

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Аналитическая динамика и теория колебаний**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В.
Меркурьев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности
2. ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 1. Вычисление собственной частоты системы с одной степенью свободы (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 2. Уравнения свободных и вынужденных колебаний (Контрольная работа)
6. Тест 1. Методы динамического расчета механических систем. (Тестирование)
7. Тест 2. Колебания механических систем (Тестирование)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основные понятия аналитической механики					
Предмет аналитической механики	+				
Общее уравнение динамики	+				
Обобщенные координаты и обобщенные скорости	+				
Вариационный принцип Гамильтона – Остроградского	+				

Составление уравнений движения механических систем	+			
Линейная теория колебаний				
Вывод уравнений колебаний		+	+	
Решение уравнения малых свободных колебаний консервативной системы.			+	
Вынужденные колебания				
Установившиеся вынужденные колебания		+		+
Неустановившиеся вынужденные колебания		+		+
Методы борьбы с вибрацией		+		
Вес КМ:	25	25	25	25

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	12
Теория устойчивости движения				
Понятие устойчивости движения			+	
Основные теоремы и критерии устойчивости		+	+	
Параметрические колебания		+		
Нелинейные колебания				
Нелинейные колебательные системы		+		+
Методы теории нелинейных колебаний		+		+
Вес КМ:		30	35	35

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Отыскание закона движения системы		+			
Нахождение закона движения системы		+			
Составление уравнений Лагранжа второго рода			+		

Вывод линеаризованных уравнений движения		+		
Исследование колебаний системы с одной степенью свободы		+		
Исследование свободных колебаний системы с двумя степенями свободы		+	+	
Исследование вынужденных колебаний системы с двумя степенями свободы			+	+
Изучение неустановившихся колебаний				+
Вес КМ:	25	25	25	25

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	9	13
Исследование устойчивости движения прямым методом Ляпунова		+		
Выделение области устойчивости на плоскости параметров		+		
Исследование параметрических колебаний линейной системы с одной степенью свободы			+	
Построение траекторий движения кусочно-линейной системы на фазовой плоскости			+	
Исследование свободных колебаний в кусочно-линейной системе				+
Исследование свободных колебаний в нелинейной системе				+
Изучение вынужденных колебаний в нелинейной системе				+
Вес КМ:		25	35	40

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	Знать: основные понятия и теоремы аналитической механики Уметь: выводить уравнения движения механических систем и находить законы их движения	Тест 1. Методы динамического расчета механических систем. (Тестирование) Контрольная работа № 2. Уравнения свободных и вынужденных колебаний (Контрольная работа)
ПК-12	ПК-12(Компетенция)	Знать: основные понятия устойчивости движения, теоремы и критерии устойчивости основы нелинейной теории колебаний, классификацию и методы решения нелинейных динамических задач основные понятия, теоремы и методы линейной теории колебаний Уметь: выводить уравнения	Тест 2. Колебания механических систем (Тестирование) Контрольная работа № 1. Вычисление собственной частоты системы с одной степенью свободы (Контрольная работа) КМ-1Контрольная работа №1 (Контрольная работа) КМ-2Контрольная работа №2 (Контрольная работа) КМ-3Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

		вынужденных колебаний, применять методы расчета на вынужденные колебания машин и конструкций исследовать устойчивость движения механических систем применять методы решения нелинейных задач динамики машин и конструкций выводить уравнения свободных колебаний, применять методы расчета на собственные колебания машин и конструкций	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

5 семестр

КМ-1. Тест 1. Методы динамического расчета механических систем.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Индивидуальные задания по билетам

Краткое содержание задания:

Дать ответы на предложенные тестовые вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные понятия и теоремы аналитической механики	1.Перечислите типы связей механической системы 2.Как вводятся обобщенные координаты?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Тест 2. Колебания механических систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Индивидуальные задания по билетам

Краткое содержание задания:

Дать ответы на варианты тестовых вопросов

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные понятия, теоремы и методы линейной теории колебаний	1.Какая система называется консервативной? 2.Какие колебания называются свободными? 3.Что такое частоты и формы собственных колебаний?
Уметь: выводить уравнения вынужденных колебаний, применять методы расчета на вынужденные колебания машин и конструкций	1.Из какого уравнения находятся формы колебаний?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Контрольная работа № 1. Вычисление собственной частоты системы с одной степенью свободы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Индивидуальны задания по предложенным билетам

Краткое содержание задания:

Дать решение предложенной задачи

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные понятия, теоремы и методы линейной теории колебаний	1.Что такое собственная частота?
Уметь: выводить уравнения свободных колебаний, применять методы расчета на собственные колебания машин и конструкций	1.Как находится собственная форма колебаний?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Контрольная работа № 2. Уравнения свободных и вынужденных колебаний

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Решение задач по индивидуальным билетам

Краткое содержание задания:

Привести решение предложенных задач

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выводить уравнения движения механических систем и находить законы их движения	1.Каким условиям удовлетворяют формы колебаний?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

6 семестр

КМ-1. КМ-1Контрольная работа №1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Решение задач по билетам

Краткое содержание задания:

Дать решение задачи

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы нелинейной теории колебаний, классификацию и методы решения нелинейных динамических задач	1.Дайте определение устойчивости по Ляпунову
Уметь: исследовать устойчивость движения механических систем	1.Сформулируйте условия существования предельных циклов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. КМ-2 Контрольная работа №2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Решение задачи по билетам

Краткое содержание задания:

Дать решение предложенной задачи

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные понятия устойчивости движения, теоремы и критерии устойчивости	1.Сформулируйте теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости движения
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. КМ-3 Контрольная работа №3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Решение задач по индивидуальным билетам

Краткое содержание задания:

Дать решение предложенной задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять методы решения нелинейных задач динамики машин и конструкций	1.Как выглядят амплитудно-частотные кривые для уравнения Дуффинга без демпфирования?.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

Для курсового проекта/работы

5 семестр

I. Описание КП/КР

Колебания линейных систем с сосредоточенными параметрами

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Используя одну из общих теорем динамики, составить уравнение движения для заданной механической системы. Определить закон движения для выбранных начальных условий. Построить графики изменения во времени обобщенной координаты, скорости и ускорения.

Тематика КП/КР:

Задание 1. Отыскание закона движения систем Задание 2. Нахождение закона движения системы Задание 3. Составление уравнений Лагранжа второго рода Задание 4. Вывод линеаризованных уравнений движения Задание 5. Исследование колебаний системы с одной степенью свободы Задание 6. Исследование свободных колебаний системы с двумя степенями свободы Задание 7. Исследование вынужденных колебаний системы с двумя степенями свободы Задание 8. Изучение неустановившихся колебаний

КМ-1. Контроль графика и оценка выполнения задач 1, 2 курсового проекта

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. Контроль графика и оценка выполнения задач 2, 3 курсового проекта

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Контроль графика и оценка выполнения задач 4, 5 курсового проекта

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Контроль графика и оценка выполнения задач 6,7,8 курсового проекта

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

6 семестр

I. Описание КП/КР

Колебания нелинейных систем и исследование устойчивости

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Для механической системы, движение которой описывается системой нелинейных уравнений, составить уравнения в вариациях и исследовать устойчивость по первому приближению

Тематика КП/КР:

Задание 1. Исследование устойчивости движения прямым методом Ляпунова
Задание 2. Выделение области устойчивости на плоскости параметров
Задание 3. Исследование параметрических колебаний линейной системы с одной степенью свободы
Задание 4. Построение траекторий движения кусочно-линейной системы на фазовой плоскости
Задание 5. Исследование свободных колебаний в кусочно-линейной системе
Задание 6. Исследование свободных колебаний в нелинейной системе
Задание 7. Изучение вынужденных колебаний в нелинейной системе

КМ-1. КМ-1 Оценка выполнения заданий №1 и №2 КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. КМ-2 Оценка выполнения заданий №3 и №4 КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. КМ-3 Оценка выполнения заданий №5 и №6 КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Вывод уравнений малых свободных колебаний консервативной системы из принципа Даламбера.
2. Применение метода комплексных амплитуд при анализе установившихся вынужденных колебаний линейных диссипативных систем.
3. Какова должна быть длительность прямоугольного импульса, действующего на систему с одной степенью свободы без диссипации чтобы по окончании действия этого импульса система находилась в состоянии покоя?

Процедура проведения

Подготовка в течение 1,5 часа с последующим опросом

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ПК-2(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Что такое амплитудно-частотная характеристика?
- 2.Что определяет интеграл Дюамеля?
- 3.Для чего вводятся динамические гасители колебаний?

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Какое из утверждений не является истинным? Обобщенные координаты называются циклическими, если:

Ответы:

- а) они не входят в выражение для функции Лагранжа; б) движение в направлении этих координат происходит с постоянной скоростью; в) обобщенный импульс в направлении этих координат не зависит от времени; г) они входят в выражение для функции Лагранжа

Верный ответ: г)

- 2.. Какое из приведенных определений является справедливым? Связь называется идеальной, если

Ответы:

- а) ее реакция не совершает работу на виртуальном перемещении; б) ее уравнение задается в виде неравенства; в) она является геометрической или интегрируемой кинематической; г) время не входит явно в уравнение связи.

Верный ответ: а)

2. Компетенция/Индикатор: ПК-12(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Дайте определение главных координат
- 2.Как связаны парциальные и собственные частоты?
- 3.Дайте определение логарифмического декремента колебаний

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое из приведенных определений является справедливым? Связь называется стационарной, если

Ответы:

а) ее реакция не совершает работу на виртуальном перемещении; б) время не входит явно в уравнение связи; в) она является геометрической или интегрируемой кинематической; г) ее уравнение задается в виде неравенства.

Верный ответ: б)

2. Какое из условий не удовлетворяет существованию вариаций по Гамильтону:

Ответы:

а) малость; б) дифференцируемость по времени; в) несовпадение истинных и смежных движений в начале и в конце временного отрезка; г) совместимость со связями; д) переставимость операций варьирования и дифференцирования; е) изохронность.

Верный ответ: в)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня нет ответов

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Применение метода функций Ляпунова к исследованию устойчивости равновесия консервативных систем. Теорема Лагранжа - Дирихле.
2. Методы осреднения для исследования неустановившихся колебаний нелинейных систем. Метод Ван-дер-Поля.

Процедура проведения

Подготовка в течение 1,5 часа с последующим опросом

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня нет ответов

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

5 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Решение дополнительной задачи

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня нет ответов

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

6 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Решение дополнительной задачи и ответы на вопросы

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня нет ответов

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.