

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

17 марта 2022 г.



Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Авторы Сердобинцев Евгений Васильевич, д.т.н., профессор  
Савоськин Анатолий Николаевич, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Конструкция и расчёт механического оборудования электрического транспорта**

Направление подготовки:	<u>13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника</u>
Профиль:	<u>Электрический транспорт</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2020</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 26 мая 2020 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 style="text-align: center;">Протокол № 13 20 мая 2020 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: 20.05.2020

Москва 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» – изучение и понимание студентами требований, предъявляемых к динамике и прочности электроподвижного состава (э.п.с.). Выполнение этих требований являются основой проектирования и эксплуатации э.п.с. В принятой в качестве основы железнодорожного транспорта системе металлическое колесо на металлическом рельсе всегда имеются неровности на поверхности рельса и колеса, которые вызывают возникновение колебаний и, как следствие, накопление усталостных повреждений и разрушение конструкции. Амплитуда колебаний увеличивается с увеличением скорости движения подвижного состава. Эти колебания не являются необходимыми для выполнения основной функции подвижного состава: перевозки грузов и пассажиров. Их называют вредными или паразитными.

В дисциплине «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» как раз и изучают эти динамические явления, возникающие в рельсовом пути и э.п.с. при его движении, а также явления, возникающие при взаимодействии подвижного состава с окружающей средой. Изучение этих явлений необходимо для правильного выбора схемы и параметров механического оборудования электроподвижного состава и, в шитных устройств (рессорное подвешивание, горизонтальные, продольные и поперечные связи колёсных пар с рамой тележки и тележки с кузовом, подвешивание тягового двигателя, тягового редуктора и т. п.), Такое изучение необходимо также для снижения динамических сил, действующих на несущие элементы механической части и на железнодорожный путь, на электрическое и пневматическое оборудование электроподвижного состава и находящихся в нём людей. В связи с изменением в эксплуатации параметров и даже свойств некоторых элементов механической части из-за старения материалов и износа большое значение имеет обеспечение требуемого уровня виброзащиты электроподвижного состава в течение некоторого, например, межремонтного пробега, определяемого безотказностью системы виброзащиты. Обеспечение безотказности этой системы необходимо для снижения объёмов ремонта и выполнения требований безопасности движения.

Для исследования динамики и прочности широко применяют математическое моделирование на ЦВМ, методы испытания отдельных элементов и в целом подвижного состава. Поэтому в курсе рассматриваются как расчётные методы, так и современные методы проведения динамических и прочностных испытаний, а также аппаратура, применяемая при этом.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами знаний о целях изучения динамических явлений, вызываемых неровностями, всегда имеющимися на железнодорожном пути и проявляющимися себя при движении электроподвижного состава по нему, понимания, что динамические явления не являются необходимыми для выполнения основной функции электроподвижного состава: обеспечения перевозочного процесса;
- понимание студентами форм проявления динамических явлений в эксплуатации, их негативного влияния на прочность и функционирование механической и электрической части э.п.с., методов исследования и средств ограничения динамических явлений в эксплуатации;
- умение студентов в зависимости от наличия элементов рессорного подвешивания и модели железнодорожного пути с линейными или нелинейными характеристиками выбрать из изученных им необходимый метод исследования свободных и вынужденных колебаний;
- освоение студентами методов исследования прочности (метод сил и метод конечных элементов) и надежности несущих конструкций э.п.с.;
- приобретение студентами навыков самостоятельной работы с научно-технической литературой по динамике и прочности э.п.с.



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

Учебная дисциплина "Конструкция и расчёт механического оборудования электрического транспорта" 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. Аналитическая механика:**

Знания: Знать последовательность выполнения обработки экспериментов и анализа полученных результатов по исследованию прочностных и динамических характеристик подвижного состава.

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

Навыки: Владеть методами оценки результатов полученных при обработке экспериментальных данных по прочности и динамике подвижного состава.

#### **2.1.2. Сопротивления материалов:**

Знания: основные виды деформации стержня

Умения: выполнять расчеты стержней на прочность, жесткость, устойчивость

Навыки: методикой расчета статически неопределимых систем при растяжении-сжатии, кручении. Знать физико-механические характеристики строительных материалов. Уметь определять перемещения методом Максвелла-Мора

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### **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	ПКС-6 Способен, используя знания об особенностях функционирования деталей и узлов подвижного состава, осуществлять монтаж, испытания, техническое обслуживание и ремонт его основных элементов и устройств;	ПКС-6.1 Применяет полученные знания о назначении, расположении, порядке функционирования для обеспечения правильного и надежного функционирования деталей и узлов подвижного состава.
2	ПКС-7 Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов производства и эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.	ПКС-7.2 Анализирует текущее состояние и находит возможные пути модернизации, развития и расширения функциональных возможностей узлов и устройств подвижного состава.

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

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

5 зачетных единиц (180 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 8
Контактная работа	56	56,15
Аудиторные занятия (всего):	56	56
В том числе:		
лекции (Л)	16	16
практические (ПЗ) и семинарские (С)	24	24
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	88	88
Экзамен (при наличии)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	180	180
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	5.0	5.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	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	8	Раздел 1 Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава	4	6	7		24	41	
2	8	Тема 1.1 Динамическое описание процесса качения колёс по рельсам	2	6	2		14	24	
3	8	Раздел 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары	8	10	10		48	76	
4	8	Тема 2.1 Кинематические условия качения колёсной пары	2	4			10	16	
5	8	Тема 2.2 Силы крипа.	2		6		20	28	ПК1
6	8	Тема 2.3 Уравнения извилистого движения одиночной колёсной пары и про-верка устойчивости	2	6				8	
7	8	Тема 2.4 Особенности уравнений боковых колебаний рельсового экипажа	2		4		18	24	ПК2
8	8	Раздел 5 . Колебания электроподвижного состава при случайных возмущениях	2		2		16	20	
9	8	Раздел 5 Определение показателей динамических качеств электроподвижного состава	2		5			7	
10	8	Тема 5.1 Понятие о	2		2		16	20	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		случайном процессе и его характеристиках. . Использование характеристик случайных процессов при исследо-вании случайных колебаний элек- троподвижного состава.							
11	8	Тема 5.1 Понятие о качестве и показателях качества	2					2	
12	8	Экзамен						36	ЭК
13		Всего:	16	16	24		88	180	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы 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	8	РАЗДЕЛ 1 Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава Тема: Динамическое описание процесса качения колёс по рельсам	Исследование процессов качения колёс по рельсам	6
2	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема: Кинематические условия качения колёсной пары	Исследование извилистого движения одиночной колёсной пары	4
3	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема: Уравнения извилистого движения одиночной колёсной пары и про-верка устойчивости	Исследование извилистого движения одиночной колесной пары	6
ВСЕГО:				16/0

Практические занятия предусмотрены в объеме 24 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	8	РАЗДЕЛ 1 Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава Тема: Динамическое описание процесса качения колёс по рельсам	Составление уравнений качения колес по рельсам	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
2	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема: Силы крипа.	Определение сил Крипа	6
3	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема: Особенности уравнений боковых колебаний рельсового экипажа	Составление уравнений боковых колебаний рельсового экипажа.	4
4	8	РАЗДЕЛ 5 . Колебания электроподвижного состава при случайных возмущениях Тема: Понятие о случайном процессе и его характеристиках. . Использование характеристик случайных процессов при исследовании случайных колебаний электроподвижного состава.	Составление уравнений колебаний подвижного состава при случайных возмущениях.	2
5	8	РАЗДЕЛ 5 Определение показателей динамических качеств электроподвижного состава	Расчет показателей динамических качеств электроподвижного состава	5
6	8		Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава	5
ВСЕГО:				24/0

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

Курсовая работа (проект) –не предусмотрены

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта», а осуществляется в форме лекций, лабораторного практикума (лабораторных работ) и практических занятий.

При реализации программы дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта», используются следующие образовательные технологии. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративными)-все 16 часов

Лабораторные работы проводятся в форме электронного практикума, с применением компьютерных симуляций, компьютерных конструкторов и традиционных технологий (16 ч.). Практические занятия проводятся в традиционной форме с применением традиционных технологий и компьютерных симуляций (34 ч.).

Самостоятельная работа (79 часов.) подразумевает работу под руководством преподавателя над выполнением заданий по изучению специальных разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 5 раздела, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают вопросы теоретического характера для оценки знаний.

Теоретические знания проверяются путём применения индивидуальных и групповых опросов.

## 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	8	РАЗДЕЛ 1 Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава Тема 1: Динамическое описание процесса качения колёс по рельсам	Отработка лекционного материала.	14
2	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема 1: Кинематические условия качения колёсной пары	Отработка лекционного материала	10
3	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема 2: Силы крипа.	Отработка лекционного материала.	20
4	8	РАЗДЕЛ 2 Извилистое движение одиночной колёсной пары Тема 4: Особенности уравнений боковых колебаний рельсового экипажа	Отработка лекционного материала.	18
5	8	РАЗДЕЛ 5 . Колебания электроподвижного состава при случайных возмущениях Тема 1: Понятие о случайном процессе и его характеристиках. . Использование характеристик случайных процессов при исследовании случайных колебаний электроподвижного состава.	Отработка лекционного материала	16
6	8		Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания электроподвижного состава	10



## 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	Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов железнодорожного транспорта.	И. В. Бирюков, А. Н. Савоськин, Г. П. Бурчак и др.; Под ред. И. В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.	Репринтное издание , 2012 МИИТ НТБ - фб	Все разделы
2	Конспект лекций по дисциплине «Динамика электроподвижного состава.	Савоськин А.Н., Винник Л.В., Поляков А.И., Сердобинцев Е.В.	М.: МИИТ., 2003 МИИТ НТБ - фб	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Динамика вагона	Вершинский С. В., Данилов В. Н., Хусидов В. Д.	0 МИИТ НТБ - фб	Все разделы
4	Прочность и безотказность подвижного состава железных дорог	А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак, А.П. Матвеевичев и др.; Под общ. ред. А.Н. Савоськина	Машиностроение, 1990 НТБ (уч.б); НТБ (фб.)	Все разделы

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

Поляков А. И. Моделирование на ЦВМ горизонтальных случайных не-ровностей пути при исследовании нелинейных колебаний рельсовых эки-пажей. – в сб. науч. тр. Оборудование и эксплуатация электроподвижного состава изд. МИИТа, 1983, вып 738, с 151–155.

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

Поляков А. И. Моделирование на ЦВМ горизонтальных случайных не-ровностей пути при исследовании нелинейных колебаний рельсовых эки-пажей. – в сб. науч. тр. Оборудование и эксплуатация электроподвижного состава изд. МИИТа, 1983, вып 738, с 151–155.

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

Дисциплина «Конструкция и расчет механического оборудования элек-трического транспорта». а) ввиду разнородности и различной глубины рас-сматриваемых вопросов является сложной для усвоения студентами. Поэтому расчеты, являющиеся

заключительным этапом практических и лабораторных занятий и самостоятельной работ, выполняются студентом на ПЭВМ совместно с преподавателем. К результатам выполненных расчетов преподавателю необходимо дать студенту пояснения. Причем дать их таким образом, чтобы продолжить процесс освоения студентом разделов дисциплины, относящихся к выполняемым заданиям, полученным на практических и лабораторных занятиях и на самостоятельную работу.

При чтении лекций, для повышения уровня восприятия студентами излагаемого материала необходимо в начале каждой лекции конспективно повторять материал, изложенный в предыдущей лекции.

Основой организации учебной деятельности студента по освоению дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» должна являться его систематическая работа над изученным лекционным материалом, при выполнении заданий, полученных на лабораторных и практических занятиях и при самостоятельной работе.

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

При изучении дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» студентам рекомендуется систематическая работа над материалом, пройденным на лекциях, на лабораторных и практических занятиях и материалами самостоятельной работы. При появлении неясных вопросов при подготовке к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо изучить соответствующие разделы основной и дополнительной литературы.

При изучении разделов 1,2,3 и 4 лекционного курса основной литературой является учебник: «Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. / И. В. Бирюков, А. Н. Савоськин, Г. П. Бурчак и др.; Под ред. И. В. Бирюкова.», вспомогательной – «Вершинский С. В., Данилов В. Н., Хусидов В. Д. Динамика вагона: Учебник для вузов ж.д. транспорта. / Под ред. С. В. Вершинского — 3 изд. переработанное. и дополненное». К разделу 3 - дополнительно необходимо ознакомиться с «Савоськин А.Н., Винник Л.В., Поляков А.И., Сердобинцев Е.В. Случайные колебания». Конспект лекций по дисциплине «Динамика электроподвижного состава». Дополнительной литературой к разделам 2 и 5 являются «Фундаментальные проблемы динамики и прочности подвижного состава//Юбилейный сборник научных трудов МИИТа», а также монография Прочность и безотказность подвижного состава железных дорог/ Савоськин А.Н., Бурчак Г.П., Матвеевичев А.П. и др.

Готовясь к выполнению самостоятельной работы, которая ввиду ее сложности выполняется вместе с преподавателем, необходимо ознакомиться с литературой «Савоськин А.Н., Васильев А.П., Сердобинцев Е.В. Особенности колебаний нелинейных систем, конспект лекций по дисциплине «Динамика электроподвижного состава» и методическими указаниями «Савоськин А.Н. Винник Л.В., Сердобинцев Е.В. Колебания рельсовых экипажей», часть IV, методические указания для самостоятельной работы» и нормы, регламентирующие возможность проявления динамических явлений в электроподвижном составе.

Помощь студентам при выполнении заданий на практических занятиях наряду с объяснением преподавателя также окажут методические указания «Савоськин А.Н. Винник Л.В., Сердобинцев Е.В. Колебания рельсовых экипажей», часть IV. Методические указания для самостоятельной работы».