



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ДИНАМИКА МАШИН

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы
Машины и технология обработки металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра | Машины и технологии обработки давлением и машиностроения |
| Курс | 5 |


Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 г. № 957)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
25.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
03.03.2021г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиГОДиМ, канд. техн. наук  А.В. Ярославцев

Рецензент:

доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Динамика машин» являются: формирование у студентов знаний, умений, навыков исследования механических свойств машин ОМД с плоскими и пространственными структурами, навыков решения сложных задач механики подобных систем и в частности их динамических свойств.

Задачи изучения дисциплины: развитие логического и алгоритмического мышления; формирование устойчивых знаний методов анализа и синтеза механических систем многодвигательных машин.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Динамика машин входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Теоретическая механика

Электротехника и электроника

Физика

Сопротивление материалов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Динамика машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности | |
| Знать | основные понятия и методы анализа и расчета механических систем машин ОМД, состав, характеристики и области применения многодвигательных машин различного назначения, структуру и собственные свойства машин ОМД |
| Уметь | конструировать узлы механических систем многодвигательных машин, составлять расчетные схемы, проводить силовой анализ и решать дифференциальные уравнения движения машин ОМД, применять методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинестатики и динамики машин ОМД |
| Владеть | практическими навыками в проведении исследований собственных свойств машин ОМД и в отработке различных конструктивных решений машин ОМД |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 59,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Тема 1 | | | | | | | | |
| 1.1 Введение, цели и задачи изучения дисциплины «Динамика машин ОМД», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №1 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 2. Тема 2 | | | | | | | | |
| 2.1 Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера. | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №1 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 3. Тема 3 | | | | | | | | |
| 3.1 Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №2 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 4. Тема 4 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--------|------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|
| 4.1 Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 5. Тема 5 | | | | | | | | |
| 5.1 Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 6. Тема 6 | | | | | | | | |
| 6.1 Лагранжиан 2-го рода. Энергетический подход и составление дифференциальных уравнений движения. Решение дифференциальных уравнений. | 5 | | | | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | 4 | | | |
| 7. Тема 7 | | | | | | | | |
| 7.1 Расчет динамических нагрузок и моделирование процессов динамики машин. Подготовка задач для расчета. Составление уравнений и блок-схемы, анализ результатов | 5 | | | 2/1,6И | 4 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | 2/1,6И | 4 | | | |
| 8. Тема 8 | | | | | | | | |
| 8.1 Расчет спектра собственных частот и форм колебаний и динамических нагрузок с помощью ЭВМ | 5 | | | 2 | 11,7 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №4 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | 2 | 11,7 | | | |
| 9. Тема 9 | | | | | | | | |
| 9.1 Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров | 5 | 2 | | 2 | 20 | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №4 | ПК-4 |
| Итого по разделу | | 2 | | 2 | 20 | | | |
| 10. Тема 10 | | | | | | | | |
| 10.1 Зачет | 5 | | | | | | | ПК-4 |
| Итого по разделу | | | | | | | | |
| Итого за семестр | | 2 | | 6/1,6И | 59,7 | | зачёт | |

| | | | | | | | |
|---------------------|---|--|--------|------|--|-------|------|
| Итого по дисциплине | 2 | | 6/1,6И | 59,7 | | зачет | ПК-4 |
|---------------------|---|--|--------|------|--|-------|------|

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексия.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно- значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (меж-групповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Зубарев, Ю. М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2990-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103067> (дата обращения: 08.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Белан, А. К. Проектирование и расчет оборудования прокатного стана : учебное пособие / А. К. Белан, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 135 с. : ил., граф., схе-мы. URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=774.pdf&show=dcatalogues/1/1115110/774.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

1. Оборудование для производства и качество продукции в цехах горячей прокатки : учебное пособие / М. И. Румянцев, О. В. Сеницкий, Д. И. Кинзин, О. Б. Калугина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3237.pdf&show=dcatalogues/1/1136956/3237.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Проектирование оборудования доменных цехов : учебное пособие / М. В. Андро-сенко, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 111 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=896.pdf&show=dcatalogues/1/1118826/896.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

в) Методические указания:

1. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584> (дата обращения: 26.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кудрявцев, С. Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / С. Г. Кудрявцев, В. Н. Сердюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1393-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5247> (дата обращения: 26.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

| | | |
|----------------------|------------------------------|-----------|
| АСКОН Компас 3D v.16 | Д-261-17 от 16.03.2017 | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания: Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по те-мам. Лабораторное оборудование.

3. Учебная аудитория для проведения механических испытаний:

1) Машины универсальные испытательные на растяжение.

2) Мерительный инструмент.

3) Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4) Микротвердомер.

5) Печи термические.

4. Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: Микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

5. Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и про-межуточной аттестации: Доска.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи инструменты для ремонта лабораторного оборудования

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Динамика машин» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Вопросы к зачету

1. Цели и задачи изучения дисциплины «Динамика машин», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения
2. Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера
3. Приведение масс и моментов инерции масс, сил и моментов сил, жесткостей и коэффициентов рассеивания энергии. Составление уравнений движения. Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений – 3 час.
4. Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах
5. Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин
6. Расчетные схемы и уравнения движения
7. Свободные колебания линейной консервативной системы
8. Вынужденные колебания линейной системы без трения
9. Затухание свободных колебаний
10. Вынужденные колебания систем при вязком трении
11. Вынужденные колебания систем с трением, отличным от вязкого
12. Параметрическое возбуждение колебаний
13. Колебания нелинейных систем
14. Метод осреднения
15. Колебания систем с конечным числом степеней свободы
16. Определение частот и форм свободных колебаний
17. Главные координаты. Матричная форма уравнений
18. Некоторые особые случаи расчета собственных колебаний
19. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний
20. Вынужденные колебания системы без трения
21. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы
22. Продольные и крутильные колебания стержней,
23. поперечные колебания струн
24. Изгибные колебания прямых стержней
25. Вынужденные колебания стержней.....
26. Колебания стержней при наличии вязкого трения
27. Колебания, вызываемые подвижной нагрузкой
28. Распространение упругих волн в стержнях
29. Колебания круговых колец.....
30. Простейшие приближенные формулы для оценки низ ей обственной частоты
31. Метод Рэлея — Ритца
32. Прямая дискретизация систем с распределенной массой. Метод конечных элементов
33. Метод последовательных приближений
34. Расчет собственных частот системы без определения форм ее колебаний
35. Методы динамических податливостей и динамических жесткостей

Пример практического задания

1. В задании уравнения полных кинетической и потенциальной энергий.
2. Продифференцировать уравнения в символьном виде с помощью математического пакета.
3. Получить дифференциальные уравнения движения.
3. Решить дифференциальные уравнения движения с помощью математического пакета.
4. Представить результат в виде уравнения зависимости перемещений от времени и графиков перемещений.
5. Показать возможные примеры реальных систем с подобными уравнениями

function Qr=fQr(T, U, Qr,...

q1, q2, q3,...

v1, V2, v3,...

a1, a2, a3,...

m1, m2, m3, m4, m5, m6, e1, e2, e3, e4, e5, e6)

% Компоненты уравнения Лагранжа

dT__d_dqdt=diff(T,v1)+diff(T,V2)+diff(T,v3)

%При дифференцировании по скоростей dqdt по времени t получим ускорения

%ddqdt, т.е. заменим скорости dqdt ускорениями ddqdt

ddT__d_dqdt__dt= diff(dT__d_dqdt,v1).*a1...

+diff(dT__d_dqdt,V2).*a2...

+diff(dT__d_dqdt,v3).*a3

dT__dq=diff(T,q1)+diff(T,q2)+diff(T,q3)

dU__dq=diff(U,q1)+diff(U,q2)+diff(U,q3)

Qr=ddT__d_dqdt__dt-dT__dq+dU__dq;

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ.

Приведение внешних сил и моментов

Определение жесткости пружин.

Определение жесткости стержня.

Составление уравнений Лагранжа

Крутильные колебания

Продольные колебания.

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

Приложение 2.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4: способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности | | |
| Знать | Основные понятия и методы анализа и расчета механических систем машин ОМД, состав, характеристики и области применения многодвигательных машин различного назначения, структуру и собственные свойства машин ОМД | <p>Вопросы к зачету</p> <p>36. Цели и задачи изучения дисциплины «Динамика машин», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения</p> <p>37. Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера</p> <p>38. Приведение масс и моментов инерции масс, сил и моментов сил, жесткостей и коэффициентов рассеивания энергии. Составление уравнений движения. Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений – 3 час.</p> <p>39. Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах</p> <p>40. Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин</p> <p>41. Расчетные схемы и уравнения движения</p> <p>42. Свободные колебания линейной консервативной системы</p> <p>43. Вынужденные колебания линейной системы без трения</p> <p>44. Затухание свободных колебаний</p> <p>45. Вынужденные колебания систем при вязком трении</p> <p>46. Вынужденные колебания систем с трением, отличным от вязкого</p> <p>47. Параметрическое возбуждение колебаний.....</p> <p>48. Колебания нелинейных систем</p> <p>49. Метод осреднения</p> <p>50. Колебания систем с конечным числом степеней</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | свободы 51. Определение частот и форм свободных колебаний |
| Уметь | Конструировать узлы механических систем многодвигательных машин, составлять расчетные схемы, проводит силовой анализ и решать дифференциальные уравнения движения машин ОМД, применять методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинетостатики и динамики машин ОМД | 52. Главные координаты. Матричная форма уравнений 53. Некоторые особые случаи расчета собственных колебаний..... 54. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний 55. Вынужденные колебания системы без трения 56. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы..... 57. Продольные и крутильные колебания стержней, 58. поперечные колебания струн..... 59. Изгибные колебания прямых стержней . . . 60. Вынужденные колебания стержней..... 61. Колебания стержней при наличии вязкого трения 62. Колебания, вызываемые подвижной нагрузкой 63. Распространение упругих волн в стержнях 64. Колебания круговых колец..... 65. Простейшие приближенные формулы для оценки низ ей обственной частоты 66. Метод Рэлея - Ритца 67. Прямая дискретизация систем с распределенной массой. Метод конечных элементов 68. Метод последовательных приближений 69. Расчет собственных частот системы без определения форм ее колебаний Методы динамических податливостей и динамических жесткостей |
| Владеть | Практическими навыками в проведении исследований собственных свойств машин ОМД и в отработке различных конструктивных решений машин ОМД | 1. В задании уравнения полных кинетической и потенциальной энергий. 2. Продифференцировать уравнения в символьном виде с помощью математического пакета. 3. Получить дифференциальные уравнения движения. 3. Решить дифференциальные уравнения движения с помощью математического пакета. 4. Представить результат в виде уравнения зависимости перемещений от времени и графиков перемещений. 5. Показать возможные примеры реальных систем с подобными уравнениями function $Q_r = f_{Q_r}(T, U, Q_r, \dots$ |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>q1, q2, q3,...</p> <p>v1, V2, v3,...</p> <p>a1, a2, a3,...</p> <p>m1, m2, m3, m4, m5, m6, e1, e2, e3, e4, e5, e6)</p> <p>% Компоненты уравнения Лагранжа</p> $dT_d_dqdt = \text{diff}(T, v1) + \text{diff}(T, V2) + \text{diff}(T, v3)$ <p>% При дифференцировании по скоростей dqdt по времени t получим ускорения</p> <p>% ddqdt, т.е. заменим скорости dqdt ускорениями ddqdt</p> $ddT_d_dqdt_dt = \text{diff}(dT_d_dqdt, v1) \cdot a1 + \text{diff}(dT_d_dqdt, V2) \cdot a2 + \text{diff}(dT_d_dqdt, v3) \cdot a3$ $dT_dq = \text{diff}(T, q1) + \text{diff}(T, q2) + \text{diff}(T, q3)$ $dU_dq = \text{diff}(U, q1) + \text{diff}(U, q2) + \text{diff}(U, q3)$ $Qr = ddT_d_dqdt_dt - dT_dq + dU_dq;$ |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- «зачтено» – обучаемый должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- «не зачтено» – обучаемый не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.