

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 магистратуры
по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Динамика рельсового транспорта

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

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 "Динамика рельсового транспорта" являются:

- изучение динамических явления, возникающих в подвижном составе и рельсовом пути при движении подвижного состава, а также явлений, возникающих при взаимодействии электроподвижного состава с окружающей средой;

- изучить выбор схемы и параметров оборудования электроподвижного состава и, в частности, виброзащитных 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.);

- изучение как расчётных, так и современных методов проведения динамических испытаний, а также аппаратуры, применяемой при этом.

Задачи освоения учебной дисциплины "Динамика рельсового транспорта" являются:

- освоение математического описания динамических явлений, возникающих в электроподвижном составе при его движении по рельсовому пути и их расчёты;

- освоение устойчивости движения и показателей динамических качеств (ПДК) механической части электроподвижного состава характеризующих степень защиты от вибраций,

вызываемых неровностями пути, самого электроподвижного состава, локомотивных бригад и пассажиров, а также безопасность движения электроподвижного состава по рельсовому пути;

- освоение выбора схемы и параметров механической части электроподвижного состава;

- освоение оценки безотказности виброзащитных свойств механической части, определяемой по условию непревышения ПДК своих допустимых значений за межремонтный пробег.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки.

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

Владеть:

Владеть методиками расчета элементов рессорного подвешивания, а также оценки показателей динамических качеств электроподвижного состава.

Знать:

Знать схемы и параметры рессорного подвешивания электроподвижного состава, а также показатели его динамических качеств.

Уметь:

Уметь проводить выбор элементов для схем рессорного подвешивания электроподвижного 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	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 204 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>Дисциплина динамика подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выдающиеся учёные, занимающиеся вопросами динамики; - понятия и термины; - виды колебаний рельсового подвижного состава.
2	<p>Виды колебаний и возмущений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вертикальные, боковые (горизонтальные) и продольные колебания; - свободные колебания; - вынужденные колебания; - кинематические возмущения; - силовые возмущения; - параметрические возмущения.
3	<p>Особенности уравнений боковых колебаний. Кинематическое описание процесса качения колёсной пары. Качение колёсной пары без проскальзывания. Динамическое описание процесса качения колёсной пары.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кинематическое описание процесса качения колёсной пары; - качение колёсной пары без проскальзывания; - динамическое описание процесса качения колёсной пары.
4	<p>Модели рельсового подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закон трения качения; - элементы упруго-вязких связей; - передаче вертикальной силы от колеса на рельс; - относительное перемещение колеса и рельса (проскальзывание).
5	<p>Контакт колеса и рельсового пути.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - силы трения в зонах контакта; - силы псевдоскольжения; - силы крипа и спина.
6	<p>Уравнения движения рельсового подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - колебания свободные и вынужденные рельсового подвижного состава; - извилистое движение колёсной пары и проверка устойчивости; - решение дифференциальных уравнений движения рельсового подвижного состава.
7	<p>Случайные колебания рельсового подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование колебаний при случайных возмущениях; - понятие о случайном процессе;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- свойства спектральной плотности.
8	Показатели качества механической части рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - понятие о качестве, показатели качества; - показатели виброзащиты; - показатели безопасности движения; - показатели плавности хода.
9	Выбор схем и параметров рессорного подвешивания рельсового подвижного состава. Методы оптимизации. Надёжность виброзащитных свойств. Показатели надёжности рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - методы оптимизации; - надёжность виброзащитных свойств; - показатели надёжности рельсового подвижного состава.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Виды колебаний рельсового подвижного состава. Возмущения колебаний рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - а вертикальные, боковые (горизонтальные) и продольные колебания; - причины возникновения колебаний; - свободные и вынужденные колебания.
2	Одномассовая модель вертикальных колебаний рельсового подвижного состава. Создание расчётной схемы. Вывод уравнений колебаний. Рассматриваемые вопросы: - создание расчётной схемы; - вывод уравнений колебаний.
3	Двухмассовая модель вертикальных колебаний рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - создание расчётной схемы; - вывод уравнений колебаний.
4	Исследование одномассовой модели вертикальных колебаний рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - решение уравнений колебаний; - вычисление обобщенных силы инерции; - вычисление обобщенных сил от активных сил.
5	Исследование двухмассовая модели вертикальных колебаний рельсового подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - решение уравнений колебаний; - определение числа степеней свободы, равное числу дополнительных связей, которые нужно наложить на систему, чтобы сделать равным нулю все ее возможные скорости;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - выбох обобщенных координат; - выражение кинетической энергии системы через обобщённые скорости; - вычисление обобщенных сил инерции; - вычисление обобщенных активных сил.
6	<p>Боковые колебания рельсового подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решение уравнений боковых колебаний; - колебания колёсной пары.
7	<p>Исследование боковых колебаний рельсового подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решение колебаний колёсной пары; - задача оценки устойчивости движения рельсового экипажа и выбор таких значений параметров горизонтальных связей между его элементами, при которых критическая скорость движения будет значительно выше конструкционной.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение курсового проекта.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Исследование колебаний электроподвижного состава

Варианты

1) Тип рельсового транспортного средства 81-777. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 133 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$, $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=550$

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , m_n тм².
 $m_K = 60,0$;

$m_T = 8,00$;

$J_{Kz} = 2045$;

$$JK_x = 110;$$

$$JT_z = 12,0;$$

$$JT_x = 3,00$$

2) Тип рельсового транспортного средства 81-77. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 225 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$,
 $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=550$,

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , $m_n \text{ тм}^2$.
 $m_K = 61,3$;

$$m_T = 8,38;$$

$$JK_z = 2058;$$

$$JK_x = 119;$$

$$JT_z = 12,7;$$

$$JT_x = 3,12$$

3) Тип рельсового транспортного средства 81-775. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 225 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$,
 $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=550$,

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , $m_n \text{ тм}^2$.
 $m_K = 61,2$;

$$m_T = 8,37;$$

$$JK_z = 2055;$$

$$JK_x = 118;$$

$$JT_z = 12,6;$$

$$JT_x = 3,10$$

4) Тип рельсового транспортного средства 81-775. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 235 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3750$, $c_{1y}=4150$,
 $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=580$,

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m , т. и моментов инерции J_{ni} , m п тм².

$$m_K = 61,2;$$

$$m_T = 8,55;$$

$$J_{Kz} = 2060;$$

$$J_{Kx} = 118;$$

$$J_{Tz} = 12, \ddot{e};$$

$$J_{Tx} = 3,10$$

5) Тип рельсового транспортного средства 81-777. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 235 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3950$, $c_{1y}=4050$,
 $c_{2z}=5400$, $c_{2y}=480$,

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m , т. и моментов инерции J_{ni} , m п тм².

$$m_K = 61,2;$$

$$m_T = 8,22;$$

$$J_{Kz} = 2060;$$

$$J_{Kx} = 112;$$

$$J_{Tz} = 12,3;$$

$$J_{Tx} = 3,10$$

$$J_{Tz} = 12,0;$$

$$J_{Tx} = 3,00$$

6) Тип рельсового транспортного средства 81-777. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 133 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$,
 $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=550$

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , m_n тм².
 $m_K = 60,0$;

$$m_T = 8,00$$

$$J_{Kz} = 2045$$

$$J_{Kx} = 110$$

$$J_{Tz} = 12,0$$

$$J_{Tx} = 3,00$$

7) Тип рельсового транспортного средства 81-775. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 225 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$,
 $c_{2z}=5450$, $c_{2y}=550$,

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , m_n тм².
 $m_K = 61,3$;

$$m_T = 8,38$$

$$J_{Kz} = 2058$$

$$J_{Kx} = 119$$

$$J_{Tz} = 12,7$$

$$J_{Tx} = 3,12$$

8) Тип рельсового транспортного средства 81-775. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 225 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3550$, $c_{1y}=4550$,

$$c_{2z}=5450, c_{2y}=550,$$

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , m_n тм².

$$m_K = 61,2;$$

$$m_T = 8,37;$$

$$J_{Kz} = 2055;$$

$$J_{Kx} = 118;$$

$$J_{Tz} = 12,2;$$

$$J_{Tx} = 3,10$$

9) Тип рельсового транспортного средства 81-775. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 235 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3750$, $c_{1y}=4150$,

$$c_{2z}=5450, c_{2y}=560,$$

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , m_n тм².

$$m_K = 61,2;$$

$$m_T = 8,55;$$

$$J_{Kz} = 2260;$$

$$J_{Kx} = 114;$$

$$J_{Tz} = 11,7;$$

$$J_{Tx} = 3,10$$

10) Тип рельсового транспортного средства 81-776. Осевая формула 2-2. Конструкционная скорость, км/ч 90. Проектная нагрузка колёсной пары на рельс, кН 225 кН. Упруго-вязкие связи . $c_{1z}=3950$, $c_{1y}=4230$,

$$c_{2z}=5200, c_{2y}=480,$$

Инерционные характеристики входящих в модель рельсового транспортного средства тел массой m_n , т. и моментов инерции J_{ni} , $m_n m_{n2}$.
 $m_K = 61,2$;

$m_T = 8,22$;

$J_{Kz} = 2060$;

$J_{Kx} = 112$;

$J_{Tz} = 12,3$;

$J_{Tx} = 3,10$

$J_{Tz} = 12,0$;

$J_{Tx} = 3,00$

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	Конспект лекций по дисц. "Динамика электроподвижного состава" (Глава 3. Случайные колебания) А.Н. Савоськин, Л.В. Винник, А.И. Поляков, Е.В. Сердобинцев; Ред. А.Н. Савоськин; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2002	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

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

Научная электронная библиотека

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов

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

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ)

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

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

Специализированная программа MatLab

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

1

Лекционная аудитория, оснащенная компьютером для преподавателя, видеопроектором и экраном.

2

Лаборатория исследования динамики подвижного состава со стендом для испытаний гидравлических гасителей колебаний, а так же стендом физического моделирования колебательных процессов экипажной части.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 3 семестре.

Экзамен в 3 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.И. Поляков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ
Председатель учебно-методической
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин