Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 20.06.2026 13:07:21
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая динамика и теория колебаний

Направление подготовки/специальность
15.03.03 Прикладная механика

Профиль/специализация
Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н. /В.И. Щербаков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин
и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент /А.А. Скворцов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 7
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
   - 4.2. Основная литература ... 10
   - 4.3. Дополнительная литература ... 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 10
6. Методические рекомендации ... 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины

– - формирование у студентов знаний, умений и навыков владения и анализа динамический процессов, протекающих в деталях машин и элементах конструкции при их динамическом нагружении;

- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами принципами аналитической механики и методами расчета и анализа колебаний механических систем

- определения собственных частот и форм колебаний различных механических систем

Обучение по дисциплине «Аналитическая динамика и теория колебаний» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;	ИОПК-11.1 Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины основано на знаниях и умениях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Линейная алгебра
- Математический анализ
- Основы механики
- Сопротивление материалов

Знания и умения, полученные на дисциплине необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Надежностьмеханических систем
- Динамика машин
- Основы рационального проектирования

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
1	**Аудиторные занятия**	**126**	72	54
	В том числе:			
	Лекции	36	18	18
	Семинарские/практические занятия	54	36	18
	Лабораторные занятия	36	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**126**	72	54
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет/ Экзамен**	Экзамен	Экзамен
	Итого	**252**	144	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
				Л.	Пр.	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К.раб.	Э	З
Пятый семестр															
1	Основные понятия и положения аналитической динамики	5		4	4	4	12				РГР№ 1				
2	Колебания систем с одной степенью свободы	5		8	12	8	28				РГР№ 2				
3	Колебания систем с конечным числом степеней свободы	5		6	20	6	32				РГР№ 3				
Всего за 5-ый семестр				18	36	18	72				3РГР				+
Шестой семестр															
4	Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерционными параметрами	6		10	14	12	36			1 КП	РГР№ 4,5				
5	Колебания колец	6		2		2	4								
6	Колебания пластин и оболочек	6		6	4	4	14				РГР№ 6				
Всего за 6-ой семестр				18	18	18	54				3РГР			+	
ВСЕГО				36	54	36	126				6РГР			+	+

3.3 Содержание дисциплины

Пятый семестр

Тема 1. Основные понятия и положения аналитической динамики.

Введение. Основные понятия. Механическая система. Связи. Степень свободы. Обобщенные координаты, скорости и ускорения. Обобщенные силы. Возможные перемещения. Вариации. Консервативная система. Дифференциальные и интегральные принципы механики: принцип Даламбера, принцип Лагранжа, принцип Даламбера-Лагранжа, принцип Гамильтона. Уравнение Лагранжа 2-ого рода. Введение в теорию малых колебаний. Критерии устойчивости. Теорема Дирихле. Критерий Сильвестра. Математическое представление внешних воздействий. Классификация колебательных систем.

Тема 2. Колебания систем с одной степенью свободы.

Составление уравнений движения. Свободные колебания линейной системы. Графическое изображение колебаний. Свободные колебания с демпфированием. Виды трения. Логарифмический декремент, его связь с коэффициентом вязкого сопротивления. Вынужденные колебания линейной системы. Уравнения движения в прямой и обратной формах. Реакция системы на импульсное силовое воздействие. Функция Грина. Реакция системы на гармоническое воздействие. Передаточная функция. Амплитудно-частотная характеристика. Коэффициент динамичности. Реакция системы на периодическое воздействие. Метод Фурье. Реакция системы на произвольное воздействие. Метод спектральных представлений. Метод функции Грина. Реакция системы на поток ударных импульсов. Метод Дуффинга. Реакция системы на внезапное нагружение. Переходные колебания.

Колебания линейной системы при кинематическом воздействии. Составление уравнений движения. Реакция на импульсное кинематическое воздействие. Реакция на кинематическое гармоническое воздействие. Реакция на произвольное кинематическое воздействие. Метод спектральных представлений Фурье. Защита от вибрации. Коэффициент виброизоляции. Параметрические колебания.

Колебания нелинейных систем. Основные понятия. Свободные колебания. Точное решение. Амплитудно-частотная характеристика. Фазовая траектория. Приближенные методы анализа колебаний нелинейных систем. Метод прямой линеаризации. Метод гармонического баланса. Метод припасовывания. Вынужденные колебания. Автоколебания.

Тема 3. Колебания систем с конечным числом степеней свободы.

Введение. Составление уравнений движения. Свободные колебания. Собственные частоты и формы колебаний. Ортогональность собственных форм. Вынужденные колебания. Метод спектральных представлений Фурье: Метод главных координат. Метод функции Грина. Колебания систем при кинематическом воздействии.

Динамическая модель автомобиля. Вертикальные и продольные колебания. Приближенные методы анализа колебаний систем. Метод Релея. Метод Донкерлея. Метод Граммеля. Метод динамических податливостей. Метод конечных элементов.

Шестой семестр

Тема 4. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами.

Введение. Колебание стержня. Гипотезы и допущения. Свободные колебания стержня. Спектр собственных частот и форм колебаний. Ортогональность собственных форм. Вынужденные колебания стержня.

Крутильные колебания вала. Уравнение крутильных колебаний. Свободные колебания. Вынужденные колебания вала.

Изгибные колебания балки. Свободные колебания. Решение в форме функций А.Н. Крылова. Граничные и начальные условия. Определение частот и форм собственных колебаний. Ортогональность собственных форм колебаний. Вынужденные колебания балок.

Тема 5. Колебания колец

Введение. Колебания в плоскости кольца. Колебания перпендикулярные плоскости кольца.

Тема 6. Колебания пластин и оболочек.

Введение. Частоты и формы собственных колебаний пластин. Уравнение движения пластины постоянной толщины. Прямоугольная пластина постоянной толщины. Круглая пластина постоянной толщины. Применения метода Релея-Ритца к определению частот собственных колебаний пластин.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Пятый семестр

Практическое занятие №1 «Принцип Даламбера»
Практическое занятие №2 «Принцип возможных перемещений Лагранжа»
Практическое занятие №3 «Определение реакций в связях механической системы»
Практическое занятие №4 «Определение положений равновесия механической системы»
Практическое занятие №5 «Исследование положений равновесия на устойчивость»
Практическое занятие №6 «Определение собственных частот линейных систем с одной степенью свободы без демпфирования»
Практическое занятие №7 «Определение собственных частот линейных систем с одной степенью свободы с демпфированием»

Практическое занятие №8 «Вынужденные колебания линейных систем с одной степенью свободы при импульсном воздействии»

Практическое занятие №9 «Вынужденные колебания линейных систем с одной степенью свободы при гармоническом воздействии»

Шестой семестр

Практическое занятие №1 «Свободные колебания системы с двумя степенями свободы»

Практическое занятие №2 «Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы»

Практическое занятие №3 «Продольные колебания стержней»

Практическое занятие №4 «Вынужденные продольные колебания призматических стержней»

Практическое занятие №5 «Крутильные колебания валов»

Практическое занятие №6 «Изгибные колебания балок»

Практическое занятие №7 «Колебания балок переменного поперечного сечения»

Практическое занятие №8 «Колебания пластин»

Практическое занятие №9 «Колебания турбинных дисков»

3.4.2. Лабораторные работы

1. Исследование свободных колебаний системы с одной степенью свободы без сопротивления.
2. Исследование свободных колебаний системы с одной степенью свободы с сопротивлением.
3. Исследование вынужденных колебаний диссипативной системы с одной степенью свободы при силовом возбуждении.
4. Исследование вынужденных колебаний диссипативной системы с одной степенью свободы при кинематическом возбуждении.
5. Определение частоты свободных колебаний линейной системы с одной степенью свободы.
6. Определение частоты свободных колебаний упругой стойки с грузом.
7. Параметрические колебания обращенного маятника.
8. Исследования поперечных колебаний балки.
9. Определение собственных частот и собственных форм колебаний линейных систем с несколькими степенями свободы.
10. Определение собственных частот продольных колебаний стрежней.
11. Определение собственных частот крутильных колебаний валов.
12. Определение критических скоростей валов.
13. Определение собственных частот изгибных колебаний балок.

3.5 Тематика курсовых проектов

1. Исследование колебаний автомобиля.
2. Исследование колебаний трансмиссии автомобиля.
3. Исследование колебаний пространственных каркасов кабин транспортных средств.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок»

2. ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов»

4.2 Основная литература

1. Остроградский, М. В. Лекции по аналитической механике / М. В. Остроградский. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 288 с. — (Антология мысли).
URL: https://urait.ru/bcode/454229

2. Жуковский, Н. Е. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика : учебник для вузов / Н. Е. Жуковский ; под редакцией В. П. Ветчинкина, Н. Г. Чеботарева. — Москва : Издатель-ство Юрайт, 2020. — 462 с.
URL: https://urait.ru/bcode/453016

4.3 Дополнительная литература

1. Баев, В. К. Теория колебаний : учебное пособие для вузов / В. К. Баев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 348 с.
URL: https://urait.ru/bcode/494483

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Аналитическая динамика и теория колебаний (модуль 1)»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10664
2. Курс «Аналитическая динамика и теория колебаний (модуль 2)»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=16327

5. Материально-техническое обеспечение

- Специализированная лаборатория кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенная:
  1. Учебная испытательная машина МИ-40КУ
  2. Лабораторный комплекс ЛКСМ-1К
  3. Универсальный учебный комплекс по сопротивлению материалов СМ-1 (2 шт)
  4. Универсальный комплекс для проведения лабораторных работ СМ-2 (2 шт)
  5. Маятниковый копер МК-300
- Аудитории для практических занятий кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенные:
  1. Меловая доска
  2. Проектор
  3. Настенный экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Методика преподавания дисциплины «Аналитическая динамика и теория колебаний» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза с последующим расчетом и защитой;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;

- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;

- познакомится с видами учебной работы;

- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить

место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в форме письменного зачета с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует

делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Аналитическая динамика и теория колебаний»:

- выполнили и защитили три расчетно-графические работы в каждом семестре
- выполнили три промежуточных и один итоговый тест в каждом семестре
- выполнили и защитили лабораторные работы в каждом семестре

Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на

	новые, нестандартные ситуации
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.2 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Пятый семестр:

-Расчетно-графическая работа №1 «Колебания линейных систем с одной степенью свободы»

- Расчетно-графическая работа №2 «Колебания нелинейной упругой системы с одной степенью свободы».

- Расчетно-графическая работа №3 «Колебания линейных систем с несколькими степенями свободы».

- выполнение трех тестов по основным разделам дисциплины. Если в процессе выполнения теста студент, получает количество баллов меньшее, чем необходимо для зачета по тесту, то на промежуточной аттестации ему могут быть задан вопросы по теме теста.

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

- Расчет и защита лабораторных работ по курсу

Шестой семестр:

-Расчетно-графическая работа №4 «Продольные колебания стержня».

- Расчетно-графическая работа №5 «Крутильные колебания вала».

- Расчетно-графическая работа №6 «Поперечные колебания балки».

- выполнение трех тестов по основным разделам дисциплины. Если в процессе выполнения теста студент, получает количество баллов меньшее, чем необходимо для зачета по тесту, то на экзамене ему могут быть задан вопросы по теме теста.

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

- Расчет и защита лабораторных работ по курсу

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного зачета / экзамена с последующим собеседованием по материалам ответа. Для допуска к зачету / экзамену студенты должны верно выполнить и защитить три расчетно-графические работы, выполнить и защитить лабораторные работы, выполнить три промежуточных и один итоговый тест. Экзаменационный / зачетный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Список вопросов, выносимых на зачет выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет и решение задачи студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетно-графических работ, контрольных задач и зачетного билета:

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина «Аналитическая динамика и теория колебаний»
Направление 15.03.03 «Прикладная механика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Уравнение Лагранжа 2-ого рода.

2. Метод Фурье.

3. Задача

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 202__ г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Вопросы для экзамена (пятый семестр) (УК-1, ОПК-11):

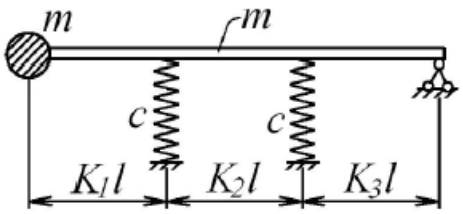
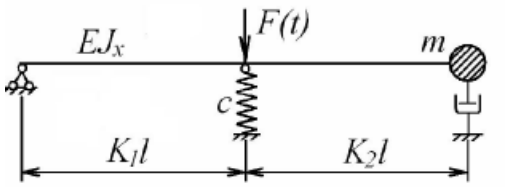
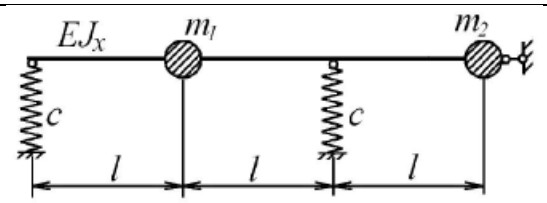
1. Основные понятия и положения аналитической динамики. Основные понятия.
2. Механическая система. Связи. Степень свободы.
3. Обобщенные координаты, скорости и ускорения. Обобщенные силы.
4. Возможные перемещения. Вариации. Консервативная система.
5. Дифференциальные и интегральные принципы механики: принцип Даламбера, принцип Лагранжа, принцип Даламбера-Лагранжа, принцип Гамильтона.
6. Уравнение Лагранжа 2-ого рода.
7. Введение в теорию малых колебаний. Критерии устойчивости.
8. Теорема Дирихле.
9. Критерий Сильвестра. Математическое представление внешних воздействий.
10. Классификация колебательных систем.
11. Колебания систем с одной степенью свободы. Составление уравнений движения.
12. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания линейной системы.
13. Колебания систем с одной степенью свободы. Графическое изображение колебаний.
14. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания с демпфированием. Виды трения.
15. Колебания систем с одной степенью свободы. Логарифмический декремент, его связь с коэффициентом вязкого сопротивления.
16. Вынужденные колебания линейной системы.
17. Уравнения движения в прямой и обратной формах. Реакция системы на импульсное силовое воздействие.
18. Функция Грина.
19. Реакция системы на гармоническое воздействие.
20. Передаточная функция. Амплитудно-частотная характеристика. Коэффициент динамичности.
21. Реакция системы на периодическое воздействие.
22. Метод Фурье.
23. Реакция системы на произвольное воздействие.
24. Метод спектральных представлений.
25. Метод функции Грина. Реакция системы на поток ударных импульсов. Метод Дуффинга.
26. Реакция системы на внезапное нагружение. Переходные колебания.
27. Колебания линейной системы при кинематическом воздействии. Составление уравнений движения.
28. Реакция на импульсное кинематическое воздействие. Реакция на кинематическое гармоническое воздействие.
29. Реакция на произвольное кинематическое воздействие.
30. Метод спектральных представлений Фурье.

Вопросы для экзамена (шестой семестр) (УК-1, ОПК-11):

1. Защита от вибрации. Коэффициент виброизоляции.
2. Параметрические колебания.
3. Колебания нелинейных систем.
4. Параметрические колебания. Свободные колебания. Точное решение.
5. Амплитудно-частотная характеристика.
6. Фазовая траектория.

7. Приближенные методы анализа колебаний нелинейных систем.
8. Метод прямой линеаризации.
9. Метод гармонического баланса.
10. Метод припасовывания.
11. Вынужденные колебания. Автоколебания.
12. Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Составление уравнений движения.
13. Свободные колебания. Собственные частоты и формы колебаний.
14. Ортогональность собственных форм. Вынужденные колебания.
15. Метод спектральных представлений Фурье: Метод главных координат. Метод функции Грина.
16. Колебания систем при кинематическом воздействии.
17. Динамическая модель автомобиля. Вертикальные и продольные колебания.
18. Приближенные методы анализа колебаний систем. Метод Релея. Метод Донкерлея.
19. Метод Граммеля. Метод динамических податливостей.
20. Метод конечных элементов.
21. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Гипотезы и допущения. Свободные колебания стержня.
22. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Спектр собственных частот и форм колебаний.
23. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Ортогональность собственных форм.
24. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Вынужденные колебания стержня.
25. Крутильные колебания вала.
26. Уравнение крутильных колебаний. Свободные колебания. Вынужденные колебания.
27. Изгибные колебания балки. Свободные колебания.
28. Решение в форме функций А.Н. Крылова. Граничные и начальные условия. Определение частот и форм собственных колебаний.
29. Ортогональность собственных форм колебаний: вынужденные колебания.
30. Колебания пластин. Частоты и формы собственных колебаний. Вынужденные колебания.

Пример экзаменационных задач
(УК-1, ОПК-11)

	Для заданной системы составить уравнение движения. Определить частоту собственных колебаний
	Составить уравнение движений вынужденных колебаний при гармоническом законе изменения силы
	Определить собственные формы свободных колебаний системы с двумя степенями свободы

Пример вопросов для проведения
устного опроса (собеседования) (УК-1, ОПК-11)

1. Что такое механическая система?
2. Что такое связь?
3. Возможные перемещения;
4. Консервативная система;
5. Принцип Даламбера;
6. Принцип Лагранжа;
7. Принцип Даламбера-Лагранжа;
8. Принцип Гамильтона.
9. Виды трения
10. Функция Грина
11. Амплитудно-частотная характеристика
12. Метод Фурье
13. Метод функции Грина
14. Метод Дуффинга
15. Теорема Дирихле
16. Критерий Сильвестра
17. Колебания систем с одной степенью свободы
18. Колебания нелинейных систем

19. Параметрические колебания
20. Метод прямой линеаризации
21. Метод гармонического баланса
22. Метод Релея
23. Метод Донкерлея
24. Метод Граммеля
25. Колебания стержневых систем
26. Вынужденные колебания стержня
27. Крутильные колебания вала
28. Изгибные колебания балки
29. Автоколебания
30. Метод спектральных представлений Фурье

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Аналитическая динамика и теория колебаний» для оценки компетенций (УК-1, ОПК-11)

Жесткий брус постоянного поперечного сечения, имеющий массу m и длину l, установлен на шарнирно неподвижной опоре и поддерживается двумя безынерционными пружинами с жесткостями c_1 и c_2 (рис. 1). Брус несет сосредоточенный груз массой m_1. Требуется:

1) рассматривая конструкцию как систему с одной степенью свободы без затухания, записать уравнение малых свободных колебаний относительно положения статического равновесия;

2) вычислить частоту собственных колебаний ω_0 для двух случаев:

а) с учетом массы сосредоточенного груза и бруса;

б) с учетом массы только сосредоточенного груза (массой бруса пренебречь);

3) оценить расхождения полученных результатов собственных частот в п. 2.

Исходные данные для задания выбираются исходя из индивидуального варианта

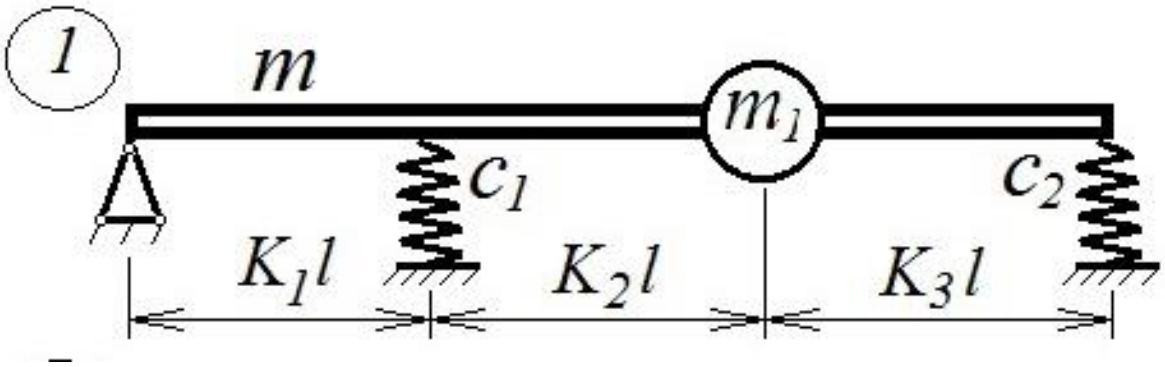


Рис.1

Пример задания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Аналитическая динамика и теория колебаний»
для оценки компетенций (УК-1, ОПК-11)

Для заданного транспортного средства (рис. 1) требуется:
1) Составить дифференциальные уравнения вертикальных и угловых колебаний в продольно-вертикальной плоскости, являющейся плоскостью симметрии машины;
2) Найти условие, при котором вертикальные колебания передней и задней подвесок становятся независимыми;
3) Принимая справедливым условие независимости вертикальных и угловых колебаний (см. п. 2), построить одномассовую или двухмассовую эквивалентную динамическую схему системы подрессоривания машины и соответствующую ей математическую модель, на основе которой провести расчеты по нижеследующим пунктам;
4) Определить циклическую частоту собственных колебаний и передаточные функции от внешнего воздействия к перемещениям, скоростям, ускорениям и силам инерции подрессоренной массы;
5). Найти реакцию системы на единичное импульсное нагружение;
6). Определить установившийся закон движения системы при гармоническом воздействии. Построить амплитудно-частотные характеристики.

Исходные данные выбираются исходя из индивидуального варианта

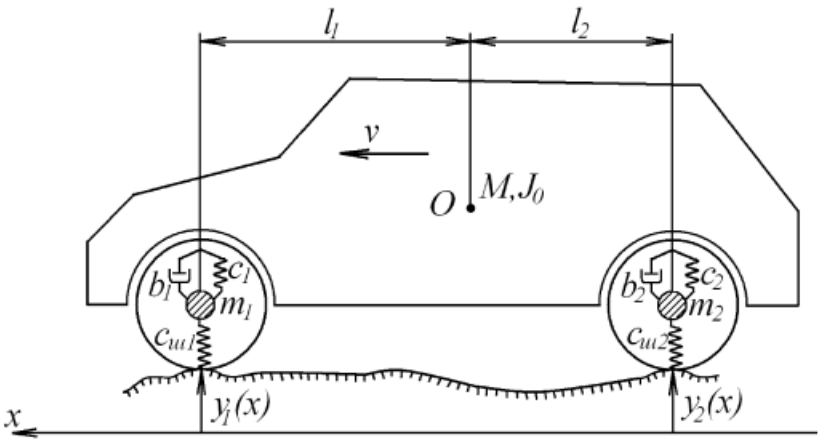


Рис. 1 Схема