МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрическое оборудование и автоматизация тепловозов

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Локомотивы

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).

Целями освоения учебной дисциплины «Электрическое оборудование и автоматизация тепловозов» являются изучение студентами методов разработки, эксплуатации и обслуживания электрического оборудования, электрических схем современных и перспективных магистральных, маневровых и промышленных локомотивов с электрической передачей. Основной целью изучения учебной дисциплины «Электрическое оборудование и автоматизация тепловозов» является формирование у обучающегося компетенций в области работы, ремонта и обслуживания тягового и вспомогательного электрооборудования локомотивов, необходимых при эксплуатации, техническом обслуживании, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации автономного тягового подвижного состава, а также при разработке средств и путей повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надёжности, долговечности) тягового подвижного состава для следующих задач профессиональной деятельности:

производственно-технологической;

организационно-управленческой;

научно-исследовательской.

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

производственно-технологическая: - использование типовых методов расчёта электрооборудования подвижного состава; анализа взаимодействия тягового и вспомогательного оборудования; определение неисправностей электрооборудования; технического контроля и испытаний;

организационно-управленческая деятельность: - оценка производственных и непроизводственных затрат или ресурсов на нормальную эксплуатацию; текущее техническое обслуживание электрооборудования; менеджмент управления техническим обслуживанием электрооборудования; требования к материально-техническому обеспечению предприятия для решения производственных задач;

проектно-конструкторская деятельность: - разработка технических требований; технических заданий и технических условий на проекты модернизации электрооборудования подвижного состава или его электрических схем; организация и обработка результатов испытаний электрооборудования и электрических схем локомотивов с использованием средств автоматизации и информационных технологий;

научно-исследовательская деятельность: - выполнение научных исследований в области эксплуатации и производства электрооборудования и электрических схем локомотивов; моделирование режимов работы тягового и вспомогательного электрооборудования в процессе эксплуатации для прогнозирования его работоспособности и обеспечения требуемых тяговых характеристик; поиск и проверка новых технических решений по совершенствованию конструкции и эксплуатационных характеристик электрооборудования локомотивов; разработки планов, программ и методик проведения исследований работы электрооборудования и электрических схем, анализ их результатов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-9 - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкций и систем тягового подвижного состава.

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

Знать:

- особенности применения математического анализа в инженерных расчётах;
- основные теоремы и положения математической статистики; особенности дискретных моделей; назначение автоматизации работы электрооборудования локомотивов;
- структуру систем управления локомотивов; - структуру систем управления тяговым и вспомогательным электрооборудованием локомотивов

Уметь:

- использовать методы математического анализа при описании физических процессов в электрических машинах, преобразовательных системах и электрических схемах; использовать статистические модели, законы распределения случайных величин; использовать дискретные модели для анализ
- анализировать работу систем управления электроприводом локомотива;рассчитывать режимы работы тягового электрооборудования и преобразовательных систем в условиях эксплуатации; определять основные неисправности тягового и вспомогательного электрооборудования;

определять неисправности исполнительных схем цепей управления; применять методы моделирования и расчета режимов работы тягового электрооборудования и преобразовательных систем.

Владеть:

- методами получения законов распределения случайных величин и их числовых характеристик; оценкой согласованности моделей работы тягового и вспомогательного электрооборудования локомотивов; методами настройки систем регулирования напряжения тягового синхронного генератора и вспомогательного генератора тепловоза; методами проведения технического обслуживания электрооборудования локомотивов; методами выявления неисправностей и определения объема работы по ремонту электрооборудования локомотивов;

- методами оценки единичных и системных отказов тягового и вспомогательного электрооборудования; методами анализа неисправностей алгоритмов работы цепей управления локомотивов; методами планирования и проведения испытаний тягового и вспомогательного электрооборудования и преобразовательных систем; навыками чтения и разработки электрических схем автономных локомотивов;

- навыками определения неисправностей в электрических схемах и настройки элементов электрического оборудования автономных локомотивов - навыками настройки электрических схем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 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	
		№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	112	48	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	64	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 104 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	Энергетические и вспомогательные системы тепловозов с тяговым приводом постоянного тока. Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к электрооборудованию. Источники и потребители электроэнергии на тепловозе Изучение: -Энергетические и вспомогательные системы тепловозов с тяговым приводом постоянного тока -Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к электрооборудованию. -Источники и потребители электроэнергии на тепловозе
2	Однофазные выпрямительные системы Однополупериодный управляемый и неуправляемый выпрямитель. Управляемый и неуправляемый однофазный мост. Уравнение энергетического равновесия. Диаграммы токов и напряжений. Расчет среднего значения выпрямленного напряжения. Коэффициент схемы. Коэффициент пульсаций Значение анодного тоеа. Среднее значение выпрямленного тока. Выпрямленная мощность. Мощность на нагрузке.
3	Харектеристики выпрямленного напряжения Гармонический состав выпрямленного напряжения. Постоянная составляющая выпрямленного напряжения. Действующие значения тока и напряжения. А ктивная, реактивная и кажущаяся мощность. Расчет коэффициента пульсаций при любом значении пульсности выпрямленного напряжении
4	Трехфазные выпрямительные системы. Трехфазный мост. Уравнение энергетического равновесия. Диаграммы токов и напряжений. Расчет среднего значения выпрямленного напряжения. Коэффициент схемы. Коэффициент пульсаций Значение анодного тоеа. Среднее значение выпрямленного тока. Выпрямленная мощность. Мощность на нагрузке.
5	Выпрямительная установка тепловоза. Электрическая схема. Конструкция. Быстродействующие плавкие предохранители.Режимы работы

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	выпрямительной установки. Характеристики выпрямительной установки. Режимы работы выпрямительной установки на тепловозе.
6	Аварийные режимы работы энергетической цепи тепловоза Внутренние и внешние короткие замыкания. Внутренние и внешние короткие замыкания. Методы расчета токов короткого замыкания. Периодическая и апериадическая составляющие тока короткого замыкания. Ударный ток. Ударный коэффициент. Пробой на землю силовой цепи.
7	Системы защиты энергетической системы от аварийных режимов работы. Реле максимального тока. Схемы включения реле максимального тока в силовой цепи и цепи управления. Защита от пробоя на землю. Реле заземления. Схемы включения реле заземления в силовой цепи и цени управления.
8	Преобразовательные системы на локомотивах Инверторы тока и инверторы напряжения. Энергетические системы топловозах с инверторами тока и инверторами напряжения. Диаграммы преобразования и управления напляжением в электроприводе переменного тока с инверторами тока и инверторами напряжения.
9	Однофазный инвертор напряжения при активной и активно-индуктивной нагрузках Назначение обратных диодов и схемы их использования в инверторе. Назначение емкостного накопителя энергии в инверторе. Расчет и построение диаграмм изменения потенциалов на нагрузке. Расчет и построение диаграмм изменения Напряжения и тока на нагрузке
10	Трехфазный инвертор напряжения при активной и активно-индуктивной нагрузках Назначение обратных диодов и схемы их использования в инверторе. Назначение емкостного накопителя энергии в инверторе. Расчет и построение диаграмм изменения потенциалов на нагрузке. Расчет и построение диаграмм изменения Напряжения и тока на нагрузке. Расчет тока нагрузки в системах преобразования энергии.
11	Микропроцессорная система управления и регулирования локомотива Принципиальная схема. Цифровые датчики. Сигналы управления Модуль Блока регулирования. Модуль центрального процессора. Использомание метода ШИМ в управлении напряжением тягового генератора и вспомогательного генератора. Номиналы напряжений в микропроцессорной системе управления
12	Алгоритм управления напряжением тягового генератора в микропроцессорной системе управления Определение заданной и текошей мощности. Расчет ошибки управления мощности. Алгоритм формирования сигнала заданой мощности. Управление ключами ШИМ напряжения тягового генератора в микропроцессорной системе управления
13	Исполнительная схема. Принцип работы входных и выходных блоков дискретных сигналов.
14	Исполнительная схема управления напряжением тягового и вспомогательного генераторов блоком регелирования в микропроцессорной системе управления. Резервирование системы управления напряжением тягового и вспомогательного генераторов с помощью аналоговой системы управление. Реле РУ16. Схема включения и переход с цифровой системы управления на аналоговую.
15	Микропроцессорная система управления тепловоза с поосным регулирования силы тяги Назначение. Принцип управление тяговым электроприводом. Независимый электропривод в микропроцессорной систее управления тепловоза
16	Управление тяговыми электродвигателями в микропроцессорной системе управления с поосным регулирования силы тяги. Принципиальная схема. Определение алгоритма управления ключами силовых управляемых выпрямителпей ТЭД.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
17	Управление тяговыми генератором в микропроцессорной системе управления с поосным регулирования силы тяги Принципиальная схема. Определение алгоритма управления ключами силовых управляемых выпрямителпей ТЭД.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование характеристик однофазного выпрямителя при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование характеристик однофазного управляемого и неуправляемого выпрямителей в приложении Simulink пакета Matlab
2	Исследование характеристик однофазного управляемого и неуправляемого мостов при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование характеристик однофазного управляемого и трехфазного мостов в приложении Simulink пакета Matlab
3	Исследование характеристик трехфазного управляемого и неуправляемого мостов при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование характеристик однофазного управляемого и трехфазного мостов в приложении Simulink пакета Matlab
4	Расчет параметров выпрямительной установки. Типы диодов выпрямительной установки. Класс диодов.Расчет числа ветвей выпрямительной установки. Расчет диодов выпрямительной установки. Расчет потерь и кпд выпрямительной установки
5	Исследование характеристик выпрямительной установки тепловоза при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование характеристик однофазного управляемого и трехфазного мостов в приложении Simulink пакета Matlab
6	Расчет диаграм формирования вращающегося магнитного поля в асинхронном двигателе с помощью инвертора напряжения. 120-градусный и 180-градусный алгоритмы управления напряжением инвертором. Диаграммы коммутаций ключей в инверторах Диаграммы мгновенных потенциалов на нагрузке при 120-градусном и 180-градусном алгоритме управления ключами
7	Элементная база инверторов. GTO-тиристоры и IJBT-транзисторы. Исполнительный и принципиальные схемы. Условные обозначения. Характеристики. Модули GTO-тиристоров и IJBT-транзисторов. Системы защиты GTO-тиристоров и IJBT-транзисторов в модулях.
8	Исследование характеристик однофазного инвертора при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование работы однофазного инвертора напряжения в приложении Simulink пакета Matlab
9	Исследование характеристик трехфазного инвертора при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки Исследование работы трехфазного инвертора напряжения в приложении Simulink пакета Matlab
10	Управляющая программа микропроцессорной системы управления. Измеряемые велицины. Внутренний и внешний цикл прогаммы. Расчет устовок напряжением

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	тягового и вспомогательного генераторов. Модуль управления системами защиты. Модуль управления реле переходов. Модули управления ключами ШИМ напряжением тягового и вспомогательного генераторов.
11	Назначение гальваницеских развязок в в микропроцессорной системе управления. Трансформаторная и оптоэлектронная гальванические развязки. Модули аналогово-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей
12	Модули ключей ШИМ в системах управления напряжением тягового и вспомогательного генераторов Принципиальная исполнительная схема. Система резервирования ключей.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Цепи пуска дизеля 1. Включение вспомогательных насосов дизеля Управление включением топливного насоса. Контактор КТН Управление включением масляного насоса. Контактор КМН. 2. Управление пусковыми контакторами Д1-Д3. Параллельное соединение АБ. Включение АБ на цепь стартера. Контроль процесса пуска дизеля 3. Назначение электропневматических реле в цепи пуска дизеля 4. Цепи включения регулятора напряжения 5. Алгоритм завершения процесса пуска дизеля: назначение реле Ру9, Ру10, Ру23
2	Цепи возбуждения тягового генератора 1. Синхронный возбудитель и управляемый выпрямитель возбуждения. 2. Цепи включения контактора возбуждения возбудителя ВВ 3. Цепи включения контактора возбуждения генератора КВ 4. Блокировки в цепи контакторов ВВ и КВ
3	Цепи приведения тепловоза в движение 1. Реверсор. Его конструкция. Обозначение на схеме 2. Контакторы РКП и РКВ. 3. Цепь тягового реле Ру5. 4. Отключатели моторов ОМ1-ОМ6. Контакты ОМ1-ОМ6 в цепи силовых поездных контакторов П1-П6. 5. Цепи управления включения поездных контакторов П1-П6. Силовые цепи включения поездных контакторов П1-П6. 6. Реле времени Рв3 в Цепи управления включения поездных контакторов П1-П6.
4	Подключение цепей тяговых электродвигателей к выпрямительной установке. 1. Переключения в цепи возбуждения тягового генератора. 2. Назначение тягового реле Ру5 в цепи возбуждения тягового генератора в режиме трогания. 3. Цепи включения «Указатель повреждений» на тяговых позициях 4. Цепи включения блока диодного сравнения БДС на напряжение обмоток возбуждения тяговых электродвигателей 5. Цепи включения тяговых электродвигателей на выпрямительную установку. Цепи сигнализации «Сброс нагрузки». 6. Выдержка времени при переводе контроллера на нулевую позицию (или при срабатывании аппаратов защиты): сначала отключаются контакторы КВ и ВВ, а поездные контакторы П1-П6 остаются включенными еще в течение 0,8 с за счет выдержки времени на размыкание контакта реле РВ3. Поэтому к моменту отключения поездных контакторов магнитное поле тягового генератора в значительной мере уменьшается, напряжение тягового генератора снижается, и облегчается гашение дуги поездными контакторами. 7. Цепи отключения вспомогательных насосов дизеля

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	Цепи набора позиций контроллера 1. Поездной контроллер. Конструкция. Условное обозначение на схеме. 2. Электромагниты.МР1-МР4. Условное изображение на схеме. Определение числа позиций контроллера. 3. Управление возбуждением генератора на промежуточных позициях контроллеоа. 4. Цепи включения мотор-вентиляторов охлаждения силового оборудования тепловоза 5. Управление мотор-вентиляторами на промежуточных позициях контроллеоа. 6. Управление скоростью тепловоза. 7. Режим автономного холостого хода исключается при размыкании контакта тумблера отключения тормоза ОТ, когда включен электрический тормоз. Для того, чтобы можно было независимо управлять секциями тепловоза в режиме электрического торможения в цепи электромагнитов МР2 и МР3 установлены контакты тормозного реле РТ3. При включении режима электрического торможения контакты РТ3 переключаются, и управление электромагнитами осуществляется уже от тормозного контроллера.
6	Цепи отключения напряжения тягового генератора при срабатывании защиты дизеля. 1. Срабатывание защиты или быстрый перевод контроллера с тяговой позиции на нулевую (сброс позиций) 2. Цепи срабатывания реле ТРМ, ТРВ1 или ТРВ2. 3. Контакт на переключение РКП. Отключение реле времени РВ3. Оключение катушек поездных контакторов П1-П6 и катушки реле РУ5 контактом РВ3 с выдержкой времени 0,8с 4. Открючение контакторов П1—П6. Отключение тяговые двигатели от тягового генератора. 5. Цепи отключения реле РУ5. Цепь питания катушки реле РКВ от выключателя «Управление возбуждением». 6. Цепь питания мотор-вентиляторов.
7	Управление схемой при аварийном отключении тягового двигателя Управление тепловозом в маневровом режиме 1. Отключения тяговых электродвигателей в случаеего неисправности тумблерами ОМ1—ОМ6. Работа тепловоаз на пяти исправных двигателях до прибытия в депо для ремонта. 2. Управления тепловозом при маневрах на станционных путях кнопкой КМР "Маневры". Режимы управления к тумблерами «Управление тепловозом» и «Движение». 4. Работа регулятор дизеля поддерживает при маневрах 5. Режим работы генератора (ток, напряжение и мощность) при маневрах
8	Алгоритм работы микропроцессорной системы поосного регулирования 1. Электрическая передача с системой поосного регулирования касательной силы тяги. 2. Управляемый выпрямительный модуль (УВУ) напряжения тягового электродвигателя. 3. Датчики частоты вращения колесных пар Txl ... Tx6. 4. Блок управления управляемыми выпрямителями. 5. Алгоритм управления напряжением тягового генератора в микропроцессорной системе поосного регулирования напряжение тягового генератора 6. Алгоритм управления напряжением вспомогательного генератора в микропроцессорной системе поосного регулирования напряжение тягового генератора
9	Аппаратные средств микропроцессорной системы поосного регулирования 1. Структура микропроцессорной системы посного регулирования 2. Гальванические развязки в микропроцессорной системе 3. Средства ввода дискретных сигналов 4. Средства ввода частотных сигналов. 5. Средства вывода аналоговых управляющих сигналов в канале регулирования тока возбуждения возбудителя и канале регулирования тока возбуждения стартер-генератора 6.Напряжения питания бортовой сети тепловоза (110В) . Ннапряжения питания микропроцессорной системы: +5 В, ±15 В, 18 В, 24 В.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Самостоятельное изучение конструкции и работы вспомогательного оборудования тепловоза
3	Самостоятельное изучение основных цепей управления тепловозом
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Подвижной состав железных дорог – 2 : практикум : учебное пособие / П. В. Дворкин, Д. Н. Курилкин, М. Н. Панченко [и др.]. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. — 54 с. — ISBN 978-5-7641-1349-4. — Текст : электронный //. //ЭБС Лань : электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/book/153602 (дата обращения: 15.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2	Харламов, В. В. Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов : монография / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов. — Омск : ОмГУПС, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-949-41144-5. — Текст : электронный // //ЭБС Лань : электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/book/129474 (дата обращения: 15.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Курилкин, Д. Н. Электрические передачи локомотивов : учебное пособие / Д. Н. Курилкин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2020 — Часть 1 — 2020. — 66 с. — ISBN 978-5-7641-1390-6. — Текст : электронный // ЭБС Лань : электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/book/156036 (дата обращения: 15.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru); Единая коллекция цифровых

образовательных ресурсов (http://window.edu.ru); Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http://library.miit.ru).

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

Специализированная программа Mathcad.
Специализированная программа Simulink.

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

Компьютерный класс Оборудование тепловозной лаборатории кафедры «Электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ).

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8, 9 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы» Е.Ю. Логинова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова