

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

10 сентября 2019 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>2017</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 06 сентября 2017 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 2 04 сентября 2017 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: 04.09.2017

Москва 2019 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. Основы механики подвижного состава:

Знания: требования к составлению описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов.

Умения: составлять кинематические схемы и дифференциальные уравнения колебаний моделей подвижного состава.

Навыки: стандартными пакетами ав-томатизированного проектирования и исследования моделей подвижного состава.

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	ОПК-7 способностью применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность;	<p>Знать и понимать: методы расчета и оценки динамической прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел</p> <p>Уметь: исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность</p> <p>Владеть: методами анализа и расчёта деталей узлов механической части, в том числе с применением современных компьютерных технологий</p>
2	ПК-13 способностью проводить экспертизу и анализ прочностных и динамических характеристик подвижного состава, их технико-экономических параметров, оценивать технико-экономические параметры и удельные показатели подвижного состава;	<p>Знать и понимать: методы оценки нагруженности элементов подвижного состава, основные динамические характеристики системы "подвижной состав - путь"; методы исследования колебаний и устойчивости движения подвижного состава;</p> <p>Уметь: проводить экспертизу и анализ прочностных и динамических характеристик подвижного состава, их технико-экономических параметров</p> <p>Владеть: Типовыми методами анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения"</p>
3	ПК-19 способностью выполнять расчеты типовых элементов технологических машин и подвижного состава на прочность, жесткость и устойчивость, оценить динамические силы, действующие на детали и узлы подвижного состава, формировать нормативные требования к показателям безопасности, выполнять расчеты динамики подвижного состава и термодинамический анализ теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава;	<p>Знать и понимать: механическую часть электроподвижного состава; принципы работы и условия эксплуатации отдельных узлов и механической части в целом.</p> <p>Уметь: разрабатывать технологическую документацию по производству и ремонту механического оборудования электроподвижного состава.</p> <p>Владеть: методами анализа и расчета</p>
4	ПСК-3.2 способностью демонстрировать знания механической части электроподвижного состава, разрабатывать технологическую документацию по производству и ремонту оборудования электроподвижного состава, владением методами анализа и расчета деталей узлов механической части, в том числе с применением современных компьютерных	<p>Знать и понимать: устройство узлов механической части тягового привода подвижного состава, их конструктивные особенности.</p> <p>Уметь: выполнять расчеты типовых элементов технологических машин и подвижного состава на прочность, жесткость и устойчивость, оценить динамические силы, действующие на детали и узлы</p>

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
	технологий, методами анализа причин возникновения неисправностей и разработки проектов модернизации отдельных узлов в соответствии с требованиями по обслуживанию и ремонту таких узлов.	<p>подвижного состава, формировать нормативные требования к показателям безопасности, выполнять расчеты динамики подвижного состава и устройств оборудования подвижного состава.</p> <p>Владеть: методами анализа причин возникновения неисправностей и разработки проектов модернизации отдельных узлов в соответствии с требованиями по обслуживанию и ремонту таких узлов.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

2 зачетные единицы (72 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	36	36,15
Аудиторные занятия (всего):	36	36
В том числе:		
лекции (Л)	18	18
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	72	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	2.0	2.0
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						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	2			2	6	
2	9	Раздел 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	2	2/2			5	9/2	
3	9	Раздел 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	2	2			5	9	ПК1
4	9	Раздел 4 Особенности современных конструкций моторных тележек тягового подвижного состава. Кинематические схемы компоновок тяговых приводов и их узлов.	2	2			4	8	
5	9	Раздел 5 Применение САД-САЕ систем при разработке моторных тележек.	8/2	10/6			20	38/8	
6	9	Тема 5.1 Содержание и методы САЕ системы для расчетов механизмов.		1				1	
7	9	Тема 5.2 Построение и содержание специализированного программного модуля ADAMS-Rail.		1				1	
8	9	Тема 5.3 Приёмы разработки	2	4/4				6/4	ПК2

№ 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
		моделей механизмов Пример разработки модели сложного механизма.							
9	9	Тема 5.4 Задачи, решаемые с помощью ADAMS-Rail. Технология построения моделей и решения задач. Содержание специальных задач и получаемые результаты.	2	2				4	
10	9	Тема 5.5 Характеристика основных модулей частей модели. Пример разработки модели экипажа с тяговым приводом.	2	2/2				4/2	
11	9	Раздел 6 Решение задачи движения экипажа по рельсовому пути	2/2					2/2	ЗЧ
12		Тема 1.1 Общие сведения о тяговых приводах (ТП), взаимосвязь между различными частями привода.							
13		Тема 1.2 Влияние условий эксплуатации на требования к различным частям привода.							
14		Тема 2.1 Причины возникновения динамических нагрузок в тяговых приводах							
15		Тема 2.2 Расчетные схемы тяговых приводов трех классов. Обобщенная расчетная схема тягового привода.							
16		Тема 2.3 Показатели, оценивающие							

№ 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
		динамические свойства ТП.							
17		Тема 2.4 Способы математического описание моделей ТП с помощью методов теоретической механики.							
18		Тема 3.1 Применение асинхронных и синхронных электрических двигателей и влияние их на конструкции и параметры тяговой передачи.							
19		Тема 3.2 Частотные свойства динамической системы тягового привода при изменении параметров узлов тяговой передачи.							
20		Тема 4.1 Понятие о собственных частотах и формах колебаний динамической системы с распределенными параметрами. Модальный анализ. Использование этих понятий при конструировании							
21		Тема 4.2 Свойства динамической системы «рама тележки-рамные тяговые двигатели».							
22		Тема 4.3 Требования к моторной тележке как динамической системе.							
23		Всего:	18/4	18/8			36	72/12	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 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	Условия работы механической части тягового привода.	2
2	9	РАЗДЕЛ 2 Динамические модели тяговых приводов и методы комплексного исследования их динамических свойств	Изучение обобщенной математической модели тягового привода	2 / 2
3	9	РАЗДЕЛ 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	Составление программы для исследования математической модели тягового привода	2
4	9	РАЗДЕЛ 4 Особенности современных конструкций моторных тележек тягового подвижного состава. Кинематические схемы компоновок тяговых приводов и их узлов.	Выполнение исследования влияния жесткости упругих элементов на динамические нагрузки	2
5	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-CAE систем при разработке моторных тележек. Тема: Содержание и методы CAE системы для расчетов механизмов.	Изучение интерфейса ADAMS-VIEW	1
6	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-CAE систем при разработке моторных тележек. Тема: Построение и содержание специализированного программного модуля ADAMS-Rail.	Изучение работы кинематических пар и простейших механизмов.	1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
7	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-CAE систем при разработке моторных тележек. Тема: Приёмы разработки моделей механизмов Пример разработки модели сложного механизма.	Разработка сложного механизма Ножницы по металлу	4 / 4
8	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-CAE систем при разработке моторных тележек. Тема: Задачи, решаемые с помощью ADAMS-Rail.	Изучение ADAMS-Rail	2
9	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-CAE систем при разработке моторных тележек. Тема: Характеристика основных модулей частей модели. Пример разработки модели экипажа с тяговым приводом.	Работа с демонстрационной моделью экипажа с тяговым приводом	2 / 2
ВСЕГО:				18/8

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	2
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.	5
3	9	РАЗДЕЛ 3 Современные тенденции в конструировании тяговых электрических приводов.	Методы решений дифференциальных уравнений колебаний, Подготовка уравнений для решения их в MathCad.	5
4	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Изучение интерфейса ADAMS_View	3
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	4
8	9	РАЗДЕЛ 5 Применение CAD-САЕ систем при разработке моторных тележек.	Подготовка модели сложного механизма (по заданию)	4
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: 36

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
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	----------------------------------------------------

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	----------------------------------------------------

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.mssoftware.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.