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 - программа специалитета
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: Пассажирские вагоны

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 11182
Подписал: заведующий кафедрой Козлов Максим Владимирович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

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

В рамках освоения дисциплины студент должен:

- приобрести навыки выбора наиболее подходящего метода решения конкретных задач по исследованию движения сложных систем;
- приобрести навыки разработки кинематических схем моделей подвижного состава;
- уметь определить число степеней свободы и создать математическую модель п.с. путем составления систем дифференциальных уравнений;
- уметь составить и решить уравнения движения всех видов подвижного состава;
- овладеть методами исследования свободных и вынужденных колебаний моделей подвижного состава;
- получить опыт анализа результатов исследований и выбора на основании этого анализа необходимых параметров рессорного подвешивания;
- приобрести навыки самостоятельной работы с научно-технической литературой по динамике п.с.

Дисциплина предназначена для получения знаний при решении следующих тип задач в профессиональной деятельности :

производственно-технологическая:

- использования типовых методов расчёта динамической нагруженности элементов вагонов, оценки динамических качеств вагонов; разработки методов и методик расчёта динамической нагруженности, испытаний продукции;

проектный тип задач профессиональной деятельности:

- разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты вагонов или их узлов, организации и обработки результатов динамических испытаний с использованием средств автоматизации и информационных технологий;

научно-исследовательская деятельность:

- научных исследований в области эксплуатации и производства вагонов; поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию вагонов; разработки планов, программ и методик

проведения исследований и оценки динамических качеств вагонов, анализ их результатов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

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

Знать:

- законы статики и динамики твердых тел;
- порядок выполнения расчетов подвижного состава на прочность, жесткость и устойчивость;
- последовательность проведения экспертизы и анализа прочностных и динамических характеристик подвижного состава

Уметь:

- составлять кинематические схемы и дифференциальные уравнения колебаний моделей подвижного состава;
- оценивать динамические силы, действующие на детали и узлы подвижного состава;
- составлять кинематические и силовые схемы для выполнения расчетов прочности и динамики подвижного состава

Владеть:

- методами исследования динамики реальных конструкций и моделей подвижного состава;
- пакетами прикладных программ для исследования динамики подвижного состава;
- методами оценки технико-эномических параметров и удельных показателей подвижного состава

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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	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 24 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	Основные сведения из геометрической механики, используемые в аналитической механике Рассматриваемые вопросы: - аксиомы динамики; - основные понятия динамики; - дифференциальные уравнения движения материальной точки.
2	Динамика материальной точки и введение в динамику систем Рассматриваемые вопросы: - две задачи динамики;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- прямолинейное движение точки; - основные понятия; - степени свободы системы; - дифференциальные уравнения движения системы.
3	Теорема об изменении количества движения системы Рассматриваемые вопросы: - количество движения системы; - теорема для точки; - теорема для системы; - теорема о движении центра масс; - применение теоремы импульсов в теории удара.
4	Теорема об изменении кинетического момента системы Рассматриваемые вопросы: - кинетический момент точки и системы; - теорема для точки; - теорема для системы; - дифференциальное уравнение вращения твердого тела; - кинетический момент тела относительно произвольной оси.
5	Потенциальное поле сил Рассматриваемые вопросы: - основные понятия; - потенциальная энергия системы; - примеры потенциальных силовых полей; - закон сохранения механической энергии.
6	Принцип Даламбера Рассматриваемые вопросы: - принцип Даламбера для точки; - принцип Даламбера для системы; - приведение сил инерции твердого тела; - определение динамических реакций; - динамика относительного движения точки.
7	Уравнения Лагранжа второго рода Рассматриваемые вопросы: - обобщенные координаты системы; - обобщенные силы; - обобщенные скорости; - уравнения Лагранжа II рода; - структура уравнений Лагранжа.
8	Устойчивость и колебания систем Рассматриваемые вопросы: - условие равоновесия системы; - свободные колебания с учетом сопротивления; - свободные колебания без учета сопротивления; - кинетическая и потенциальная энергия системы; - дифференциальное уравнение свободных колебаний системы.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Свободные колебания упрощенных моделей подвижного состава Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели системы колесо-рельс в среде MathCad; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
2	Вынужденные колебания упрощенных моделей подвижного состава Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели системы колесо-рельс с учётом неровностей пути в среде MathCad; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
3	Методы исследования линейных колебаний систем Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели вагона без учёта нелинейных связей в среде MathCad; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
4	Анализ динамических систем при вынужденных колебаниях Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели боковой рамы тележки и её нагружение в среде MathCad; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
5	Применение принципа возможных перемещений для определения опорных реакций боковой рамы тележки грузового вагона Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели боковой рамы тележки и её нагружение в среде MathCad; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
6	Исследование боковой качки вагона, движущегося в кривом участке пути Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели состава с учётом уравнений тел переменной структуры; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
7	Исследование процесса формирования состава поезда с точки зрения системной динамики Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели колебаний кузова вагона; - проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.
8	Применение принципа Даламбера для простой колебательной модели Рассматриваемые вопросы: - изучение теоретической модели к лабораторной работе; - построение компьютерной модели колебаний кузова вагона;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- проведение экспериментов с моделью; - формирование выводов.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Составление упрощённых моделей свободных колебаний подвижного состава В результате выполнения практического задания студент получает навык - сможет определить частоту собственных колебаний одномассовой системы - составления упрощенных моделей вынужденных колебаний подвижного состава. .
2	Составление упрощённых моделей вынужденныхколебаний подвижного состава В результате выполнения практического задания студент получает навык - может определить частоту собственных колебаний с учетом гасителя вызкого трения -составления упрощенных моделей вынужденных колебаний подвижного состава.
3	Методы исследования линейных колебаний систем В результате выполнения практического задания студент получает навык -выбора правильного метода исследования линейных систем колебаний. -сможет определить амплитуду колебаний
4	Принцип Даламбера В результате выполнения практического задания студент получает навык - может составлять простые дифференциальные уравнения колебаний кузова -применения принципа возможных перемещений для механических систем.
5	Принцип возможных перемещений В результате выполнения практического задания студент получает навык - сможет составить дифференциальные уравнения -применения принципа возможных перемещений для механических систем.
6	Применение теоремы о кинетической энергии к механическим системам, моделирующим подвижной состав В результате выполнения практического задания студент получает навык - изучит закон сохранения энергии -определения центра массы кузовов вагонов основных типов.
7	Определение центра массы кузовов вагонов основных типов В результате выполнения практического задания студент получает навык -изучит определения моментов инерции -теоретического определения устойчивости подвижного состава в различных участках пути.
8	Исследование механической системы вагон-путь на устойчивость В результате выполнения практического задания студент получает навык - изучит принципы Ляпунова - теоретического определения устойчивости подвижного состава в различных участках пути.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение литературы
2	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям

3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Определение динамических характеристик тележки;

Определение динамических характеристик вагона;

Определение динамических характеристик поезда;

Применение принципа Даламбера к математической модели вагона;

Применение принципа Даламбера к математической модели сцепов вагонов;

Применение принципа Даламбера к математической модели колесо-рельс;

Изучение свободных колебаний системы колесо-рельс;

Изучение вынужденных колебаний системы колесо-рельс;

Колебания в первой ступени рессорного подвешивания;

Колебания во второй ступени рассорного подвешивания.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Анисимов, П.С. Испытания вагонов : монография / П. С. Анисимов. — Москва : Издательство "Маршрут", 2004. — 197 с. — 5-89035-152-4.	https://umczdt.ru/read/155718/?page=1. (дата обращения: 14.04.2024). Текст электронный
2	Котуранов, В.Н. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие / В. Н. Котуранов, А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. . Кобищанов, В. П. Лозбинев, М. Н. Овечников, Б. Н. Покровский, В. И. Светлов, А. А. Юхневский. — Москва : Издательство "Маршрут", 2005. — 490 с. — 5-89035-256-3.	https://umczdt.ru/read/18637/?page=1. (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.
3	Вагоны. Общий курс : учебник для вузов ж.д. транспорта / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, Ю.П. Федосеев ; Под ред. В.В. Лукина. - М. : Маршрут, 2004. - 424 с. - ISBN 5-89035-106-0	https://umczdt.ru/read/225898/?page=1. (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/).

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

Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/).

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

Microsoft Office

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Программный комплекс Унивесальный механизм (UM).

Программный комплекс MathCad.

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

Учебные аудитории для проведения учебных 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:

заведующий кафедрой, профессор,
д.н. кафедры «Вагоны и вагонное
хозяйство» Г.И. Петров

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Нетяговый подвижной состав» М.В. Козлов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВиТРПС М.В. Козлов

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова