МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Динамика подвижного состава ВСМ

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава высокоскоростных железнодорожных магистралей

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 11.11.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Динамика подвижного состава ВСМ являются:

– изучить методы аналитической механики, применяемых для исследования динамики достаточно сложных систем, представляющих собой модели реальных конструкций подвижного состава (п.с.) железных дорог;

– уметь конкретизировать и выделять отдельные важные для рассматриваемой специализации «Электрический транспорт железных дорог» вопросы механики;

– изучить методы, используемые при описании статического и динамического состояния подвижного состава с использованием современной вычислительной техники.

Задачами освоения учебной дисциплины "Динамика подвижного состава ВСМ являются:

– освоение навыков выбора наиболее подходящего метода решения конкретных задач по исследованию движения сложных систем;

– освоение навыков разработки кинематических схем моделей подвижного состава;

– освоение мотодов для определения числа степеней свободы и создания математической модели п.с. путем составления систем дифференциальных уравнений;

– освоение методов для составления и решения уравнения движения всех видов подвижного состава;

– освоение методов исследования свободных и вынужденных колебаний моделей подвижного состава;

– освоение анализа результатов исследований и выбора на основании этого анализа необходимых параметров рессорного подвешивания;

– освоение навыков самостоятельной работы с науч-но-технической литературой по динамике п.с.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-9 - Способен выполнять обоснование параметров конструкции и систем подвижного состава ВСМ.

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

Знать:

Знать принципы аналитической механики, общее уравнение динамики системы, понятие и применение обобщенных координат, выражения принципов механики в обобщенных силах, понятия и определения из теории устойчивости равновесия систем, свободные колебания систем с одной и с конечным числом степеней свободы, понятие и условия об устойчивости движения, методы исследования вынужденных колебаний тягового подвижного состава.

Уметь:

Уметь определить число степеней свободы и создать математическую модель подвижного состава путем составления систем дифференциальных уравнений, составить и решить уравнения движения всех видов подвижного состава, анализировать результаты исследований и выбирать на основании этого анализа необходимые параметры рессорного подвешивания, уметь самостоятельно работать с научно-технической литературой по динамике подвижного состава.

Владеть:

Владеть навыками выбора наиболее подходящего метода решения конкретных задач по исследованию движения сложных систем, навыками разработки кинематических схем моделей подвижного состава; владеть методами исследования свободных и вынужденных колебаний моделей 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	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

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 96 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	Краткие сведения из аналитической механики. Принцип Д'Аламбера. Принцип Д'Аламбера; принцип Д'Аламбера для материальной точки
2	Принцип Д'Аламбера. Принцип Д'Аламбера для системы материальных точек; главный вектор и главный момент сил инерции твердого тела в различных случаях движения; применение принципа Д'Аламбера для решения практических задач.
3	Некоторые дифференциальные принципы аналитической механики. Понятие вариационного принципа; принцип задаваемых мощностей; принцип возможных мощностей.
4	Обобщенные координаты. Понятие обобщенных координат; применение обобщенных координат в аналитической механике.
5	Выражения принципов механики в обобщенных силах. Выражение принципов механики в обобщенных силах, понятие об обобщенных силах; общее уравнение динамики в обобщенных силах.
6	Уравнение Лагранжа второго рода. Уравнение Лагранжа второго рода. Уравнение Лагранжа второго рода для консервативной системы; уравнение Лагранжа второго рода для потенциальной системы с вязкими диссипативными связями.
7	Применение методов аналитической механики с использованием обобщенных координат и обобщенных сил. Решение практических задач.
8	Краткие сведения из теории устойчивости равновесия систем Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие системы; равновесное положение системы с идеальными стационарными связями; условие устойчивости равновесия (теорема Лагранжа).
9	Колебания систем с одной степенью свободы. Уравнение колебаний модели локомотива как системы с одной степенью свободы; свободные колебания системы с одной степенью свободы (затухание отсутствует).

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
10	Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Особенности составления уравнений и форм записи уравнений колебаний систем с конечным числом степеней свободы.
11	Уравнения колебаний модели локомотива как системы с двумя степенями свободы. Определение кинетической энергии, обобщенных силы инерции, обобщенных активных сил; составление уравнений движения модели рельсового экипажа как системы с двумя степенями свободы.
12	Свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Составление системы однородных дифференциальных уравнений и ее решение; корни характеристического уравнения; коэффициенты распределения амплитуд; определение собственных частот и форм колебаний; QR-алгоритм Френсиса–Кублановской; парциальные частоты колебаний; парциальные коэффициенты относительного затухания; коэффициента связанности Л.И. Мандельштама.
13	Понятие об устойчивости движения. Условия устойчивости А.М. Ляпунова; устойчивое и установившееся движения; графики составляющих свободного движения системы, соответствующие вещественным значениям характеристических показателей; графики составляющих свободного движения системы соответствующие комплексным значениям характеристических показателей; инкремент колебаний и логарифмический инкремент; устойчивость «в малом», «в большом», «в целом».
14	Методы исследования вынужденных колебаний тягового подвижного состава. Общие сведения о методах исследования вынужденных колебаний; вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы при непериодическом возмущении (колебания линейной системы при возмущении в виде ступенчатой функции).
15	Методы исследования вынужденных колебаний тягового подвижного состава. Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы при непериодическом возмущении (колебания линейной системы при импульсном возмущении, колебания линейной системы при возмущающей функции общего вида).
16	Комплексная форма исследования установившегося вынужденного движения системы с одной степенью свободы Выражение для обобщенного гармонического сигнала; комплексная функция частоты возмущающей силы (частотная характеристика системы); динамическая безразмерная жесткость; амплитудная и фазовая частотные характеристики; физический смыл частотной характеристики.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование влияния скорости движения на частотные характеристики модели экипажа: Кинематическая схема исследуемой модели; уравнения колебаний исследуемой модели в области времени; уравнения колебаний исследуемой модели в области частоты; выражения исследуемых частотных характеристик; построение заданных амплитудных частотных характеристик; анализ результатов расчетов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с литературой
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа на тему «Исследование свободных колебаний упрощенных моделей э.п.с.». Задание на курсовую работу включает в себя № кинематической схемы и № варианта исходных данных, приведенных в учебном пособии по данной дисциплине.

Варианты заданий

1)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. Исходные данные:

Масса кузова М: 52 т

Масса одной тележки m: 14 т

Жесткость центрального подвешивания 1.8 МН/м

Жесткость буксового подвешивания 6.5 МН/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания 60 кН·с/м

2)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. Исходные данные:

Масса кузова М: 56т

Масса одной тележки m: 15т

Жесткость центрального подвешивания 2 МН/м

Жесткость буксового подвешивания 7 МН/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания 75 кН·с/м

3)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 48т

Масса одной тележки m: 13т

Жесткость центрального подвешивания 1.5 МН/м

Жесткость буксового подвешивания 5.8 МН/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания 50 кН·с/м

4)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 50 т

Момент инерции кузова J: 2200 т·м?

Масса одной колесной пары m: 2.5 т

Жесткость рессорного подвешивания c: 1.2 МН/м

Коэффициент демпфирования подвешивания: 45 кН·с/м

База тележки: 2.8 м

5)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 54 т

Момент инерции кузова J: 2400 т·м?

Масса одной колесной пары m: 2.8 т

Жесткость рессорного подвешивания c: 1.4 МН/м

Коэффициент демпфирования подвешивания: 55 кН·с/м

База тележки: 3.0 м

6)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 46 т

Момент инерции кузова J: 2000 т·м?

Масса одной колесной пары m: 2.2 т

Жесткость рессорного подвешивания c: 1.0 МН/м

Коэффициент демпфирования подвешивания: 40 кН·с/м

База тележки: 2.6 м

7)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 58 т

Масса двухосной тележки m: 16 т

Жесткость центрального подвешивания: 2.2 МН/м

Жесткость буксового подвешивания: 7.5 МН/м

Коэффициент демпфирования буксового подвешивания: 80 кН·с/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания: 90 кН·с/м

8)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 62 т

Масса двухосной тележки m :18 т

Жесткость центрального подвешивания: 2.5 МН/м

Жесткость буксового подвешивания: 8.0 МН/м

Коэффициент демпфирования буксового подвешивания: 95 кН·с/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания: 100 кН·с/м

9)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. Исходные данные:

Масса кузова M: 55 т

Масса двухосной тележки m: 15 т

Жесткость центрального подвешивания: 1.9 МН/м

Жесткость буксового подвешивания: 6.8 МН/м

Коэффициент демпфирования буксового подвешивания: 70 кН·с/м

Коэффициент демпфирования центрального подвешивания: 85 кН·с/м

10)

1. № кинематической схемы: 3.7

2. № Исходные данные:

Масса экипажа M: 45 т

Момент инерции экипажа: 1800 т·м?

Жесткость переднего подвешивания: 1.6 МН/м

Жесткость заднего подвешивания: 1.6 МН/м

Расстояние от центра масс до передней оси: 3.5 м

Расстояние от центра масс до задней оси: 3.5 м

Коэффициент демпфирования: 50 кН·с/м

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Саидова, А. В. Современные методы моделирования динамики подвижного состава : учебное пособие / А. В. Саидова, Ю. Б. Житков.	https://e.lanbook.com/book/222578
2	Галиев, И. И. Динамика подвижного состава. Часть 1 : учебное пособие / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев	https://e.lanbook.com/book/264494

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

http://library.miit.ru/ – научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ)

http://www.elibrary.ru/ – Информационный портал Научная электронная библиотека

http://rzd.ru/ – сайт ОАО «РЖД».

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).

Учебные аудитории для проведения занятий оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.
Курсовая работа в 5 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
««Тяговый подвижной состав
железных дорог» » Института
железнодорожного транспорта А.П. Васильев

профессор, профессор, д.н. кафедры
««Тяговый подвижной состав
железных дорог» » Института
железнодорожного транспорта А.Н. Савоськин

Согласовано:

Директор О.Н. Покусаев

Заведующий кафедрой ТПСЖД О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Д.В. Паринов