

**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: Очно-заочная

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: 01.06.2022

## 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. №11
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 96 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"><li>1. Изучить схему для снятия характеристик синхронного генератора.</li><li>2. Снять характеристику холостого хода генератора.</li><li>3. Снять характеристику трехфазного короткого замыкания генератора.</li><li>4. Снять внешнюю характеристику генератора.</li><li>5. Снять регулировочную характеристику генератора.</li><li>6. Снять нагрузочную характеристику.</li><li>6. Определить синхронное индуктивное сопротивление СГ.</li><li>7. Составить отчет по проделанной работе.</li></ol> <p>Пояснения к работе</p> <p>В данной лабораторной работе используются следующие модули:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– модуль питания стенда (МПС);</li><li>– модуль питания (МП);</li><li>– модуль автотрансформатора (ЛАТР);</li><li>– модуль добавочных сопротивлений №1 (МДС1);</li><li>– модуль измерительный (МИ);</li><li>– силовой модуль (СМ);</li><li>– модуль тиристорного преобразователя (ТП);</li><li>– модуль ввода/вывода (МВВ).</li></ul>
2	<p>Исследование характеристик асинхронного двигателя в приложении Simulink</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Выполнить моделирование режима пуска АД в диапазоне изменения внешнего момента: 2500 кН, 2000кН, 1500 кН, 1000кН, -1000кН, -1500кН, -2000кН, -2500кН.</li></ol> <p>При этом фиксировать:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Амплитуду и частоту напряжения источника</li><li>2. Скольжение ротора АД</li><li>3. Момент АД</li><li>4. Установившуюся частоту вращения ротора</li><li>5. Время регулирования</li><li>6. Перерегулирование момента и частоты вращения ротора</li></ol> <p>2. Построить:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях напряжения питания;</li><li>- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях частоты напряжения;</li><li>- статические характеристики изменения частоты вращения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значения числа пар полюсов;</li><li>- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях напряжения питания;</li><li>- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значениях частоты напряжения;</li><li>- статические характеристики изменения скольжения ротора в зависимости от значения внешнего момента при различных значения числа пар полюсов;</li><li>- статические характеристики изменения времени регулирования в зависимости от значения внешнего момента;</li><li>- статические характеристики изменения перерегулирования в зависимости от значения внешнего</li></ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	момента;
3	<p><b>Исследование тормозных режимов работы двигателя постоянного тока</b></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"> <li>1. Собрать схему для снятия характеристик тормозных режимов ДПТ.</li> <li>2. Снять характеристику при рекуперативном торможении.</li> <li>3. Снять несколько характеристик торможения противовключением.</li> <li>4. Снять схему для исследования динамического торможения ДПТ.</li> <li>5. Провести обработку экспериментальных данных, составить отчет и сделать заключение о работе.</li> </ol> <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><b>Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения</b></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"> <li>1. Изучить схему для экспериментального исследования электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ), состав и назначение модулей, используемых в работе.</li> <li>2. Собрать схему для экспериментального исследования ДПТ. Провести пробное включение.</li> <li>3. Снять естественную механическую и электромеханическую характеристику.</li> <li>4. Провести обработку экспериментальных данных, составить отчет и сделать заключение по работе.</li> </ol> <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><b>Механика электропривода</b> 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	<a href="http://www.ets.ifmo.ru/posobie1/vect_up.htm3">www.ets.ifmo.ru/posobie1/vect_up.htm3</a> 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	<a href="https://lib-bkm.ru/load/65-1-0-3098">https://lib-bkm.ru/load/65-1-0-3098</a>
6	Методические указания к выполнению курсового проекта Логинова Е.Ю. Учебно-методическое издание	<a href="http://do-ittsu.miiit.ru/">http://do-ittsu.miiit.ru/</a>

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](http://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:

Курсовой проект в 11 семестре.

Экзамен в 11 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»

Логинова Елена  
Юрьевна

Лист согласования

Заведующий кафедрой ЭиЛ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин