

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 специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич
Дата: 01.06.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Динамика систем" 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 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 методов 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 - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.

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 | Сем. №5 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 64 | 64 |
| В том числе: | | |

| | | |
|---------------------------|----|----|
| Занятия лекционного типа | 32 | 32 |
| 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 80 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 | 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 | Выражения принципов 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. 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. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|---|
| | Решение практических задач. |
| 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 одной степенью свободы. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с учетом влияния сил вязкого сопротивления. |
| 12 | Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Особенности составления уравнений и форм записи уравнений колебаний систем с конечным числом степеней свободы. |
| 13 | 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. |
| 14 | 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. |
| 15 | 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». |
| 16 | Методы исследования вынужденных колебаний тягового подвижного состава. Общие сведения о методах исследования вынужденных колебаний; вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы при неперiodическом возмущении (колебания линейной системы при возмущении в виде ступенчатой функции). |
| 17 | Методы исследования вынужденных колебаний тягового подвижного состава. Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы при неперiodическом возмущении (колебания линейной системы при импульсном возмущении, колебания линейной системы при возмущающей функции общего вида). |
| 18 | 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 смысл 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 | Выполнение курсовой работы |
| 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.

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

| № п/ п | Библиографическое описание | Место доступа |
|--------------|---|---|
| 1 | Краткий курс теоретической механики С.М. Тарг Однотомное издание Высш. шк. , 1995 | НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2) |
| 2 | Составление дифференциальных уравнений малых колебаний упрощенных моделей электроподвижного состава и исследование их свободных и вынужденных колебаний : учеб. пособие по дисц. "Динамика систем", "Основы механики подвижного состава" для студ. спец. "Подвижной состав железных дорог" / Г. П. Бурчак [и др.] ; МИИТ. Каф. "Электропоезда и | URL: http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-257.pdf . |

| | | |
|---|--|-----------------------------------|
| | <p>локомотивы". - М. : РУТ(МИИТ), 2017. - 82 с. : ил. - URL: http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-257.pdf. - 100 экз. - (в пер.) : 103.20 р., 00.00 . - Текст : непосредственный.</p> | |
| 3 | <p>Методические указания для самостоятельной работы "Колебания рельсовых экипажей" А.Н. Савоськин, Е.В. Сердобинцев, Л.В. Винник; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2001</p> | НТБ (уч.3) |
| 4 | <p>Механическая часть тягового подвижного состава И.В. Бирюков; А.Н. Савоськин; Г.П. Бурчак; Под ред. И.В. Бирюкова Однотомное издание Транспорт , 1992</p> | НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.) |

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
«Электропоезда и локомотивы»

А.П. Васильев

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы»

А.Н. Савоськин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин