Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.	Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.	2
9	8	РАЗДЕЛ 12 Моделирование тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с. Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке.	Моделирование тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с. Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке.	2 / 1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
10	8	РАЗДЕЛ 13 Моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги переменного тока в нормальном и аварийном режимах.	Моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги переменного тока в нормальном и аварийном режимах.	4 / 2
11	8	РАЗДЕЛ 14 Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.	Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.	2 / 1
ВСЕГО:				26 / 10

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

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» осуществляется в форме лекций и лабораторных занятий.

Лекции проводятся в традиционной организационной форме с элементами проблемного обучения. Две темы дисциплины проводятся по законам проблемного обучения.

Постановка проблем осуществляется на лекциях, а их решение реализуется в виртуальной лаборатории.

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» в новом учебном плане является заключительной в модуле дисциплин, в котором органически вписались дисциплины: «Информатика» (1 курс – I и II семестры), «Теория линейных электрических цепей» (2 и 3 курс – IV и V семестры), «Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения» (3 курс – VI семестр) и, наконец, «Математическое моделирование систем и процессов» (4 курс – VII и VIII семестры). Особо следует отметить, что лекции, лабораторные работы и курсовые проекты всех перечисленных дисциплин модуля, полностью ориентированы на использование современных компьютерных технологий и, соответствующих им приёмов и методов исследований.

Все перечисленные дисциплины модуля базируются на современных технологиях программирования с использованием универсальных средств разработки приложений (типа Delphi) и профессиональных систем компьютерной математики (типа MathCad и MatLab/Simulink).

Учебный материал всех дисциплин модуля логически наследуется от семестра к семестру и от курса к курсу и базируется, что естественно, на материале специальности «Электроснабжение железных дорог». Количество используемых сведений из дисциплин специальности существенно нарастает по мере продвижения по этапам учебного плана. При выполнении лабораторных работ, курсовых проектов и в процессе самостоятельной работы студентов, в рамках указанного выше модуля дисциплин, в последние годы широко практикуется взаимодействие со студентами в режиме онлайн. Эта форма доказывает свою эффективность, поскольку позволяет студенту, при возникновении каких-либо затруднений, быстро представить преподавателю свою работу и получить от него подсказку или рекомендацию. Следует подчеркнуть особую актуальность такой технологии в современных условиях, когда многие студенты совмещают учёбу с работой на предприятиях транспорта.

В свою очередь к преподавателю непрерывно поступает информация о состоянии дел по выполнению учебных заданий от каждого студента. Это существенно облегчает преподавателю проводить промежуточный контроль знаний студента (промежуточную аттестацию).

## 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	7	РАЗДЕЛ 3 Моделирование тяговой подстанции постоянного тока. Проведение гармонического анализа выпрямленного напряжения тяговой подстанции;	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [3]; [11]; [4]	9
2	7	РАЗДЕЛ 4 Исследование влияния сглаживающего устройства (СУ) на гармонический состав выпрямленного напряжения тяговой подстанции;	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [5]; [12]; [4]	9
3	7	РАЗДЕЛ 5 Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции. Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [6]; [5]; [11]	9
4	7	РАЗДЕЛ 6 Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции. Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [3]; [5]; [12]	9
5	7	РАЗДЕЛ 7 Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции. Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [3]; [11]; [6]	9
6	7	РАЗДЕЛ 8 Моделирование	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по	10

		грузового электровоза ВЛ10у. Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС;	рекомендованным источникам. [3]; [5]; [11]	
7	7	РАЗДЕЛ 9 Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [6]; [5]; [11]	10
8	8	РАЗДЕЛ 10 Моделирование тяговой подстанции переменного тока. Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [6]; [11]; [4]	2
9	8	РАЗДЕЛ 11 Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [3]; [6]; [11]	2
10	8	РАЗДЕЛ 12 Моделирование тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с. Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [6]; [11]	2
11	8	РАЗДЕЛ 13 Моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ. Исследование работы электрифицированной железной дороги переменного тока в нормальном и аварийном режимах.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [6]; [5]; [12]	4

12	8	РАЗДЕЛ 14 Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [5]; [11]	3
13	8	РАЗДЕЛ 15 Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.	Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.	5
14	8	РАЗДЕЛ 15 Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.	Подготовка к лабораторным работам. Изучение учебной литературы по рекомендованным источникам. [3]; [6]	3
15	7		Принципы построения структурно-функциональной схемы математической модели.	15
ВСЕГО:				101

## 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	Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystem и Simuink.	И.В. Черных	2008 электронное издание	Все разделы
2	Simulink 5/6/7	В.П. Дьяконов	2008 электронное издание	Все разделы
3	конспект лекций по дисциплине ""	Агдреев В.В.	МИИТ, 2014 электронное издание	Раздел 11, Раздел 15, Раздел 3, Раздел 6, Раздел 7, Раздел 8
4	Введение в математические основы САПР	Д. М. Ушаков.	ДМК Пресс, 2011 Электронный ресурс	Раздел 10, Раздел 3, Раздел 4
5	Вычислительные методы	А. А. Амосов, Н. В. Копченова, Ю. А. Дубинский	Лань, 2014 Электронный ресурс	Раздел 13, Раздел 14, Раздел 4, Раздел 5, Раздел 6, Раздел 8, Раздел 9
6	Теория вероятностей и математическая статистика	А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин	Лань, 2011 Электронный ресурс	Раздел 10, Раздел 11, Раздел 12, Раздел 13, Раздел 15, Раздел 5, Раздел 7, Раздел 9
7	Компьютерное моделирование в системе Mathcad	В.А. Охорзин	М. : Финансы и статистика, 2006 научно-техническая библиотека, 3210, чз.2	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
8	Электроснабжение электрифицированных железных дорог.	К.Г. Марквардт.	1982, 0	Все разделы
9	Методы разработки алгоритмов и программ при использовании средств вычислительной техники для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения электрифицированных железных дорог. Учебное пособие.	В.В. Андреев	1984	Все разделы
10	Вычислительная и микропроцессорная техника в устройствах электрических	Под редакцией Г.Г. Марквардта.	1989	Все разделы

	железных дорог. Учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта.			
11	Математическое моделирование систем и процессов	Н. В. Голубева.	Лань, 2013 Электронный ресурс	Раздел 10, Раздел 11, Раздел 12, Раздел 14, Раздел 3, Раздел 5, Раздел 7, Раздел 8, Раздел 9
12	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB	С. В. Поршнева	Лань, 2011 Электронный ресурс	Раздел 13, Раздел 4, Раздел 6

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

. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. <http://rgd.ru> - сайт ОАО «РЖД».

3. <http://elibrary.ru> - научно-электронная библиотека.

4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Для выполнения лабораторного курса используются:

Компьютеры дисплейного класса кафедры «Электроэнергетика транспорта»

Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt – 28 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Microsoft Security Essentials, Embarcadero RAD Studio XE2 Professional Concurrent AppWave

Для самостоятельной работы студентам, наряду с рекомендуемой и дополнительной литературой, предлагается использовать данные и информацию следующего характера (в том числе посредством поиска в сети Интернет):

1) справочно-информационного (словари, справочники, энциклопедии, библиографические сборники и т.д.);

2) официального (сборники нормативно-правовых документов, законодательных актов и кодексов);

3) первоисточники (исторические документы и тексты, литература на иностранных языках);

4) научного и научно-популярного (монографии, статьи, диссертации, научно-реферативные журналы, сборники научных трудов, ежегодники и т.д.);

5) периодические издания (профессиональные газеты и журналы); и т.д.

В качестве электронных поисковых систем и баз данных публикаций рекомендуется пользоваться следующими электронными ресурсами:

- Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

- Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru>

- Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы <http://www.libfl.ru>

- Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук

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

1. Мультимедийное оборудование (проектор для вывода изображения на экран), интерактивная доска, акустическая система, микрофон, персональный компьютер (CPU Core i3, 8GB RAM, 1Tb HDD, GeForce GT Series) с монитором, беспроводной мышкой и клавиатурой. Аудитория подключена к интернету МИИТ.
2. Персональные компьютеры (Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt) – 14 шт.
3. Меловая доска

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

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специального организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояния и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательная-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, является важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а, следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знания основ функционирования систем электроснабжения железных дорог, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в ее деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с исходными данными, научной

литературной и специальными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяют привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течении всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итоги работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируются в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.