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 систем

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 12.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Динамика систем" являются:

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

- исследование динамических процессов в рельсовом подвижном составе;

- изучение методов, используемых при описании статического и динамического состояния подвижного состава с использованием современной вычислительной техники.

Задачами освоения учебной дисциплины "Динамика систем" являются:

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

– освоение навыков разработки кинематических схем моделей подвижного состава;

– освоение в области создания математической модели п.с. путем составления систем дифференциальных уравнений;

– освоение в области 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 - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.

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

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:

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:

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 ДАламбера. Принцип Д'Аламбера; принцип Д'Аламбера для материальной точки.
2	Принцип ДАламбера. 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	Некоторые дифференциальные принципы аналитической механики. Общее уравнение динамики системы; принцип Журдена; принцип Лагранжа; пример применения общего уравнения динамики системы; практическое применение принципов Журдена и Лагранжа в задачах равновесия систем.
5	Обобщенные координаты. Понятие обобщенных координат; применение обобщенных координат в аналитической механике.
6	Принципы механики в обобщенных силах. Выражение принципов механики в обобщенных силах, понятие об обобщенных силах; общее уравнение динамики в обобщенных силах.
7	Уравнение Лагранжа второго рода. Уравнение Лагранжа второго рода для консервативной системы; уравнение Лагранжа второго рода для потенциальной системы с вязкими диссипативными связями.
8	Применение методов аналитической механики с использованием обобщенных координат и обобщенных сил. Решение практических задач.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
9	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).
10	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).
11	Колебания систем с конечным числом степеней свободы Особенности составления уравнений и форм записи уравнений колебаний систем с конечным числом степеней свободы
12	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.
13	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.
14	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».
15	Методы исследования вынужденных колебаний тягового 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). 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	Разработка кинематической схемы исследуемой модели вертикальных колебаний плоского двухосного экипажа: – анализ конструкции исследуемого экипажа и определение его параметров; – разработка кинематической схемы механо-математической модели вертикальных колебаний плоского двухосного экипажа

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
2	Составление системы уравнений вертикальных колебаний исследуемой модели в области времени t: – составление схемы сил, действующих на экипаж; – запись выражений для сил и моментов сил инерции; – запись выражений для упругих и диссипативных сил; – составление уравнений вынужденных вертикальных колебаний подпрыгивания и галопирования модели экипажа в области времени t.
3	Составление системы уравнений вертикальных колебаний исследуемой модели в области частоты j?: – изучение принципов перехода из временной области в область частоты j?; – запись возмущений, действующих на модель экипажа в области частоты, с учетом запаздывания передачи возмущения на вторую по ходу движения колесную пару; – запись системы дифференциальных уравнений вертикальных колебаний подпрыгивания и галопирования исследуемой модели экипажа в области частоты.
4	Понятие частотной характеристики системы. Вывод выражений исследуемых частотных характеристик. – преобразование диференциальных уравниний вертикальных колебаний модели экипажа в области частоты с выделением частотных характеристик системы; понятие частотной характеристики системы. – запись выражений частотных характеристик системы как отношение изображения реакции системы к изображению входного возмущения.
5	Расчет исследуемых частотных характеристик при различных скоростях движения экипажа. – вывод выражений частотных характеристик системы в соответствии с заданием на лабораторную работу (всего 10 различных частотных характеристик); – подготовка исходных данных для расчета заданных частотных характеристик на ЦВМ; – выполнение расчета заданных частотных характеристик на ЦВМ.
6	Исследование влияния скорости движения на частотные характеристики модели экипажа. – построение графиков заданных амплитудных частотных характеристик при различных скоростях движения модели экипажа; – анализ графиков заданных амплитудных частотных характеристик при различных скоростях движения; – расчет реакции системы (перемещения, силы, ускорения) при заданной амплитуде возмущения и частоте по графикам амплитудных частотных характеристик системы; – оценка влияния скорости движения на исследуемые частотные характеристики модели экипажа.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

«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.

Вариатнты заданий

1)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. № варианта исходных данных (табл. 3.1): 3

2)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. № варианта исходных данных (табл. 3.1): 7

3)

1. № кинематической схемы: 3.4

2. № варианта исходных данных (табл. 3.1): 19

4)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. № варианта исходных данных (табл. 3.2): 6

5)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. № варианта исходных данных (табл. 3.2): 19

6)

1. № кинематической схемы: 3.5

2. № варианта исходных данных (табл. 3.2): 9

7)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. № варианта исходных данных (табл. 3.3): 11

8)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. № варианта исходных данных (табл. 3.3): 15

9)

1. № кинематической схемы: 3.6

2. № варианта исходных данных (табл. 3.3): 7

10)

1. № кинематической схемы: 3.7

2. № варианта исходных данных (табл. 3.4): 1

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Мазнев, А. С. Динамика электрического подвижного состава : учебное пособие / А.С. Мазнев, М.Ю. Изварин, А.М. Евстафьев. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 214 с. — (Высшее образование: Специалитет). — DOI 10.12737/1013692. - ISBN 978-5-16-014968-4. - Текст : электронный	URL: https://znanium.ru/catalog/product/2119561 (дата обращения: 24.10.2025). – Режим доступа: по подписке.
2	Оганьян, Э. С. Основы механики тягового подвижного состава : учебное пособие / Э. С. Оганьян. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 120 с. – ISBN 978-5-9729-2347-2. - Текст : электронный.	URL: https://znanium.ru/catalog/product/2225896 (дата обращения: 24.10.2025). – Режим доступа: по подписке.

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://window.edu.ru – единая коллекция цифровых образовательных ресурсов

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).

Компьютерный класс.

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:

Заведующий кафедрой ТПСЖД О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова