

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Конструкция и расчёт механического оборудования электрического  
транспорта**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

Форма обучения: Очно-заочная

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: 26.04.2022

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

Целями освоения учебной дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» являются:

- изучить принципы работы и устройства механической части;
- изучить условия работы устройства механической системы в эксплуатации.

Задачами освоения учебной дисциплины «Конструкция и расчет механического оборудования электрического транспорта» являются:

- освоение способов поддержания её работоспособности в эксплуатации;
- освоение методик анализа причин возможных неисправностей.

Механическая часть электрического подвижного состава является важной составляющей электромеханической системы, под которой понимается электровоз или электропоезд, объединяемых общим названием электроподвижной состав (э.п.с.).

Устройства механической части в значительной степени определяют безопасность движения электрического подвижного состава его прочностные, виброзащитные и тяговые свойства.

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

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

**ПК-1** - Способен, используя знания об особенностях функционирования деталей и узлов подвижного состава, осуществлять монтаж, испытания, техническое обслуживание и ремонт его основных элементов и устройств;

**ПК-2** - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов производства и эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

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

### **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:**

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:**

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 4 з.е. (144 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	Сем. №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	56	56
В том числе:		
Занятия лекционного типа	28	28
Занятия семинарского типа	28	28

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 88 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	<p>Анализ характеристик упругих и упругодиссипативных элементов рессорного подвешивания и расчет их конструкций. Винтовые пружины. Торсионы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкция; выбор геометрических параметров; определение жесткости; расчет на прочность.</li> </ul>
2	<p>Листовые рессоры.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкция;</li> <li>- выбор геометрических параметров;</li> <li>- определение жесткости;</li> <li>- расчет на прочность, работа сил трения.</li> </ul>
3	<p>Резинометаллические упругие элементы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы; конструкция;</li> <li>- области применения,</li> <li>- расчет твердости по Шору;</li> <li>- модули упругости при статической и динамической нагрузках.</li> </ul>
4	<p>Резиновые пластины прямоугольного сечения, работающие на сжатие.</p> <p>Резинометаллические упругие элементы, выполненные в виде круговых шайб, работающие на сжатие</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы;</li> <li>- конструкция;</li> <li>- выбор геометрических параметров;</li> <li>- определение жесткости;</li> <li>- расчет на прочность.</li> </ul>
5	<p>Резинометаллические упругие элементы, выполненные в виде круговых шайб, работающие на сдвиг, кручение, изгиб. Расчет резинового конуса</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы;</li> <li>- конструкция;</li> <li>- выбор геометрических параметров;</li> <li>- определение жесткости;</li> <li>- расчет на прочность.</li> </ul>
6	<p>Пневморессоры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	-конструкция; геометрические параметры; определение жесткости при вертикальной статической нагрузке; определение жесткости при динамической нагрузке; постоянная времени; геометрические характеристики дросселей; механоматематические модели пневморессор.
7	Гасители колебаний. Гидравлический гаситель. Рассматриваемые вопросы: - 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.
8	Фрикционный гаситель колебаний. Рассматриваемые вопросы: - 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.
9	Узлы соединения колесных пар с рамой тележки Рассматриваемые вопросы: - (буксовое рессорное подвешивание): назначение, требования, предъявляемые к узлам связи колесных пар с рамой тележки, основные элементы буксового узла.
10	Буксовый узел с плоскими направляющими и варианты его модернизации Рассматриваемые вопросы: - назначение; типы; конструкция; принцип действия.
11	Буксовый узел с шевронным расположением резинометаллических блоков Рассматриваемые вопросы: - назначение; конструкция; принцип действия; расчет жесткости блока; расчет жесткости рессорного подвешивания.
12	Буксовый узел с цилиндрическими направляющими Рассматриваемые вопросы: - назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки.
13	Буксовый узел с шарнирно-поводковым механизмом Рассматриваемые вопросы: - назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки.
14	Буксовый узел с пластинчатыми поводками Рассматриваемые вопросы: - назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки
15	Буксовый узел с рычажным механизмом Рассматриваемые вопросы: - назначение; типы; конструкция; принцип действия, преимущества и недостатки; расчет жесткости рессорного подвешивания
16	Узлы соединения кузова с тележками Рассматриваемые вопросы: - требования, предъявляемые к узлам связи кузова с тележками; классификация узлов соединения кузова с тележкой.
17	Узел соединения с жесткой плоской цилиндрической опорой Рассматриваемые вопросы: - назначение; конструкция; принцип действия, определение момента трения в опоре; дополнительные опоры и их назначение; преимущества и недостатки узла.
18	Узлы соединения с маятниковыми опорами Рассматриваемые вопросы: - назначение; конструкция; принцип действия; расчет возвращающей силы, создаваемой опорой; расчет жесткости опоры в поперечном направлении; гравитационная жесткость маятниковой опоры;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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.
19	Шкворневые связи с пружинным поперечным возвращающим устройством и скользящими Рассматриваемые вопросы: - назначение; конструкция; принцип действия; кинематические схемы упругих возвращающих устройств с предварительным сжатием и их силовые характеристики; преимущества и недостатки узла.
20	Шкворневые связи с люлечными устройствами и Рассматриваемые вопросы: - назначение; конструкция; принцип действия; схема узла соединения с центральной сферической опорой; схемы узлов связи кузова с тележкой с опиранием на скользящие; конструкция кузовной ступени подвешивания, совмещающая в одном многоцелевом узле функции люльки и упругого элемента вертикальной связи; преимущества и недостатки узла.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Постановка целей и задач курса лабораторных работ. Рассматриваемые вопросы: - применение принципа разделения масс при проектировании упруго-вязких связей экипажной части э.п.с.; - определение наилучшей с точки зрения динамических свойств схемы рессорного подвешивания.
2	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с одной степенью рессорного подвешивания Рассматриваемые вопросы: - расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотной характеристики вертикальных ускорения исследуемой массы; анализ амплитудно-частотной характеристики.
3	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с двумя степенями рессорного подвешивания (двухмассовая модель) Рассматриваемые вопросы: - расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотной характеристики вертикальных ускорения тележки и кузова; - анализ амплитудно-частотных характеристик.
4	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с двумя степенями рессорного подвешивания (двухмассовая модель). Рассматриваемые вопросы: - расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорения тележки и кузова; - анализ амплитудно-частотных характеристик.
5	Расчет параметров упруго-вязких связей э.п.с. с двумя степенями рессорного подвешивания тележек и кузова, и с дополнительным рессорным подвешиванием тяговых двигателей

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - расчет инерционных и геометрических параметров заданной модели экипажа, построение на ПЭВМ амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорений двигателей, тележек и кузова; - анализ амплитудно-частотных характеристик.
6	Анализ результатов расчета вертикальных колебаний э.п.с. при различных схемах подвешивания основных масс Рассматриваемые вопросы: - сравнение амплитудно-частотных характеристик вертикальных ускорений подрессоренных масс; - определение наилучшей с точки зрения динамических свойств схемы рессорного подвешивания.
7	Подготовка отчета по лабораторным работам для подтверждения или опровержения принципа разделения масс. Рассматриваемые вопросы: - оформление отчета.
8	Подготовка отчета по лабораторным работам для подтверждения или опровержения принципа разделения масс.
9	Защита отчета по лабораторным работам. Рассматриваемые вопросы: - процедура защиты, вопросы, проверка работ.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Постановка целей и задач курса практических занятий Рассматриваемые вопросы: - изучение конструкции механической части э.п.с. и формирование навыков по проектированию рессорного подвешивания.
2	Конструкция буксовой ступени рессорного подвешивания э.п.с. Рассматриваемые вопросы: - изучение схем и чертежей конструкции буксовой ступени рессорного подвешивания заданного типа э.п.с.
3	Конструкция кузовной ступени рессорного подвешивания э.п.с. Рассматриваемые вопросы: - изучение схем и чертежей конструкции кузовной ступени рессорного подвешивания заданного типа э.п.с.
4	Конструкция продольных связей кузова с тележками. Рассматриваемые вопросы: - изучение схем и чертежей конструкции продольных связей кузова с тележками заданного типа э.п.с.
5	Конструкция тягового привода э.п.с. Рассматриваемые вопросы: - изучение схем и чертежей конструкции тягового привода заданного типа э.п.с.
6	Определение основных параметров экипажа. Рассматриваемые вопросы: - определение массы кузова и подрессоренной массы тележки, определение статических прогибов рессорного подвешивания.
7	Определение упругих характеристик рессорного подвешивания Рассматриваемые вопросы: - определение жесткостей кузовной и буксовой ступеней рессорного подвешивания, определение жесткости упругих элементов рессорного подвешивания.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
8	Определение диссипативных характеристик рессорного подвешивания. Рассматриваемые вопросы: - определение суммарного демпфирования кузовной и буксовой ступеней рессорного подвешивания, определение коэффициентов демпфирования диссипативных элементов рессорного подвешивания.
9	Подготовка отчета по практическим занятиям Рассматриваемые вопросы: - оформление отчета, выводы.
10	Защита отчета по практическим занятиям. Рассматриваемые вопросы: - процедура защиты.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточной аттестации.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

#### 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	Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог И.В. Бирюков, А.И. Беляев, Е.К. Рыбников Однотомное издание Транспорт , 1986	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)
3	Теория и конструкция локомотивов Г.С. Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А. Симонов; Ред. Г.С. Михальченко; Под Ред. Г.С. Михальченко Однотомное издание Маршрут , 2006	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
4	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)

#### 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.miit.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 резинOMETаллическим элементам для подвижного состава)

Сайт MSC: <http://www.mssoftware.com/> (скачивание учебных студенческих версий программных продуктов для прочностных и динамических расчетов деталей и узлов машин)

<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).

Специализированная программа Mathcad.

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

Компьютерный класс

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 8 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

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин