

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 - программы специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тяговый электропривод и системы управления 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич
Дата: 01.06.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Тяговый электропривод и системы управления локомотивов» являются освоения принципов действия и конструктивного исполнения электроприводов постоянного и переменного тока; принципов построения и расчета электроприводов, методов его управления и использования в энергетических и вспомогательных системах современных и перспективных локомотивов, правил эксплуатации и обслуживания электроприводов локомотивов, методов настройки его характеристик и характеристик его систем управления.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Тяговый электропривод и системы управления локомотивов» является формирование у обучающегося компетенций в области алгоритмов работы, модернизации и обслуживания тягового и вспомогательного электропривода тепловозов, необходимых при эксплуатации, техническом обслуживании, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации автономного тягового подвижного состава, а также при разработке методов повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надёжности, долговечности) тягового подвижного состава для следующих видов деятельности: производственно-технологической; организационно-управленческой; проектно-конструкторской; научно-исследовательской.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

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

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

Владеть:

методами выполнения научных исследований в области разработки, модернизации и производства тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом; моделирования режимов работы тягового и вспомогательного электропривода в процессе эксплуатации с использованием математического аппарата Mathcad,

Знать:

Методы использования типовых методов расчёта электропривода и

систем управления тепловозов, анализа взаимодействия систем управления с тяговым и вспомогательным электроприводом, определения основных неисправностей тягового и вспомогательного электропривода тепловоза; настройки характеристик тягового и вспомогательного электропривода тепловоза, технического контроля и испытаний; организационно-управленческой деятельности;

Уметь:

оценивать производственные и непроизводственные затраты или ресурсы на нормальную эксплуатацию, текущее техническое обслуживание тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом, менеджмент управления техническим обслуживанием тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом, требования к материально-техническому обеспечению предприятия для решения производственных задач; проектно-конструкторской деятельности;

Владеть:

методами разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты модернизации тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом, организации и обработки результатов испытаний тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом с использованием средств автоматизации и информационных технологий; научно-исследовательской деятельности;

Владеть:

ивода в процессе эксплуатации с использованием математического аппарата Mathcad, моделирования алгоритмов работы систем управления электроприводом для прогнозирования его работоспособности и обеспечения требуемых характеристик; поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию алгоритмов управления электроприводом и его элементной базы; разработки планов, программ и методик проведения исследований работы тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом, анализа их результатов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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	Сем. №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 80 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	<p>Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом постоянного тока. Энергетические цепи тепловоза с тяговыми двигателями постоянного тока. Алгоритмы управления тяговыми двигателями в электрических передачах переменного-постоянного тока. Работа тягового привода в тяговом и тормозном режимах Изучение: - Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом постоянного тока. Энергетические цепи</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>тепловоза с тяговыми двигателями постоянного тока.</p> <p>-Алгоритмы управления тяговыми двигателями в электрических передачах переменного-постоянного тока</p> <p>-Работу тягового привода в тяговом режиме</p> <p>-Работу тягового привода в тормозном режиме</p>
2	<p>Электрооборудование тепловоза с асинхронным тяговым приводом. Энергетические цепи тепловоза с асинхронными тяговыми двигателями и инвертором тока и напряжения. Асинхронный тяговый двигатель как трехпараметрическая система. U-и П- образные характеристики асинхронного двигателя. Законы управления асинхронным тяговым двигателем М.П. Костенко. Системы модульного и векторного управления асинхронным тяговым приводом современных тепловозов с использованием инверторов напряжения.</p> <p>Асинхронный тяговый двигатель как трехпараметрическая система. U-и П- образные характеристики асинхронного двигателя.</p> <p>Законы управления асинхронным тяговым двигателем М.П. Костенко.</p> <p>Системы векторного управления асинхронным тяговым приводом современных тепловозов с использованием инверторов напряжения. Асинхронный двигатель как объект управления</p> <p>Системы векторного управления асинхронным тяговым приводом современных тепловозов с использованием инверторов напряжения. Момент асинхронного двигателя</p> <p>Система управления асинхронным тяговым двигателем в энергетической цепи тепловоза. Контуры управления частотой и амплитудой фазного напряжения асинхронного тягового двигателя. Система трансвекторного управления асинхронным двигателем</p> <p>Система управления асинхронным тяговым двигателем в энергетической цепи тепловоза. Контуры управления частотой и амплитудой фазного напряжения асинхронного тягового двигателя. Система векторного управления асинхронным двигателем (система прямого управления моментом)</p> <p>Система управления электрической передачей переменного тока</p>
3	<p>Системы поосного управления тяговым приводом современных тепловозов с электрическими передачами переменного-постоянного и переменного тока Алгоритм работы системы поосного управления асинхронными тяговыми двигателями.</p> <p>Использование инверторов в системе поосного управления.</p> <p>Изучение:</p> <p>Системы поосного управления тяговым приводом современных тепловозов с электрическими передачами переменного-постоянного и переменного тока</p> <p>Алгоритм работы системы поосного управления асинхронными тяговыми двигателями.</p> <p>Аппаратные средств микропроцессорной системы поосного регулирования</p> <p>Работа микропроцессорной системы с поосным регулированием на тепловозе</p> <p>Обзор систем тягового электропривода локомотивов</p> <p>Обобщающий материал</p>
4	<p>Системы преобразования переменного тока в энергетических цепях тепловоза</p> <p>Назначение и использование автономных инверторов в энергетических цепях.</p> <p>Трехфазный инвертор напряжения и характеристики его выходного напряжения.</p> <p>Амплитудный и широтно-импульсный способы регулирования выходного напряжения инвертора напряжения. Глубина модуляции. Электрические схемы инверторов на GTO-тиристорах и IGBT-транзисторах</p> <p>Изучение:</p> <p>Системы преобразования переменного тока в энергетических цепях тепловоза Назначение и использование автономных инверторов в энергетических цепях.</p> <p>Трехфазный инвертор напряжения и характеристики его выходного напряжения. Амплитудный и широтно-импульсный способы регулирования выходного напряжения инвертора напряжения</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Исследование трехфазного синхронного генератора</p> <p>Цель работы: Исследование рабочих свойств трехфазного синхронного генератора.</p> <p>Программа работы</p> <ol style="list-style-type: none">1. Изучить схему для снятия характеристик синхронного генератора.2. Снять характеристику холостого хода генератора.3. Снять характеристику трехфазного короткого замыкания генератора.4. Снять внешнюю характеристику генератора.5. Снять регулировочную характеристику генератора.6. Снять нагрузочную характеристику.6. Определить синхронное индуктивное сопротивление СГ.7. Составить отчет по проделанной работе. <p>Пояснения к работе</p> <p>В данной лабораторной работе используются следующие модули:</p> <ul style="list-style-type: none">– модуль питания стенда (МПС);– модуль питания (МП);– модуль автотрансформатора (ЛАТР);– модуль добавочных сопротивлений №1 (МДС1);– модуль измерительный (МИ);– силовой модуль (СМ);– модуль тиристорного преобразователя (ТП);– модуль ввода/вывода (МВВ).
2	<p>Исследование характеристик асинхронного двигателя в приложении Simulink</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выполнить моделирование режима пуска АД в диапазоне изменения внешнего момента: 2500 кН, 2000кН, 1500 кН, 1000кН, -1000кН, -1500кН, -2000кН, -2500кН. <p>При этом фиксировать:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Амплитуду и частоту напряжения источника2. Скольжение ротора АД3. Момент АД4. Установившуюся частоту вращения ротора5. Время регулирования6. Перерегулирование момента и частоты вращения ротора <p>2. Построить:</p> <ul style="list-style-type: none">- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях напряжения питания;- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях частоты напряжения;- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях числа пар полюсов;- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях напряжения питания;- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях частоты напряжения;- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях числа пар полюсов;- статические характеристики изменения времени регулирования в зависимости от значения внешнего момента;- статические характеристики изменения перерегулирования в зависимости от значения внешнего

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	момента;
3	<p>Исследование тормозных режимов работы двигателя постоянного тока</p> <p>Цель работы Исследование характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения в тормозных режимах</p> <p>Программа работы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Собрать схему для снятия характеристик тормозных режимов ДПТ. 2. Снять характеристику при рекуперативном торможении. 3. Снять несколько характеристик торможения противовключением. 4. Снять схему для исследования динамического торможения ДПТ. 5. Провести обработку экспериментальных данных, составить отчет и сделать заключение о работе. <p>Пояснения к работе В лабораторной работе используются следующие модули: ? модуль питания стенда (МПС); ? модуль питания (МП); ? модуль добавочных сопротивлений №1 (МДС1); ? силовой модуль (СМ); ? модуль тиристорного преобразователя (ТП); ? модуль преобразователя частоты (ПЧ); ? модуль ввода/вывода (МВВ).</p> <p>Перед проведением лабораторной работы необходимо привести модуль в исходное состояние: ? переключатель SA1 модуля МДС1 установить в положение «?»; ? кнопку «Сеть» модуля ТП, переключатели SA4, SA6 перевести в нижнее положение, переключатель SA3 перевести в положение «Руч», установить режим регулирования скорости ТП (Приложение Б); ? переключатель SA1 модуля ПЧ перевести в среднее положение, SA1 - в нижнее положение, потенциометр RP1 установить в крайнее положение против часовой стрелки.</p>
4	<p>Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения</p> <p>Цель работы Исследование характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения, построение энергетических диаграмм электродвигателя.</p> <p>Программа работы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить схему для экспериментального исследования электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ), состав и назначение модулей, используемых в работе. 2. Собрать схему для экспериментального исследования ДПТ. Провести пробное включение. 3. Снять естественную механическую и электромеханическую характеристику. 4. Провести обработку экспериментальных данных, составить отчет и сделать заключение по работе. <p>Пояснения к работе В лабораторной работе используется следующие модули: ? модуль питания стенда (МПС); ? модуль питания (МП); ? модуль добавочных сопротивлений №1 (МДС1); ? силовой модуль (СМ); ? модуль преобразователя частоты (ПЧ) ? модуль ввода/вывода (МВВ).</p>

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Механика электропривода</p> <p>Определение момента инерции системы электропривода, кинематическая схема которого, состоит из</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	электродвигателя 1, муфты сцепления 2, понижающего редуктора 3, барабана 4 и приводного механизма (нагрузки), совершающего поступательное движение.
2	Механические характеристики электропривода Изучение Механической характеристики электропривода
3	Управление электроприводом с помощью контакторов Изучение классификации электроприводов и целей управления электроприводом с помощью контакторов
4	Магнитные усилители Изучение: -общие сведения магнитных усилителей -управляемый дроссель
5	Дроссельные магнитные усилители Рассмотрим совместную работу управляемого дросселя и нагрузки, включенной последовательно с его рабочей обмоткой.
6	Магнитные усилители с положительными обратными связями Рассмотрим наиболее существенный способ повышения коэффициента усиления МУ является введение положительных связей по току или напряжению выхода МУ.
7	Работа магнитного усилителя в режиме фазосдвигающего устройства Для того, чтобы поучить представление о работе МУ в режиме фазосдвигающего устройства необходимо рассмотреть динамические процессы, происходящие в его обмотках и одном сердечнике дросселя при перемагничивании током рабочей обмотки.
8	Коэффициенты усиления магнитного усилителя Изучение и расчеты: коэффициентов усиления напряжения коэффициентов усиления мощности Коэффициентов усиления тока МУ

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Выполнение курсовой работы
2	Подготовка к промежуточной аттестации
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

“Расчет тяговой характеристики тепловоза с асинхронным тяговым приводом”

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Режимы работы тягового электрооборудования тепловозов в передаче переменного-постоянного тока Е.Ю. Логинова, М.А. Яцков; МИИТ. Каф. "Локомотивы и локомотивное хозяйство" Однотомное издание МИИТ , 2002	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Расчет систем управления электрическим подвижным составом А.В. Плакс, А.С. Мазнев; ЛИИЖТ. Каф. Электрическая тяга Однотомное издание ЛИИЖТ , 1986	НТБ (фб.)
3	Микропроцессорные системы автоматического регулирования электропередачи тепловозов А.В. Грищенко, В.В. Грачев, С.И. Ким и др.; Ред. А.В. Грищенко; Под Ред. А.В. Грищенко Однотомное издание Маршрут , 2004	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
4	Векторное управление асинхронными двигателями Усольцев А.А. Однотомное издание СПб.: ГИТМО (ТУ), , 2002	www.ets.ifmo.ru/posobie1/vect_up.htm3 стр.1-43
5	Векторное управление электроприводами переменного тока Виноградов И.Б. Учебное пособие ОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» - Иваново, , 2008	https://lib-bkm.ru/load/65-1-0-3098
6	Методические указания к выполнению курсового проекта Логинова Е.Ю. Учебно-методическое издание	http://do-ittsu.miiit.ru/

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.miiit.ru>).

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

Специализированная программа Mathcad;

Специализированная программа Microsoft Excel

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

специализированный стенд для проведения лабораторных работ по направлению “Электрические машины и электропривод” – ООО НПП “Учтех-Профи”, Челябинск.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовой проект в 9 семестре.

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

С.В. Володин