

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

25 марта 2022 г.



Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Шаров Вячеслав Анатольевич, к.т.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тяговые электрические машины

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Электрический транспорт железных дорог</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой  О.Е. Пудовиков
--	--

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: 5214
Подписал: Заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 15.05.2019

Москва 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Тяговые электрические машины» являются формирование у студентов знаний конструкции, процессов и характеристик, методов и способов проектирования тяговых электродвигателей, а также эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тяговых электрических машин.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Тяговые электрические машины" 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. Математика:

Знания: Основные понятия и методы математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, основы математического моделирования.

Умения: Применять методы математического анализа и моделирования, применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач.

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

2.1.2. Теоретическая механика:

Знания: Основные понятия и аксиомы статики, способы задания движения точки и твердого тела, законы динамики точки и твердого тела.

Умения: Использовать основные законы механики в профессиональной деятельности.

Навыки: Владеть основными законами и методами механики.

2.1.3. Физика:

Знания: Физические основы механики, электричества и магнетизма, физики колебаний, электродинамики, фундаментальные понятия, законы и теории современной физики.

Умения: Применять физические законы для решения практических задач.

Навыки: Владеть основными законами и методами механики, методами термодинамического анализа теплотехнических устройств.

2.1.4. Электрические машины:

Знания: Теория и конструкция электрических машин постоянного и переменного тока, трансформаторов; способы электромеханического преобразования энергии; процессы нагревания и охлаждения электрических машин.

Умения: Рассчитывать электрические машины, проводить их испытания, определять температуру перегрева машин.

Навыки: Владеть методами выбора и расчета электрических машин.

2.1.5. Электротехника и электроника:

Знания: Основные законы и методы расчета электрических цепей постоянного и переменного тока, основные законы и понятия электромагнетизма. Электрические машины, основы электроники, измерительной техники, воспринимающих и управляющих элементов.

Умения: Определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока, различать и выбирать электрические аппараты для типовых электрических цепей, читать электрические схемы, проводить измерения, обрабатывать и представлять полученные результаты

Навыки: Владение методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами.

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Автоматизированные и микропроцессорные системы управления электроподвижным составом

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-25 Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.	ПКР-25.1 Владеет навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров тягового подвижного состава. ПКР-25.2 Владеет навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров эксплуатации тягового подвижного состава.

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 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
Контактная работа	50	50,15
Аудиторные занятия (всего):	50	50
В том числе:		
лекции (Л)	34	34
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	58	58
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ПК1, ПК2	КП (1), ПК1, ПК2
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						Всего	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	7	Тема 1 Тема 1. Характеристики и свойства тяговых электрических машин. Условия работы тяговых электрических машин. Требования ГОСТ 2582-81 к тяговым электрическим машинам. Номинальные и предельные параметры тяговых электрических двигателей. Связь между параметрами конструкции и электромагнитными нагрузками. Электромагнитный момент и ЭДС обмотки якоря. Магнитная, скоростная, моментная и механическая характеристики. Характеристика КПД. Электротяговые и тяговые характеристики. Принципы регулирования режимов работы тяговых электродвигателей.	4	4				12	20	
2	7	Тема 2 Тема 2. Токосъем в коллекторных тяговых электродвигателях Коммутация тяговых электродвигателей постоянного тока.	4	2				12	18	

№ 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
		Особенности классической теории коммутации, её недостатки. Энергетические представления о процессе коммутации. Принцип расчёта добавочных полюсов. Причины возникновения круговых огней. Возможности улучшения потенциальных условий. Компенсационная обмотка. Защита тяговых электродвигателей от развития круговых огней. Особенности коммутации в тяговых электродвигателях пульсирующего тока.							
3	7	Тема 3 Тема 3 Бесколлекторные тяговые электродвигатели Сравнительные данные коллекторных и бесколлекторных тяговых электродвигателей. Способы формирования вращающейся ЭДС статорной обмоткой. Конструкция ротора бесколлекторного двигателя: асинхронный и синхронный тяговые электродвигатели.	6	4				10	

№ 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
		Характеристики бесколлекторных тяговых электродвигателей Асинхронные тяговые двигатели. Синхронные тяговые двигатели с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами.							
4	7	Тема 4 Тема 4. Неустановившиеся процессы в тяговых электрических машинах Переходные процессы в цепи тяговых электродвигателей. Факторы, особенности схем и конструкции, влияющие на переходные процессы. Виды переходных процессов. Переходные процессы при коротком замыкании. Схемные решения, уменьшающие броски токов при переходных процессах. Аналитические методы исследования и оценки переходных процессов.	6					6	ПК1
5	7	Тема 5 Тема 5. Конструкция тяговых электродвигателей Требования к конструкции тяговых электродвигателей. Виды конструкции	4				12	16	

№ 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	
		тяговых передач и конструкция крепления тяговых электродвигателей. Особенности конструкции элементов якоря. Особенности конструкции элементов остова. Технология изготовления тяговых электродвигателей. Пути совершенствования конструкции тяговых электрических машин								
6	7	Тема 6 Тема 6. Вспомогательные электрические машины и тяговые трансформаторы электроподвижного состава Назначение и виды вспомогательных машин. Принципы расчёта вспомогательных электрических машин. Тяговые трансформаторы электроподвижного состава.	4					4		
7	7	Тема 7 Тема 7. Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин Испытания тяговых электрических машин. Виды и программы испытаний тяговых электрических	6	6			22	34	ЗаО, ПК2	

№ 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
		машин. Схемы нагружения электрических машин. Исследования вентиляции, испытания на нагревание, программа испытаний тяговых электрических машин							
8		Всего:	34	16			58	108	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы 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	7	Тема 1. Характеристики и свойства тяговых электрических машин.	Методы и способы испытания тяговых электродвигателей	4
2	7	Тема 2. Токосъем в коллекторных тяговых электродвигателях	Оценка уровня коммутации	2
3	7	Тема 3. Бесколлекторные тяговые электродвигатели	Определение гармонического состава фазного тока асинхронного тягового двигателя, расчет потерь и КПД	4
4	7	Тема 7. Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин	Исследование процессов нагревания и охлаждения обмоток тяговых электродвигателей	6
ВСЕГО:				16/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Коллекторный тяговый электродвигатель постоянного тока электропоезда.
2. Коллекторный тяговый электродвигатель пульсирующего тока электропоезда.
3. Коллекторный тяговый электродвигатель постоянного тока грузового электровоза.
4. Коллекторный тяговый электродвигатель пульсирующего тока грузового электровоза.
5. Асинхронный тяговый электродвигатель грузового электровоза.
6. Асинхронный тяговый электродвигатель пассажирского электровоза.
7. Асинхронный тяговый электродвигатель высокоскоростного электропоезда.
8. Коллекторный тяговый электродвигатель электропоезда метро.
9. Асинхронный тяговый электродвигатель электропоезда метро.
10. Синхронный тяговый электродвигатель электропоезда метро.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Тяговые электрические машины» осуществляется в форме лекций, лабораторного практикума (лабораторных работ) и курсового проектирования. При реализации программы дисциплины «Тяговые электрические машины» используются следующие образовательные технологии. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративными) (12 ч.). Используются интерактивные (диалоговые) технологии (4 ч.) – проблемная лекция, презентации. Лабораторные работы/практические занятия проводятся в форме проведения экспериментов на специализированных стендах, в форме электронного практикума, с применением компьютерных симуляций, компьютерных конструкторов и традиционных технологий (34 ч.).

Самостоятельная работа (12 ч.) подразумевает выполнение курсового проекта под руководством преподавателя (диалоговые технологии, проектные технологии), работу под руководством преподавателя в изучении специальных разделов дисциплины.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 7 тем, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают вопросы теоретического характера для оценки знаний. Теоретические знания проверяются путём применения индивидуальных и групповых опросов.

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	Тема 1. Характеристики и свойства тяговых электрических машин.	Характеристики и свойства тяговых электрических машин Определение диаметра якоря тягового электродвигателя. Расчет диаметра якоря по заданной мощности электродвигателя. Расчет диаметра якоря по максимально допустимым окружным скоростям на поверхности якоря и коллектора. Расчет диаметра якоря по допустимой линейной токовой нагрузке. [8, стр. 7 - 25].	12
2	7	Тема 2. Токосъем в коллекторных тяговых электродвигателях	Токосъем в коллекторных тяговых электродвигателях Расчет реактивной ЭДС по методу А.Б. Иоффе. Выбор параметров и конструкции дополнительных полюсов. [8, стр. 64 - 77].	12
3	7	Тема 5. Конструкция тяговых электродвигателей	Конструкция тяговых электродвигателей Разработка конструкции тягового электродвигателя и выполнение чертежа общего вида. [8, стр. 88 - 91].	12
4	7	Тема 7. Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин	Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин Расчет вентиляции тягового электродвигателя. [8, стр. 92 - 94].	15
5	7	Тема 7. Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин	Вентиляция, нагревание и охлаждение тяговых электрических машин Расчет нагревания тягового электродвигателя. [8, стр. 95 - 108].	7
ВСЕГО:				58

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	Электрические машины	В.Н. Жуликов, Л.Г. Козлов	Москва, МИИТ., 2005 НТБ МИИТа	Все разделы
2	Электрические машины. Ведение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы	А.И. Вольдек, В.В. Попов	Санкт-Петербург, Питер., 2008 НТБ МИИТа	Все разделы
3	Высокоскоростной железнодорожный транспорт . Общий курс. Т.2.	Под ред. И.П. Киселева	Москва, ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 НТБ МИИТа	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Тяговые электрические машины и трансформаторы	Захарченко Дмитрий Дмитриевич; Роганов Николай Алексеевич; Горчаков Евгений Васильевич; Захарченко	Транспорт, 1979 НТБ (уч.3); НТБ (чз.4)	Все разделы
5	Проектирование тяговых электродвигателей	Курбасов Александр Севостьянович; Седов Владимир Иванович; Сорин Леонид Наумович; Курбасов Александр Севостьянович	Транспорт, 1987 НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)	Все разделы
6	Тяговые электрические машины и проектирование тяговых электрических машин	Курбасов Александр Севостьянович; Бусаров Виктор Георгиевич; Козлов Леонид Григорьевич	МИИТ, 2001 НТБ (уч.3)	Все разделы
7	Тяговые электрические машины и проектирование тяговых электрических машин	Курбасов Александр Севостьянович; Бусаров Виктор Георгиевич; Козлов Леонид Григорьевич	МИИТ, 2001 НТБ МИИТа	Все разделы
8	Тяговые электрические двигатели. Учебное пособие к выполнению курсового проекта	Л.Г. Козлов, В.А. Шаров	Москва, МИИТ, 2011 НТБ МИИТа	Все разделы

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Rambler, Google, Mail.

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

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013).

Для выполнения расчетной части курсового проекта необходимы программы Microsoft Excel и/или MathCad.

Для создания чертежа общего вида тягового электродвигателя, разработанного в курсовом проекте, требуется программа «Компас».

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

Лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения.

Для проведения лабораторных занятий и выполнения курсового проекта необходимо иметь

- натурные образцы тяговых электрических машин электроподвижного состава;
- учебные плакаты тяговых электрических машин электроподвижного состава;
- чертежи тяговых электрических машин серийно произведенного электроподвижного состава;
- компьютерный класс с ЭВМ, подключенными к сетям INTERNET и INTRANET.

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 специально 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 состояние 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.