

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 июня 2019 г.



Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Логинова Елена Юрьевна, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тяговый электропривод и системы управления тепловозов**

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Локомотивы</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</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 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

Дисциплина предназначена для получения знаний необходимых при решении следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

производственно-технологическая:

- использование типовых методов расчёта электропривода и систем управления тепловозов, анализа взаимодействия систем управления с тяговым и вспомогательным электроприводом, определение основных неисправностей тягового и вспомогательного электропривода тепловоза; настройка характеристик тягового и вспомогательного электропривода тепловоза, технического контроля и испытаний;

организационно-управленческая деятельность:

- оценка производственных и непроизводственных затрат или ресурсов 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, требование к материально-техническому обеспечению предприятия для решения производственных задач;

проектно-конструкторская деятельность:

- разработка технических требований, технических заданий и технических условий на проекты модернизации тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом, организация и обработка результатов испытаний тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом с использованием средств автоматизации и информационных технологий;

научно-исследовательская деятельность:

- выполнение научных исследований в области разработки, модернизации и производства тягового и вспомогательного электропривода и систем управления электроприводом; моделирование режимов работы тягового и вспомогательного электропривода в процессе эксплуатации с использованием математического аппарата Mathcad, моделирование алгоритмов работы систем управления электроприводом для прогнозирования его работоспособности и обеспечения требуемых характеристик; поиск и проверка 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, анализ их результатов.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Тяговый электропривод и системы управления тепловозов" 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. Теория систем автоматического управления:**

Знания: структуры и алгоритмов работы систем управления, методы математического описания систем управления; передаточные функции, переходные и импульсные характеристики основных звеньев, структурные схемы и методы преобразования и расчета их передаточных функций; частотные, фазовые и фазочастотные характеристики систем управления; методы расчета и критерии определения устойчивости систем управления

Умения: применять методы расчета и анализа режимов работы элементарных систем управления

Навыки: владение методами выбора исполнительных и структурных схем систем управления

#### **2.1.2. Физика:**

Знания: основы электричества и электромагнетизма

Умения: систематизировать явления и процессы, происходящие в электрических схемах, полупроводниковых устройствах, электромагнитных цепях и электрических машинах

Навыки: владение методами расчета элементарных электрических цепей и электромагнитных

#### **2.1.3. Электрические машины:**

Знания: основных понятий и характеристик трансформаторов; основных понятий и характеристик электрических машин постоянного тока; основных понятий и характеристик синхронных электрических машин; основных понятий и характеристик асинхронных электрических

Умения: применять методы расчета и анализа режимов работы трансформаторов, электротехнических машин постоянного тока, синхронных и асинхронных электрических машин

Навыки: владение методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих работу трансформаторов, электротехнических машин постоянного тока, синхронных и асинхронных электрических машин

#### **2.1.4. Электротехника и электроника:**

Знания: основных понятий и методов расчета электротехнических и электромагнитных цепей, простейших выпрямителей; основных понятий и методов расчета трансформаторов; основных понятий и методов расчета электрических машин постоянного и переменного тока

Умения: применять методы расчета и анализа режимов работы электротехнических схем и электромагнитных цепей, простейших выпрямителей

Навыки: владение методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных электрических схем и электромагнитных цепей и выпрямителей

## **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### **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-5 Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.	ПКР-5.1 Владеет навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров тягового подвижного состава. ПКР-5.2 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 зачетных единиц (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 11
Контактная работа	32	32,15
Аудиторные занятия (всего):	32	32
В том числе:		
лекции (Л)	16	16
практические (ПЗ) и семинарские (С)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Экзамен (при наличии)	36	36
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)	ЭК	ЭК

### 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						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	11	Тема 1 Системы преобразования переменного тока в энергетических цепях тепловоза Назначение и использование автономных инверторов в энергетических цепях. Трехфазный инвертор напряжения и характеристики его выходного напряжения. Амплитудный и широтно-импульсный способы регулирования выходного напряжения инвертора напряжения. Глубина модуляции. Электрические схемы инверторов на GTO-тиристорах и IGBT-транзисторах	4		16				20	
2	11	Тема 2 Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом постоянного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления Энергетические цепи тепловоза с тяговыми двигателями постоянного тока. Алгоритмы управления тяговыми двигателями в электрических передачах переменного-постоянного тока. Работа тягового электродвигателя в тяговом и тормозном	4/2				15	19/2		



№ 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
		режимах. Регулирующие, электромеханические и ограничительные характеристики тягового и тормозного режимов работы двигателя							
3	11	Тема 3 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. Частотно-токовая система управления асинхронным тяговым двигателем в энергетической цепи тепловоза. Контуры управления частотой и амплитудой фазного напряжения асинхронного тягового двигателя	6/4				25	31/4	ПК1, ПК2

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Всего	Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	11	Тема 4 Системы поосного управления тяговым приводом современных тепловозов с электрическими передачами переменно- постоянного и переменного тока Алгоритм работы системы поосного управления асинхронными тяговыми двигателями. Использование инверторов в системе поосного управления.	2					38	КП, ЭК	
5		Всего:	16/6		16		40	108/6		

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия 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	11		Системы преобразования переменного тока в энергетических цепях тепловоза  Назначение и использование автономных инверторов в энергетических цепях. Трехфазный инвертор напряжения и характеристики его выходного напряжения. Амплитудный и широтно-импульсный способы регулирования выходного напряжения инвертора напряжения. Глубина модуляции. Электрические схемы инверторов на GTO-тиристорах и IGBT-транзисторах	16
ВСЕГО:				16/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Расчет параметров энергетической цепи тепловоза с тяговым электроприводом переменного тока

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При преподавании дисциплины «Тяговый электропривод и системы управления тепловозов» используются традиционные и современные образовательные технологии.

Традиционные технологии:

- лекционно-семинарско-зачетная система;
- исследовательские методы в обучении;
- проектные методы обучения.

Современные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- средства дистанционного обучения с помощью средств информационных технологий;
- средства технического контроля с помощью средств информационных технологий.

## 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	11	Тема 2: Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом постоянного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом постоянного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления  Изучение структуры и алгоритмов управления вспомогательным электропривод тепловозов[1], стр. 286-307 Подготовка к лабораторной работе	15
2	11	Тема 3: Электрооборудование тепловоза с асинхронным тяговым приводом	Электрооборудование тепловоза с асинхронным тяговым приводом  Изучение методов широтно-импульсного регулирования переменного и постоянного напряжения [1], стр. 76-78, 470-483, 540-553 Подготовка к лабораторной работе	15
3	11	Тема 3: Электрооборудование тепловоза с асинхронным тяговым приводом	Электрооборудование тепловоза с асинхронным тяговым приводом  Технические характеристики ГТО-тиристоров и ИВТ-транзисторов, используемых на тепловозах[1], стр. 44-67	10
ВСЕГО:				40

## 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	Электрическое оборудование локомотивов	Логинова Е.Ю.	М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте» - 576 с., 2014	Раздел 1: стр. 463-490.Раздел 2: стр. 504-546.Раздел 3: стр. 456-503; 251-127. Раздел 4: стр. 554-567.

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
2	Микропроцессорные системы автоматического регулирования электропередачи тепловоза. Учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта	А.В. Грищенко, В.В. Грачев, С.И. Ким, Ю.И. Клименко и др. : Под редакцией А.В. Грищенко	М.: Маршрут, 2004-172с., 2004	3 стр. 5-1434 стр. 144-166
3	Электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями	Н.А. Ротанов, А.С. Курбасов, Ю.Г. Быков, В.В. Литовченко; Под ред. Н.А. Ротанова	М.: Транспорт, – 336 с., 1991	3 стр. 7-38; 88-148; 156-178
4	Основы силовой электроники	Розанов Ю.К.	М.: Энергоатомиздат, – 296 с., 1992	2 стр. 145-258
5	Современные силовые управляемые полупроводниковые приборы	Литовченко В.В., Баранцев О.Б., Чекмарев А.Е.	«Локомотив», №10, 1998	2 стр.24-28.
6	Векторное управление асинхронными двигателями; Учебное пособие	Усольцев А.А.	СПб.: ГИТМО (ТУ), 2002	Место доступа: <a href="http://www.ets.ifmo.ru/posobie1/vect_up.htm">www.ets.ifmo.ru/posobie1/vect_up.htm</a> стр.1-43
7	Векторное управление электроприводами переменного тока	Виноградов А.Б.	ОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Иваново, 2008	3 стр 1-298 с.

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

Для освоения дисциплины «Тяговый электропривод и системы управления тепловозов» необходимы сайты сети «ИНТЕРНЕТ» с научно-технической литературой

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
3. [www.gost.ru](http://www.gost.ru) - сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии – раздел Информационные ресурсы.
4. [www.metrob.ru](http://www.metrob.ru) - метрологический сайт, раздел «Книги»
5. [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru) – единый портал интернет тестирования (тесты для самообразования и контроля).
6. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Для проведения занятий по дисциплине «Тяговый электропривод и системы управления тепловозов» необходима сеть «ИНТЕРНЕТ», а также математический пакет Mathcad

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

Для проведения лекций по дисциплине «Тяговый электропривод и системы управления тепловозов» необходима меловая доска, плакаты по электрическому оборудованию и электрическим схемам автономных локомотивов

Для проведения практических занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET (для осуществления консультаций в интерактивном режиме)
2. Компьютерный класс с рабочими местами студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET
4. Компьютерный класс; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

10.2. Требования к программному обеспечению при прохождении учебной дисциплины

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо знать, что уровень и качество полученного образования в значительной степени зависит от роли самого обучающегося в учебном процессе.

Обучающийся должен стремиться к максимальному усвоению лекционного материала и материала практических занятий. После лекции и во время консультаций студент может

здать лектору интересующие его вопросы и уточнить непонятный материал. 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.

Основные функции лекций: 1. Познавательная-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий предусматривает изучение материала, не рассматриваемого в объеме лекционного курса. Их следует рассматривать как важное средство для получения студентом практических навыков в области проектирования, модернизации и эксплуатации тягового электропривода и систем управления тепловозов. Кроме того, практические занятия используются для проверки текущих знаний студентов и усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ электрического оборудования локомотивов, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в профессиональной деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и специальными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая формулировку задач, содержания и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять семестровый планы работы в соответствии с учебным планом по дисциплине «Тяговый электропривод и системы управления тепловозов». Перед текущим практическим занятием целесообразно подводить итог работы: все ли выполнено в соответствии с планом. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.