

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

20 марта 2022 г.

Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Рыбников Евгений Константинович, к.т.н., профессор

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика тягового привода электроподвижного состава

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Электрический транспорт железных дорог</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">О.Е. Пудовиков</p>
--	---

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 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Динамика тягового привода электроподвижного состава» ставит своей целью изучение механической части тягового электрического привода широко применяемого на тяговом подвижном составе независимо от типа первичного двигателя - электрического или дизельного. Тяговый привод рассматривается с позиций теории колебаний и методов решения динамических задач, возникающих при проектировании и эксплуатации тяговых приводов и их передач. В процессе освоения дисциплины студенты получают навыки работы с программными пакетами моделирования динамических систем.

Механическая часть электрического тягового привода подвижного состава является важной составляющей электромеханических систем, под которыми понимаются локомотив (электровоз, тепловоз) или электропоезд, объединяемых одним названием тяговый подвижной состав (т.п.с.). Устройства механической части тягового привода в значительной степени определяют безопасность движения тягового подвижного состава его прочностные, виброзащитные и тяговые свойства.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Динамика тягового привода электроподвижного состава" 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. Информатика:

Знания: существования основных компьютерных программ для инженерных расчетов

Умения: формулировать основные инженерные задачи для выполнения в математических пакетах

Навыки: навыками выполнения расчетов в математических компьютерных пакетах

2.1.2. Математика:

Знания: в объеме программы по математике для высшей школы

Умения: проводить математический анализ формул и выражений, формулировать задачи в матричной форме

Навыки: навыками решения алгебраических систем уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений

2.1.3. Основы механики подвижного состава:

Знания: конструкции подвижного состава и их системы показателей качества

Умения: составлять расчетные механо-математические схемы

Навыки: навыками решения систем дифференциальных уравнения, описывающих колебания конструкций подвижного состава, анализа результатов решения и заключения о качестве конструкции

2.1.4. Теоретическая механика:

Знания: основные законы механики

Умения: формулировать статические, кинематические и динамические задачи

Навыки: навыками решения статических и кинематических задач

2.1.5. Физика:

Знания: физические принципы механики и параметров, характеризующих модели механических конструкций

Умения: анализировать размерности различных параметров и результатов расчетов по физическим формулам

Навыки: выполнять анализ практических задач с учетом физических принципов

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Государственная итоговая аттестация

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-25 Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.	ПКР-25.1 Владеет навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров тягового подвижного состава. ПКР-25.2 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 зачетные единицы (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 9
Контактная работа	48	48,15
Аудиторные занятия (всего):	48	48
В том числе:		
лекции (Л)	32	32
практические (ПЗ) и семинарские (С)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	60	60
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ	ЗЧ

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						Всего	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	9	Раздел 1 Условия работы тяговых приводов и задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации	2		8		15	25		
2	9	Тема 1.1 Общие сведения о тяговых приводах (ТП), взаимосвязь между различными частями привода.			4			4		
3	9	Тема 1.2 Влияние условий эксплуатации на требования к различным частям привода.			4			4		
4	9	Раздел 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	4		6		15	25		
5	9	Тема 2.1 Причины возникновения динамических нагрузок в тяговых приводах			2			2		
6	9	Тема 2.2 Расчетные схемы тяговых приводов трех классов. Обобщенная расчетная схема тягового привода.			2			2		
7	9	Тема 2.3 Показатели, оценивающие динамические свойства ТП.			2			2		
8	9	Тема 2.4 Способы математического описание моделей ТП с помощью методов теоретической	2					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
		механики.							
9	9	Раздел 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	4		2		11	17	ПК1
10	9	Тема 3.1 Применение асинхронных и синхронных электрических двигателей и влияние их на конструкции и параметры тяговой передачи.			2			2	
11	9	Тема 3.2 Частотные свойства динамической системы тягового привода при изменении параметров узлов тяговой передачи.	2					2	
12	9	Раздел 4 Особенности современных конструкций моторных тележек тягового подвижного состава. Кинематические схемы компоновки тяговых приводов и их узлов.	6				4	10	
13	9	Тема 4.1 Понятие о собственных частотах и формах колебаний динамической системы с распределенными параметрами. Модальный анализ. Использование этих понятий при конструировании	2					2	
14	9	Тема 4.2 Свойства динамической системы «рама тележки-рамные	2					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
		тяговые двигатели».							
15	9	Тема 4.3 Требования к моторной тележке как динамической системе.	2					2	
16	9	Раздел 5 Применение САЕ систем при разработке моторных тележек.	12				15	27	
17	9	Тема 5.1 Содержание и методы САЕ системы для расчетов механизмов.	2					2	
18	9	Тема 5.2 Построение и содержание специализированного программного модуля ADAMS-Rail.	4					4	
19	9	Тема 5.3 Приёмы разработки моделей механизмов Пример разработки модели сложного механизма.	4					4	ПК2
20	9	Тема 5.5 Характеристика основных модулей частей модели. Пример разработки модели экипажа с тяговым приводом.	2					2	
21	9	Раздел 6 Решение задачи движения экипажа по рельсовому пути	4					4	ЗЧ
22		Всего:	32		16		60	108	

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	9	РАЗДЕЛ 1 Условия работы тяговых приводов и задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации	Общие сведения о тяговых приводах (ТП), взаимосвязь между различными частями привода.	4
2	9	РАЗДЕЛ 1 Условия работы тяговых приводов и задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации	Влияние условий эксплуатации на требования к различным частям привода.	4
3	9	РАЗДЕЛ 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	Причины возникновения динамических нагрузок в тяговых приводах	2
4	9	РАЗДЕЛ 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	Расчетные схемы тяговых приводов трех классов. Обобщенная расчетная схема тягового привода.	2
5	9	РАЗДЕЛ 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	Показатели, оценивающие динамические свойства ТП.	2
6	9	РАЗДЕЛ 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	Применение асинхронных и синхронных электрических двигателей и влияние их на конструкции и параметры тяговой передачи.	2
ВСЕГО:				16/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Виды образовательных технологий:

Традиционные технологии (объяснительно-иллюстративные) – (ТТ)

Интерактивные технологии (диалоговые) – (ДТ)

Интерактивные формы обучения должны составлять не менее 30% от аудиторных часов.

Интерактивные формы обучения – лекционные занятия (проблемная лекция, видео лекция, мультимедиа лекция, разбор и анализ конкретной ситуации, компьютерная симуляция, мозговой штурм, презентация и др.)

Интерактивные формы обучения – практические занятия (ролевая игра, деловая игра, разбор и анализ конкретной ситуации, тренинг)

При реализации программы дисциплины «Динамика тягового привода электроподвижного состава» используются различные образовательные технологии.

Лекции проводятся с использованием традиционных (12 ч.) и интерактивных технологий (6 ч.) – проблемная лекция, разбор и анализ конкретных ситуаций. Лабораторные занятия

проводятся с применением традиционных (8 ч.) и интерактивных технологий (10 ч.) – компьютерные симуляции, моделирование.

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	9	РАЗДЕЛ 1 Условия работы тяговых приводов и задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации	Составление кинематических схем тяговых приводов, влияние условий эксплуатации на выбор класса тягового привода	15
2	9	РАЗДЕЛ 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	Причины динамических нагрузок и их виды. Разработка обобщенной схемы привода и вывод дифференциальных уравнений колебаний.	15
3	9	РАЗДЕЛ 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	Методы решений дифференциальных уравнений колебаний, Подготовка уравнений для решения их в MathCad.	11
4	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Изучение интерфейса ADAMS_View	2
5	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Разработка списка последовательности действий при разработке модели тележки с тяговым приводом.	3
6	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Изучение модулей, используемых при разработке моделей.	3
7	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Изучение технологии построения модели ADAMS_Rail	2
8	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Подготовка модели сложного механизма (по заданию)	2
9	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Подготовка списка последовательности действий для разработки модели тяговой передачи в среде ADAMS-View.	3
10	9		Особенности современных конструкций моторных тележек тягового подвижного состава. Кинематические схемы компоновок	4

			тяговых приводов и их узлов.	
				ВСЕГО: 60

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	Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог	Бирюков Иван Вячеславович; Беляев Анатолий Ильич; Рыбников Евгений Константинович	Транспорт, 1986 НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
2	Механическая часть тягового подвижного состава	Бирюков Иван Вячеславович; Савоськин Анатолий Николаевич; Бурчак Генрих Павлович; Бирюков Иван Вячеславович	Транспорт, 1992 НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)	Все разделы
3	Механическая часть ЭПС: Конспект лекций. Раздел: Тяговый привод локомотивов.	Рыбников Е.К.	МИИТ, 2014 МИИТ НТБ - фб	Все разделы
4	MSC.ADAMS: Теория и элементы виртуального конструирования и моделирования .	Иванов А.А.	2003 МИИТ НТБ - фб	Все разделы
5	Начальные шаги работы с MSC.ADAMS/View	Шипов Д.Н.	2003 МИИТ НТБ - фб	Все разделы

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

1. Izmerov.narod.ru/privod/index.html (История тягового привода.)
2. www.gmt-gmbh.de (Каталоги по резинометаллическим элементам для подвижного состава).
3. Сайт MSC: <http://www.mscsoftware.com/> (скачивание учебных студенческих версий программных продуктов для прочностных и динамических расчетов деталей и узлов машин)

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

Лекционная аудитория, оснащенная компьютером для преподавателя, видеопроектором и экраном.

Аудитория для лабораторных и практических работ, оснащенная компьютерами для каждого студента с предустановленным программным обеспечением для моделирования

движения железнодорожных экипажей по рельсовому пути. Видеопроектор и экран.
Программное обеспечение: использовать лицензионные стандартные средства Microsoft Office, математический пакет MathCad, программные пакеты для моделирования движения железнодорожных экипажей по рельсовому пути ADAMS, UM, Vi-Rail или авторские программы аналогичного назначения.

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

Лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения.
Для проведения лабораторных занятий необходимо иметь компьютерный класс на 12-15 посадочных мест с программным комплексом ADAMS_View и ADAMS-Rail.
Класс должен быть оборудован аудиовизуальными средствами.

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

При изучении дисциплины в первом разделе курса предусмотрены лабораторные работы, которые предназначены для получения студентами соответствующих компетенций.
При выполнении лабораторных работ студент должен изучить конструкции отечественных и зарубежных тяговых приводов и осознать условия работы каждой конструкции и требования к ним в условиях эксплуатации (лаб. Раб.№1). Для этого используются мультимедийные пособия (на CD-дисках) и книги с описанием конструкций ЭПС. CD-диски выдаются студентам для самостоятельного повторения и закрепления материала.

При изучении конструкций должен уметь переходить от конструкций к компоновочным схемам тяговых приводов, которые рассматриваются в лекционном курсе.
Следующая лабораторная работа в соответствии с компетенцией ПК-33 предназначены для развития у студента навыков составления расчетных схем тяговых приводов, выполнения динамических расчетов и анализа полученных результатов по методике и показателям, которые были представлены в лекционном курсе. Следующие лабораторные работы имеют целью на представленной математической модели «тележка-тяговый привод» провести исследование влияния изменения параметров тяговой передачи на оценочные показатели качества конструкции привода.

В отчете о выполнении лабораторной работе должно быть заключение, в котором должно быть отражено следующее:

1. Цель работы и поставленные задачи, например, исследовать влияние заданного параметра на динамические нагрузки в приводе и т.п.
2. Краткое описание расчетной модели и принятые допущения.
3. Результаты заданного исследования и выводы по результатам исследования.
4. Дать описание возможных неисправностей в эксплуатации при изменении исследуемого параметра.

При выполнении лабораторной работы студент также знакомится с методами динамических расчетов с применением современных компьютерных технологий.