

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Механическая часть электроподвижного состава**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Электрический транспорт железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа 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: 19.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Механическая часть электроподвижного состава" являются:

- изучить принципы работы и устройства механической части, условий работы её в эксплуатации, способы поддержания ее работоспособности в эксплуатации;

- изучить методики анализа причин возможных неисправностей механической части электроподвижного состава.

Задачей освоения учебной дисциплины "Механическая часть электроподвижного состава" является:

- освоение механической части электрического подвижного состава, являющейся важной составляющей электромеханической системы, под которой понимается электровоз или электропоезд, объединяемых общим названием электроподвижной состав (э.п.с.).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-9** - Имеет навык выполнения обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

Знать условия работы отдельных узлов механической части ЭПС в целом; особенности нагружения и показатели качества узлов; современные направления совершенствования их конструкции и способы поддержания их работоспособности в эксплуатации; иметь представление о современных методах испытаний, прочностных расчётах деталей и узлов механической части ЭПС

### **Уметь:**

Уметь устанавливать причины возникновения неисправностей механической части, выполнять, в том числе и с применением персональных ЭВМ, расчёты по прочности механической части, разрабатывать проекты модернизации отдельных узлов в соответствии с существующими требованиями по обслуживанию и ремонту таких узлов

### **Владеть:**

Владеть навыком выполнять обоснование параметров конструкций и систем тягового подвижного состава. Владеть навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров тягового подвижного состава. Владеть навыками применения типовых расчетных методов обоснования параметров эксплуатации тягового подвижного состава

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 124 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Термины и определения механической части тягового привода Ознакомление с ГОСТом 50056–2012. Место тягового привода (ТП) в системе. Требования к ТП
2	Схемы компоновок тяговых приводов ЭПС, отличающиеся местом расположения тягового привода и редуктора Схемы тяговых приводов, их достоинства и недостатки
3	Схемы компоновок тяговых приводов ЭПС, отличающиеся длиной промежуточного вала муфты Схемы тяговых приводов, их достоинства и недостатки.
4	Динамические свойства индивидуальных тяговых приводов с разомкнутой кинематической цепью передачи тягового момента Рассмотрение двух схем передачи тягового момента на колесную пару.
5	Переменное передаточное отношение редуктора, вывод формулы и ее анализ Причины изменения передаточного отношения, построение плана скоростей редуктора и вывод формулы.
6	Формулы динамических моментов на валу тягового двигателя и влияние кинематических параметров на величину моментов Вывод формул динамического момента и анализ влияния параметров передачи на величины динамических моментов.
7	Схемы компоновок тяговых приводов ЭПС, отличающиеся числом параллельных кинематических цепей Анализ динамических нагрузок на оси колесных пар при двух схемах передачи тяговых моментов на колесную пару.
8	Классификация тяговых муфт. Классификация тяговых приводов по их динамическим качествам Понятие «тяговая муфта», условия ее работы, расцентровка валов и влияние на схему муфты.
9	Квазистатические нагрузки тяговых передач. Расчеты нагрузок на элементы тяговых приводов.
10	Методы снижения динамических нагрузок в кинематических цепях тягового привода Анализ кинематических и динамических методов уменьшения динамических (паразитных) нагрузок в кинематической цепи ТП.
11	Расчеты максимальных величин динамических показателей тягового привода Вывод формул для расчета ускорений на элементах ТП, динамического момента сил в ТП, расцентровки муфты.
12	Износ и нагрузки зубчатых передач. Динамика зубчатых передач Характеристика железнодорожных зубчатых передач, их износ, влияние величины износа на надежность ТП.
13	Безредукторный тяговый электрический привод Рассмотрение существующих конструкций и анализ требований к конструкции привода
14	Анализ характеристик упругих и упругодиссипативных и диссипативных элементов рессорного подвешивания и расчет их конструкций Винтовые пружины. Торсионы (конструкция; выбор геометрических параметров; определение жесткости; расчет на прочность).
15	Листовые рессоры.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	конструкция; выбор геометрических параметров; определение жесткости; расчет на прочность, работа сил трения
16	<b>Резиновые и резинометаллические упругие элементы</b> Типы; конструкция; области применения, расчет твердости по Шору, модули упругости при статической и динамической нагрузках.
17	<b>Резиновые пластины прямоугольного сечения, работающие на сжатие.</b> <b>Резинометаллические упругие элементы, выполненные в виде круговых шайб, работающие на сжатие</b> Типы; конструкция; выбор геометрических параметров; определение жесткости; расчет на прочность.
18	<b>Резинометаллические упругие элементы, выполненные в виде круговых шайб, работающие на сдвиг, кручение, изгиб. Расчет резинового конуса .</b> Типы; конструкция; выбор геометрических параметров; определение жесткости; расчет на прочность.
19	<b>Пневморессоры</b> Типы; конструкция; геометрические параметры; определение жесткости при вертикальной статической нагрузке; определение жесткости при динамической нагрузке; постоянная времени; геометрические характеристики дросселей; механоматематические модели пневморессор.
20	<b>Гасители колебаний. Гидравлический гаситель.</b> Назначение; типы; конструкция; принцип действия; диссипативная сила гасителя; коэффициент демпфирования; динамическая жесткость гасителя; зависимости диссипативной силы гасителя от мгновенного значения деформации при колебаниях с заданными амплитудой и частотой; силовая характеристика гасителя; параллельное включение пружины и гидравлического гасителя; зависимость силы реакции схемы параллельного включения от деформации; рабочая индикаторная диаграмма гидравлического гасителя колебаний; работа диссипативной силы за период колебаний; графики вещественной, мнимой, амплитудной и фазовой частотных характеристик гасителя; упругозащищенный гидравлический гаситель.
21	<b>Фрикционный гаситель колебаний</b> Назначение; типы; конструкция; принцип действия; сила трения фрикционного гасителя; изменения силы трения фрикционного гасителя колебаний при периодическом перемещении рамы тележки относительно буксы; силовая характеристика фрикционного гасителя; коэффициент затухания гидравлического гасителя, эквивалентного фрикционному по рассеянной энергии колебаний; параллельное включение пружины и фрикционного гасителя: диаграммы работы и силовая характеристика.
22	<b>Гидрофедеры</b> Назначение; типы; конструкция; принцип действия; динамическая жесткость гидрофедера, применение гидрофедеров на отечественном э.п.с., преимущества и недостатки гидрофедеров.
23	<b>Примеры конструкций резинометаллических элементов, применяемых на подвижном составе.</b> Опорные резинометаллические элементы: опоры с прямоугольным переменным сечением; опоры с круглым поперечным сечением; резинометаллический элемент типа «Песочные часы» и «Половина песочных часов»; резинометаллические шарниры и шевронные элементы.
24	<b>Узлы соединения колесных пар с рамой тележки (буксовое рессорное подвешивание).</b> Назначение, требования, предъявляемые к узлам связи колесных пар с рамой тележки, основные элементы буксового узла
25	<b>Буксовый узел с плоскими направляющими и варианты его модернизации</b> Назначение; типы; конструкция; принцип действия.
26	<b>Буксовый узел с шевронным расположением резинометаллических блоков.</b> Назначение; конструкция; принцип действия; расчет жесткости блока; расчет жесткости рессорного

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	подвешивания.
27	Буксовый узел с цилиндрическими направляющими. Назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки.
28	Буксовый узел с шарнирно-поводковым механизмом. Назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки.
29	Буксовый узел с пластинчатыми поводками Назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки.
30	Буксовый узел с рычажным механизмом. Назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки; расчет жесткости рессорного подвешивания.
31	Узлы соединения кузова с тележками. Требования, предъявляемые к узлам связи кузова с тележками; классификация узлов соединения кузова с тележкой.
32	Узел соединения с жесткой плоской цилиндрической опорой. Назначение; конструкция; принцип действия, определение момента трения в опоре; дополнительные опоры и их назначение, работа узла при возникновении опрокидывающего момента; преимущества и недостатки узла.
33	Узлы соединения с маятниковыми опорами. Назначение; конструкция; принцип действия; расчет возвращающей силы, создаваемой опорой; расчет жесткости опоры в поперечном направлении; гравитационная жесткость маятниковой опоры; передача сил тяги и торможения через опору; кинематические схемы возвращающих устройств с предварительным натягом пружин, силовая характеристика устройств; силовая характеристика возвращающих устройств при появлении зазоров; дополнительные боковые качающиеся и скользящие опоры; преимущества и недостатки узла.
34	Шкворневые связи с пружинным поперечным возвращающим устройством и скользунами. Назначение; конструкция; принцип действия; кинематические схемы упругих возвращающих устройств с предварительным сжатием и их силовые характеристики; преимущества и недостатки узла.
35	Шкворневые связи с люлечными устройствами и скользунами. Назначение; конструкция; принцип действия; схема узла соединения с центральной сферической опорой; схемы узлов связи кузова с тележкой с опиранием на скользуны; конструкция кузовной ступени подвешивания, совмещающая в одном многоцелевом узле функции люльки и упругого элемента вертикальной связи; преимущества и недостатки узла.
36	Связи с многоцелевым использованием пружин. Назначение; конструкция; принцип действия; система пружинного подвешивания «Флексикойл»; преимущества и недостатки узла.
37	Особенности конструкции ленкерных устройств и продольных тяг, предназначенных для передачи продольных сил Назначение; конструкция; принцип действия; работа ленкерных устройств при передаче продольных и поперечных сил; особенности конструкции наклонных тяг при передаче продольных сил от тележек к кузову.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Изучение устройства тяговых приводов грузовых электровозов Тяговый привод с двухсторонней зубчатой передачей и односторонней. Основные неисправности при эксплуатации тяговых приводов.
2	Изучение устройства тяговых приводов пассажирских электровозов Тяговый привод класса II, конструкции тяговых муфт и подвешивания тяговых двигателей.
3	Изучение устройства тяговых приводов моторвагонного подвижного состава Тяговый привод пригородных электропоездов и скоростных электропоездов. Конструкции тяговых приводов, требования к обслуживанию тяговых приводов в процессе эксплуатации.
4	Изучение устройства тяговых приводов электропоезда ЭГ2Тв и трамваев Особенности конструкции тягового привода электропоезда ЭГ2Тв с полу подрессоренной моноблочной конструкцией. Конструкция тягового привода трамвая «Витязь»
5	Конструкции тяговых приводов с муфтами поперечной и продольной компенсации Сравнительный анализ тяговых муфт с примерами применения на электровозах и электропоездах.
6	Конструкции тяговых приводов скоростных электропоездов Особенности тяговых приводов скоростных электропоездов «Ласточка», ЭР200 и высокоскоростных электропоездов «Сапсан», «Сокол-250»
7	Конструкции тяговых приводов вагонов метрополитена Особенности эксплуатации вагонов метрополитена и конструктивные особенности тяговых приводов электропоездов 81-714, 81-720, 81-740, 81-760, 81-765, 81-775 (москва-2020).
8	Зачетное занятие. Проведение защиты лабораторных работ.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Компоновка тягового привода Расположение тягового привода в габаритах рамы тележки и оси колесной пары.
2	Расчет максимального диаметра большого зубчатого колеса Определение диаметра БЗК с учетом ограничений по габаритам.
3	Расчет передаточного числа зубчатой передачи Проектирование одноступенчатой зубчатой передачи, определение централи вычисление передаточного числа.
4	Составление расчетной схемы тележки по результатам компоновки тягового привода Разработка эскиза тележки и определение основных размеров необходимых для выполнения последующих расчетов.
5	Расчет нагрузок, действующих на раму тележки в различных режимах движения экипажа Вычисление сил и моментов сил при реализации тяговых сил предельных по сцеплению.
6	Расчет перемещений центра масс рамы тележки Определение величин линейных и угловых перемещений центра масс тележки.
7	Расчет расцентровки валов двигателя и редуктора. Выбор муфты или расчет относительного перемещения точек подвешивания тягового двигателя к раме тележки Определение величин перемещений для расчета несоосности (расцентровки) валов двигателя и редуктора.
8	Проектирование резинометаллического амортизатора в подвеске двигателя или редуктора Выбор размеров и расчет коэффициента жесткости резинометаллического амортизатора и общей

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	жесткости подвески редуктора.
9	Эскиз и схема устройства безопасности против падения элементов привода на путь Выбор схемы устройства безопасности.
10	Составления заключения по работе Описание спроектированного тягового привода и тяговой передачи с указанием основных параметров передачи.
11	Постановка целей и задач курса практических занятий. применение принципа разделения масс при проектировании упруго-вязких связей экипажной части э.п.с.; определение наилучшей с точки зрения динамических свойств схемы рессорного подвешивания
12	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с одной ступенью рессорного подвешивания. Расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотной характеристики вертикальных ускорения исследуемой массы; анализ амплитудно-частотной характеристики.
13	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с двумя ступенями рессорного подвешивания. Расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотной характеристики вертикальных ускорения тележки и кузова; анализ амплитудно-частотных характеристик.
14	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с независимым рессорным подвешиванием тележек и кузова (двухмассовая модель) . Расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорения тележки и кузова; анализ амплитудно-частотных характеристик.
15	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с двумя ступенями рессорного подвешивания тележек и кузова, и с дополнительным рессорным подвешиванием тяговых двигателей . Расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорений двигателей, тележек и кузова; анализ амплитудно-частотных характеристик.
16	Анализ результатов расчета вертикальных колебаний э.п.с. при различных схемах подвешивания основных масс. Сравнение амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорений подрессоренных масс; определение наилучшей с точки зрения динамических свойств схемы рессорного подвешивания.
17	Подготовка отчета по практическим занятиям для подтверждения или опровержения принципа разделения масс.
18	Защита отчета по практическим занятиям.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Расчетно-графическая работа «Тяговые передачи».
2	Выполнение курсового проекта
3	Выполнение курсового проекта.



4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

«Проектирование рессорного подвешивания э.п.с.». Задание на курсовой проект включает в себя тип э.п.с., конструкционную скорость, осевую формулу, нагрузку на ось.

№ варианта Тип ЭПС Конструкционная скорость, км/ч Проектная нагрузка КП на рельс, кН Габаритные размеры ТД, мм Макс частота вращения ТД, об/мин

- 1 Электровоз 110 230 D=860 L=900 1820
- 2 Электровоз 160 230 D=850 L=800 1950
- 3 Электропоезд 130 220 D=780 L=800 1950
- 4 Электровоз 110 230 D=900 L=900 1900
- 5 Электровоз 140 220 D=850 L=950 1850
- 6 Электропоезд 200 190 D=780 L=800 2100
- 7 Электровоз 140 230 D=870 L=900 1950
- 8 Электровоз 110 220 D=880 L=850 1950
- 9 Электропоезд 140 200 D=750 L=900 1800
- 10 Электровоз 110 210 D=980 L=850 1900

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Механическая часть тягового подвижного состава И.В. Бирюков; А.Н. Савоськин; Г.П. Бурчак; Под ред. И.В. Бирюкова Однотомное издание Транспорт , 1992	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
2	Методические указания к лабораторным работам по курсу "Механическая часть Э.П.С." по дисц. "Проектирование механической части Э.П.С." С.Д. Крушев, А.И. Поляков, Е.К. Рыбников; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2002	НТБ (уч.3)
1	Теория и конструкция локомотивов Г.С. Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А. Симонов; Ред. Г.С.	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6); НТБ (фб.);

Михальченко; Под Ред. Г.С. Михальченко Однотомное издание Маршрут , 2006	НТБ (чз.2)
--	------------

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru>)

[Izmerov.narod.ru/privod/index.html](http://Izmerov.narod.ru/privod/index.html) (История тягового привода)

[www.gmt-gmbh.de](http://www.gmt-gmbh.de) (Каталоги по резинометаллическим элементам для подвижного состава)

<http://instructionsrzd.ucoz.ru/> (литература железнодорожной тематики)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1 Система автоматизированного проектирования SolidWorks

Система автоматизированного проектирования Компас

Специализированная программа Mathcad

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Стенд «Тяговый редуктор с резинокордной муфтой» применяется для – визуального изучения типовой конструкции тяговой передачи электропоездов – изучение вибраций, создаваемых подшипниками на корпусе редуктора

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8, 9 семестрах.

Курсовой проект в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).



Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

А.П. Васильев

профессор, профессор, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

Е.К. Рыбников

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин