

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрооборудование тягового подвижного состава

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт и локомотивы автономной тяги

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 5214

Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Электрооборудование тягового подвижного состава» является:

- формирование у студентов основ профессиональных знаний в области работы, теории, конструкции электрооборудования электрического подвижного состава (ЭПС), необходимых для специалистов (магистров электромехаников), занимающихся созданием, эксплуатацией и ремонтом электрического транспорта.

Задачей освоения учебной дисциплины «Электрооборудование тягового подвижного состава» является:

- формирование логической связи между естественно-научными и специальными дисциплинами.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-3 - Способен осуществлять испытания, техническое обслуживание и ремонт основных элементов и устройств электроподвижного состава;

ПК-4 - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- условия эксплуатации, теорию работы основных видов электрооборудования электрического подвижного состава, тяговых электроаппаратов
- конструкцию электрооборудования и эксплуатационные характеристики

Уметь:

- использовать полученные знания в производственно-технологической деятельности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования электрического подвижного состава
- применять полученные знания в и организационно-управленческой деятельности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования электрического подвижного состава

Владеть:

навыками выбора и расчета параметров электрического оборудования ЭПС,

- методами технического обслуживания, ремонта и испытаний тягового электрооборудования

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 132 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).**4.1. Занятия лекционного типа.**

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Назначение электрического оборудования ЭПС. Токоведущие элементы и узлы электрического оборудования ЭПС Назначение тяговых электрических аппаратов и области их применения. Влияние параметров тяговых аппаратов на технический и эксплуатационный уровень подвижного состава. Безопасность эксплуатации тяговых аппаратов. Значение тяговых электроаппаратов в обеспечении безопасности движения поездов. Перспективы совершенствования тяговых аппаратов. Предмет и задачи курса. Особенности условий работы тяговых электроаппаратов и их отличие от аппаратов общетехнического назначения. Уровни эксплуатационных возмущений и нестабильностей: нагрузок, напряжений, температур, давлений. Влияние динамических электромагнитных и механических процессов. Загрязнение аппаратов. Основные элементы аппаратов: электромеханические, ферромагнитные, электронные; их свойства. Подразделение аппаратов по функциональному принципу. Классификация и структура коммутационных аппаратов. Требования ГОСТ 9219-88 к тяговым электрическим аппаратам. -Основные виды контактов: точечные, линейные, поверхностные; их характеристики и свойства. Переходные сопротивления контактов и их зависимость от материала, размеров, нажатия контактных деталей. Тепловые постоянные контактов, удельные плотности тока: поверхностная, линейная, по нажатию. Предельные токи. Электротермическая и электродинамическая устойчивости контактов. Притирание и провал контактов различных типов. Притирающие устройства. Износ контактных деталей и определение их ресурса.
2	Электрическая дуга. Магнитное и газовое дугогашение Основные свойства и характеристики электрической дуги постоянного тока. Анализ процессов размыкания электрических цепей ЭПС и роль дуги как средства снижения коммутационных перенапряжений. Электрическая дуга как случайный процесс и методы оценки её числовых характеристик. Статические и динамические вольтамперные характеристики дуги. Критическая длина дуги. Процессы, протекающие в дуге переменного и пульсирующего тока. Принципы воздействия на дугу. Виды дугогашения.
3	Приводы электрического оборудования ЭПС Виды приводов тяговых электроаппаратов, условия их работы в требования, предъявляемые к ним. Силы и моменты, возникающие при работе привода; приведенные массы и моменты, возникающие при работе привода; приведенные массы и моменты инерции подвижной системы. Статика и динамика приводов тяговых аппаратов. Определение времени срабатывания. Непосредственные приводы тяговых аппаратов. Требования охраны труда и эргономики к аппаратам с ручным приводом. Способы фиксации позиций и механические блокировки органов непосредственного управления. Контроллеры управления как аппараты с непосредственным приводом. Пружинные приводы тяговых аппаратов. Влияние отклонений характеристик пружин на работу привода. Свойства и конструктивные особенности пневматических приводов различных типов. Тяговые диаграммы включения и выключения индивидуальных пневматических контакторов. Анализ тяговых диаграмм и их зависимостей от параметров аппаратов. Примеры аппаратов с индивидуальным пневматическим приводом: электровозов ВЛ10, ВЛ11, ЧС4, ЧС7, ВЛ85 и др. Электропневматические вентили как элементы управления пневматическими приводами. Типы и характеристики вентиля. Тяговые аппараты с электромагнитным приводом. Типы электромагнитов тяговых аппаратов и их характеристики. Анализ характеристик электромагнитных приводов и их взаимосвязь с параметрами электромагнитов. Тяговые диаграммы индивидуальных электромагнитных контакторов. Их сравнение с диаграммами для пневматических приводов. Расчёт электромагнитов приводов с применением ЭВМ. Динамика электромагнитного привода при включении и выключении аппарата. Коэффициент запаса и возврата. Особенности электромагнитных приводов переменного тока, быстродействующих

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	приводов и приводов с выдержкой времени. Параметры электромагнитных контакторов ЭПС и их примеры.
4	Электрическое оборудование с групповым приводом. Двух-, трёх- и четырёхпозиционные приводы. Примеры аппаратов с такими приводами. Многопозиционные электропневматические приводы, примеры таких приводов. Аппараты кулачкового типа со стыковыми контактами. Кулачковые контакторные элементы включающего, переключающего и выключающего типов. Взаимодействие между контакторным элементом в кулачковой шайбой. Развёртка группового аппарата. Результирующие моменты сопротивления движению и уравнение движения аппарата с групповым приводом. Тяговые аппараты с двигательным групповым приводом. Принцип работы электродвигательных приводов групповых коммутационных аппаратов. Способы обеспечения точной фиксации позиций. Механизмы прерывистого вращения. Определение необходимых передаточных отношений и мощности двигателя привода. Системы управления электродвигателем привода. Пример приводы электровозов ВЛ60 и ВЛ80. Принцип работы приводов с пневматическими двигателями. Примеры их выполнения на электровозах ЧС2, ЧС4.
5	Аппараты защиты. Принципы построения защиты ЭПС. Быстродействующие автоматические выключатели (БВ) - Принципы защиты электрооборудования ЭПС. Защита как автоматическое ограничение свободных процессов. Возможности защиты при предупреждении и ограничении неисправностей. Основные требования к аппаратам защиты: чувствительность, быстродействие. Различия в условиях работы аппаратов защиты и оперативной коммутации. Селективность аппаратов защиты. Выдержка времени и её реализация в аппаратах. Аппараты прямой и косвенной защиты. Виды защиты: токовая, потенциальная, максимальная, минимальная, дифференциальная и др. Требования электробезопасности к системам и аппаратам защиты. - Принципы защиты электрооборудования ЭПС. Защита как автоматическое ограничение свободных процессов. Возможности защиты при предупреждении и ограничении неисправностей. Основные требования к аппаратам защиты: чувствительность, быстродействие. Различия в условиях работы аппаратов защиты и оперативной коммутации. Селективность аппаратов защиты. Выдержка времени и её реализация в аппаратах. Аппараты прямой и косвенной защиты. Виды защиты: токовая, потенциальная, максимальная, минимальная, дифференциальная и др. Требования электробезопасности к системам и аппаратам защиты.
6	Реле, применяемые на ЭПС. Характеристики реле. Параметрическое электрооборудование. Резисторы, реакторы. Конденсаторы, применяемые в электрооборудовании ЭПС - Особенности условий работы реле ЭПС. Виды реле. Характеристики реле: быстродействие, чувствительность, коэффициент возврата и другие количественные показатели, оценивающие работу реле. Электромагнитные реле, особенности их магнитных систем. Реле с подмагничиванием. Дифференциальные реле и реле, контролирующие несколько входных величин. Реле боксования. Электродинамические реле и реле неэлектрических величин. Быстродействующие реле и реле с выдержкой времени. Реле с самовосстановлением и с фиксацией состояний. Потенциальные и токовые реле. Реле перегрузки, промежуточные, дифференциальные, ускорения, рекуперации различных типов. - Области применения резисторов в тяговом электрооборудовании локомотивов. Типы резисторов и их основные характеристики. Нормализация элементов резисторов. Тепловые процессы в резисторах и их тепловые характеристики. Тепловая мощность резисторов. Резисторы с принудительным охлаждением и резисторные агрегаты. Принципы теплового расчёта резисторов. Примеры серийных конструкций. Нелинейные сопротивления. Резисторы специальных типов. Виды реакторов, применяемых в оборудовании ЭПС. Требования к реакторам, индуктивным

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	шунтам, защитным реакторам; их параметры и характеристики. Принципы расчета реакторов различных назначений. Примеры применяемых конструкций. - Типы конденсаторов, применяемых в оборудовании ЭПС; требования к ним. Меры обеспечения электробезопасности конденсаторных установок ЭПС. Конденсаторы компенсаторов реактивной мощности. Фильтровые конденсаторы, снабберные конденсаторы.
7	Токоприемники ЭПС для верхнего и нижнего токосъема Условия работы токоприемников ЭПС и требования к токоприемникам для верхнего и нижнего токосъема. Статические и динамические характеристики токоприемников. Обеспечение стабильности нажатия. Заземляющие устройства силовых цепей ЭПС. Токоприемники для верхнего токосъема. Рамно-шарнирная конструкция токоприемников. Силы и моменты, действующие на рамную систему. Симметричные и асимметричные токоприемники. Конструкции контактных узлов: полозов и верхних шарнирно-пружинных механизмов. Материалы для изготовления контактных деталей и проблемы снижения износа контактного провода. Снижение инерционности токоприемников. Приводы токоприемников и устройства управления ими. Токоприемники для контактного рельса. Особенности контактной сети при нижнем токосъеме. Устройства токоприемников для контактного рельса, их установка на подвижном составе. Параметры в характеристики токоприемников. Проблемы снижения износа контактного рельса и токоприемника
8	Токосъем на высоких скоростях. Автоколебания и их гашение. Вспомогательное электрооборудование ЭПС. АБ. Заряд и разряд АБ Устройства отопления, освещения и вентиляции ЭПС - Особенности токосъема при высоких скоростях движения. Аэродинамические воздействия на токоприемник. Возникновение автоколебательных процессов и их гашение. -Аппараты цепей управления: контроллеры, кнопочные выключатели и др. Аккумуляторные батареи ЭПС. Их типы, параметры, основные характеристики. Вспомогательное электрооборудование системы заряда и разряда батарей. - Устройства отопления, освещения, сигнализации. Электропечи, калориферы, нагревательные элементы, терморегуляторы

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование сопротивления коммутационных контактов Экспериментальным путем снять зависимость контактного сопротивления от усилия нажатия контактов. В результате статистической обработки результатов замеров выполнить аппроксимацию полученных характеристик и сравнить с теоретическими зависимостями.
2	Исследование распределения индукции в дугогасительной камере Экспериментально определить величины индукции в различных точках зоны дугогашения при различных токах дуги.
3	Исследование электропневматического привода контактора Изучить конструкцию, принцип действия и экспериментальное определение основных технических параметров электропневматических контакторов.
4	Исследование электромагнитного контактора. Изучить конструкцию и принцип действия электромагнитного контактора. Составить эскиз и выполнить измерения конструктивных параметров электромагнитного привода. Провести

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	поверочный расчет электромагнита и сравнить с экспериментальными данными тяговых характеристик электромагнита.
5	Исследование дифференциальной защиты ЭПС Изучить и начертить электрическую схему включения дифференциального реле в силовую цепь электровоза. Изучить устройство быстродействующего выключателя: магнитной системы, удерживающей катушки, витков размагничивания, отключающих пружин, блокировочных контактов. Снять и построить зависимость тока уставки от величины тока удерживающей катушки.
6	Исследование системы дугогашения БВ Изучить систему дугогашения быстродействующего выключателя. Составить эскиз дугогасительной камеры, определить параметры деионных решеток, оценить величину напряжения погасания дуги. Составить эскиз дугогасительной катушки БВ.
7	Исследование токоприемника. Снятие статических характеристик Изучить конструкцию токоприемника. Составить кинематическую схему токоприемника. Проследить взаимодействие деталей и узлов путем подъема и опускания токоприемника с пульта управления. Снять статическую характеристику токоприемника в диапазоне высот от 400 до 1900 мм при равномерном и безостановочном опускании или поднятии токоприемника. По результатам опытов построить графики статических характеристик.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Системы управления электрическим подвижным составом А.В. Плакс Однотомное издание Маршрут , 2005	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Тяговые электрические аппараты Д.Д. Захарченко Однотомное издание Транспорт , 1991	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)
3	Тяговые электрические аппараты В.В. Литовченко, А.И. Чумоватов; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2003	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
4	Методические указания к выполнению лабораторного практикума по дисциплине "Электрооборудование ЭПС" раздел	НТБ (уч.3)

	"Тяговые электрические аппараты" для студентов специальностей "Электропоезда и электропоезда" и "Электропоездостроение" О.С. Назаров, В.Н. Ротанов; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 1992	
5	Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом : учебник / А. В. Плакс. — Москва : , 2005. — 360 с. — ISBN 5-89035-303-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	https://reader.lanbook.com/book/35812/preview#8

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

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

<http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

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

Поисковые системы: Yandex, Mail

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Система автоматизированного проектирования Autocad

Система автоматизированного проектирования «Компас»;

Специализированная программа Mathca

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения.

Для проведения практических занятий и выполнения курсовой работы необходимо иметь натурные образцы тяговых аппаратов, учебные плакаты электрооборудования ЭПС ,альбомы чертежей тяговых аппаратов ЭПС

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Тяговый подвижной состав
железных дорог»

В.В. Литовченко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова