

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО**  
**ТРАНСПОРТА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.08.03
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	6 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	6 семестр - 56 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	6 семестр - 59,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов В.Е.
	Идентификатор	R0851f56b-OsipovVY-8c32e8f9

В.Е. Осипов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушников В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushnikovVA-5aef358

В.А. Глушников

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю. Румянцев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение конструкций и основных элементов механического оборудования электрического транспорта, методов его проектирования и расчета с применением программ автоматизированного проектирования и расчетов на персональных компьютерах

### Задачи дисциплины

- изучение конструкций и методов расчета механической части электроподвижного состава и технологических процессов их производства;
- изучение физических процессов в механическом оборудовании в разных режимах работы электроподвижного состава;
- получение навыков принимать и обосновывать конкретные решения в процессе проектирования конструкций для электрического транспорта.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен учитывать экологические факторы при решении профессиональных задач	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении задач профессиональной деятельности	знать: - виды вредных выбросов электрического транспорта.  уметь: - оценивать величины выбросов вредных веществ.
ПК-3 Способен понимать связь задач конструирования с другими задачами профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует понимание значения конструкторской деятельности, задач и основных этапов конструирования	знать: - особенности динамики транспортных систем.  уметь: - выполнять расчет реакций в тяговом электроприводе.
ПК-3 Способен понимать связь задач конструирования с другими задачами профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Разрабатывает простую конструкторскую документацию с использованием средств компьютерной графики	знать: - стандарты технического обслуживания и ремонтную документацию.  уметь: - использовать компьютерную графику для создания конструкторской документации; - оформлять конструкторскую документацию.
ПК-6 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-1 <sub>ПК-6</sub> Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	знать: - Внешние характеристики тяговых подстанций.
ПК-6 Способен учитывать параметры и характеристики основных	ИД-2 <sub>ПК-6</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и	знать: - элементы основного механического оборудования транспортных систем и действующие на них силы.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	функционирования систем тягового электроснабжения	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрический транспорт (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Инженерную и компьютерную графику
- знать Физику
- знать Сопротивление материалов
- знать Конструкционное материаловедение
- знать Основы конструирования машин
- знать Теоретическую механику
- знать Электрические машины
- знать Тяговые электрические машины

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные элементы механического оборудования электроподвижного состава. Нагрузки, действующие на элементы электроподвижного состава.	30	6	6	-	12	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные элементы механического оборудования электроподвижного состава. Нагрузки, действующие на элементы электроподвижного состава.", подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 26-79            [3], 16-77, 136-163            [4], 7-50, 129-158            [5], 40-55, 103-157, 148-184, 186-193, 302-331            [6], 6-20            [7], 17-84            [8], 46-64, 76-128</p>
1.1	Этапы развития электроподвижного состава. Классификация и особенности ЭПС.	10		2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Общие понятия о расчетных нагрузках. Нагрузки, действующие на элементы механического оборудования транспортных средств.	20		4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	
2	Расчет основных элементов электроподвижного состава и действующих на них	96		22	-	44	-	-	-	-	-	30	-	

	нагрузок												контрольным работам
2.1	Упругое подвешивание ЭПС. Классификация, основные характеристики упругих элементов. Особенности конструкций и расчета.	18	4	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 3-27 [2], 3-26, 80-84 [5], 57-102, 167-172, 194-235, 291-301 [7], 433-483 [8], 46-64, 76-128
2.2	Сопротивление движению. Сцепление, износ и методы борьбы с износом бандажей и рельсов.	16	4	-	8	-	-	-	-	-	4	-	
2.3	Собственные колебания. Моделирование колебаний элементов ЭПС.	14	2	-	8	-	-	-	-	-	4	-	
2.4	Динамические характеристики ЭПС. Основы расчета элементов механического оборудования ЭПС.	20	4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	
2.5	Тормозные устройства на подвижном составе. Процессы при торможении ЭПС.	16	4	-	8	-	-	-	-	-	4	-	
2.6	Основные неисправности механической части и их анализ. Основные тенденции в совершенствовании конструирования	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	

	механического оборудования ЭПС.												
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	28	-	56	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	144.0	28	-	56	-	-	-	-	0.3	59.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Основные элементы механического оборудования электроподвижного состава. Нагрузки, действующие на элементы электроподвижного состава.

##### 1.1. Этапы развития электроподвижного состава. Классификация и особенности ЭПС.

История создания механического оборудования электроподвижного состава. Этапы развития и создания механического оборудования ЭПС. Ход развития конструкций механического оборудования ЭПС. Классификация и особенности электроподвижного состава. Роль русских ученых при создании электроподвижного состава..

1.2. Общие понятия о расчетных нагрузках. Нагрузки, действующие на элементы механического оборудования транспортных средств.

Основные элементы механического оборудования подвижного состава (ЭПС). Методика расчета основных элементов механического оборудования ЭПС. Виды нагрузок на ЭПС в различных режимах движения. Система передачи нагрузок через элементы ходовых частей. Механические и электрические дифференциалы..

#### 2. Расчет основных элементов электроподвижного состава и действующих на них нагрузок

2.1. Упругое подвешивание ЭПС. Классификация, основные характеристики упругих элементов. Особенности конструкций и расчета.

Классификация, основные характеристики упругих элементов (УЭ). Проектирование и расчет упругих элементов. Примеры конструкций УЭ подвижного состава. Виды колебаний ЭПС, задачи и методы исследования динамики. Колебания подвижного состава. Динамика транспортных систем. Особенности конструкций и расчета пружин, резино-металлических элементов. Пневматические УЭ с регулируемой характеристикой. Характеристики нагружения и разгружения УЭ. Основные понятия: гибкость, жесткость УЭ. Диссипативные элементы..

2.2. Сопротивление движению. Сцепление, износ и методы борьбы с износом бандажей и рельсов.

Сцепление и взаимодействие колеса с рельсом. Трение качения и трение скольжения. Моделирование системы «колесо – рельс». Устройства управления движением. Процессы в контакте «колесо – рельс». Сцепление, износ и методы борьбы с износом бандажей и рельсов. Сопротивление движению в различных режимах..

##### 2.3. Собственные колебания. Моделирование колебаний элементов ЭПС.

Собственные колебания простейших моделей экипажа. Собственные колебания одномассовой системы с упругим элементом без гасителя колебаний и с гасителем колебаний. Вынужденные колебания простейших моделей экипажа. Вынужденные колебания одномассовой системы на упругом элементе с гасителем колебаний. Плавность хода. Уравнение колебаний элементов ЭПС. Моделирование колебаний элементов ЭПС и поезда в системе многих единиц. Компьютерные программы для исследования и расчета динамических и статических характеристик ЭПС..

2.4. Динамические характеристики ЭПС. Основы расчета элементов механического оборудования ЭПС.

Особенности динамики транспортных систем на магнитном подвесе. Основы расчета элементов механического оборудования подвижного состава. Динамические характеристики



традиционных ЭПС и ЭПС на различных системах подвеса. Влияние конструкций ЭПС на динамические свойства состава..

2.5. Тормозные устройства на подвижном составе. Процессы при торможении ЭПС.

Классификация тормозов. Схема сил и процессы при торможении ЭПС. Виды конструкций тормозных устройств. Безопасность и надежность тормозов. Преимущества и недостатки различных видов тормозов и конструкций..

2.6. Основные неисправности механической части и их анализ. Основные тенденции в совершенствовании конструирования механического оборудования ЭПС.

Причины и классификация неисправности конструкций ЭПС. Энергопотребление и износ в механических элементах подвижного состава и пути их уменьшения. Показатели безопасности и работоспособности конструкций. Поддержание работоспособности элементов механической части и их модернизация в условиях эксплуатации. Современные конструкции высокоскоростного транспорта. Нетрадиционные конструкции ЭПС. Тенденция развития..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет оси колесной пары с буксами с разным расположением.;
2. Расчет элементов упругого подвешивания (пружины, листовые рессоры, пневмоэлементы, резино-металлические упругие элементы)..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
<b>Знать:</b>				
виды вредных выбросов электрического транспорта	ИД-1ПК-1	+		Контрольная работа/Расчет реакций в тяговом электроприводе
особенности динамики транспортных систем	ИД-1ПК-3		+	Контрольная работа/Нагрузки, действующие на подвижной состав Контрольная работа/Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов
стандарты технического обслуживания и ремонтную документацию	ИД-2ПК-3	+		Контрольная работа/Нагрузки, действующие на подвижной состав Контрольная работа/Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов
Внешние характеристики тяговых подстанции	ИД-1ПК-6	+		Контрольная работа/Расчет реакций в тяговом электроприводе
элементы основного механического оборудования транспортных систем и действующие на них силы	ИД-2ПК-6	+		Контрольная работа/Нагрузки, действующие на подвижной состав
<b>Уметь:</b>				
оценивать величины выбросов вредных веществ	ИД-1ПК-1	+		Контрольная работа/Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов
выполнять расчет реакций в тяговом электроприводе	ИД-1ПК-3		+	Контрольная работа/Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов
использовать компьютерную графику для создания конструкторской документации	ИД-2ПК-3	+		Контрольная работа/Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов
оформлять конструкторскую документацию	ИД-2ПК-3		+	Контрольная работа/Расчет реакций в тяговом электроприводе

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Нагрузки, действующие на подвижной состав (Контрольная работа)
2. Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов (Контрольная работа)
3. Расчет реакций в тяговом электроприводе (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка выставляется по совокупности итогов текущей и промежуточной аттестации

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Калашников, Б. Г. Расчет элементов механической части подвижного состава : Методическое пособие по курсу "Спецвопросы механики" / Б. Г. Калашников, И. К. Никольский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 28 с.;
2. Кобозев, В. М. Расчет элементов механического оборудования троллейбусов: Учебное пособие по курсу "Механическое оборудование подвижного состава городского электрического транспорта" / В. М. Кобозев, И. К. Никольский, В. П. Ожигин ; Ред. В. Ф. Краснов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 87 с.;
3. Иванов, М. Д. Механическое оборудование электроподвижного состава городского транспорта : Учебник для техникумов по специальности "Эксплуатация, ремонт и энергосбережение городского электротранспорта" / М. Д. Иванов . – М. : Транспорт, 1980 . – 208 с.;
4. Механическое оборудование троллейбусов и трамваев : учебник для вузов по специальности "Электрический транспорт" / Ч. И. Жданович, и др. ; Общ. ред. Н. Н. Фролов . – Тула : ТулГУ, 2008 . – 175 с. - ISBN 978-5-7679-1367-1 .;
5. Ефремов, И. С. Теория и расчет механического оборудования подвижного состава городского электрического транспорта : Учебное пособие для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Б. П. Гущо-Малков . – М. : Изд-во литературы по строительству, 1970 . – 480 с.;
6. Бакланов А. А.- "Особенности конструкции и основные параметры механического и электрического оборудования высокоскоростного электропоезда "Сапсан": практикум к изучению дисциплины "Параметры и основы проектирования высокоскоростного транспорта"", Издательство: "ОмГУПС", Омск, 2020 - (31 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/165622;>

7. Бирюков В. В. - "Конструкция и расчёт механического оборудования электроподвижного состава", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2017 - (492 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/118069>;
8. Шищенко Е. В. - "Конструкция и расчет механического оборудования трамвайных вагонов", Издательство: "СамГУПС", Самара, 2019 - (149 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/130439>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
11. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
15. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
16. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
17. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
18. Информо - <https://www.informio.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-402, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер

		персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-402, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-324, Кабинет сотрудников	стеллаж для хранения книг, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-120, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Механическое оборудование электрического транспорта

(название дисциплины)

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Нагрузки, действующие на подвижной состав (Контрольная работа)

КМ-2 Расчет осей колесных пар вагонов и мостов троллейбусов (Контрольная работа)

КМ-4 Расчет реакций в тяговом электроприводе (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	16
1	Основные элементы механического оборудования электроподвижного состава. Нагрузки, действующие на элементы электроподвижного состава.				
1.1	Этапы развития электроподвижного состава. Классификация и особенности ЭПС.			+	+
1.2	Общие понятия о расчетных нагрузках. Нагрузки, действующие на элементы механического оборудования транспортных средств.		+	+	+
2	Расчет основных элементов электроподвижного состава и действующих на них нагрузок				
2.1	Упругое подвешивание ЭПС. Классификация, основные характеристики упругих элементов. Особенности конструкций и расчета.			+	
2.2	Соппротивление движению. Сцепление, износ и методы борьбы с износом бандажей и рельсов.		+	+	
2.3	Собственные колебания. Моделирование колебаний элементов ЭПС.			+	
2.4	Динамические характеристики ЭПС. Основы расчета элементов механического оборудования ЭПС.		+	+	
2.5	Тормозные устройства на подвижном составе. Процессы при торможении ЭПС.			+	
2.6	Основные неисправности механической части и их анализ. Основные тенденции в совершенствовании конструирования механического оборудования ЭПС.				+
Вес КМ, %:			30	30	40