

**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
Динамика машин**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Радин В.П.
	Идентификатор	R55a0851f-RadinVP-d56deff3

(подпись)


В.П. Радин

(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. ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
ИД-1 Способен участвовать во внедрении и освоении нового оборудования и элементов конструкций в части обеспечения прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и безопасности
2. ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
ИД-3 Определяет и проводит анализ параметров напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, в том числе с применением собственноручно разработанных программных кодов
3. ПК-1 Готов участвовать в расчетах с элементами научных исследований деталей машин, узлов и конструкций с целью обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности
ИД-1 Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности
ИД-2 Способен проводить проектные и/или проверочные расчеты объектов профессиональной деятельности на статические и/или динамические нагрузки

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Заключительная контрольная работа (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 1. Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 1. Расчет установившихся вынужденных колебаний стержней без учета демпфирования (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 2. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержней (Контрольная работа)
5. Контрольная работа 2. Применение метода разложения по формам собственных колебаний для расчета вынужденных колебаний (Контрольная работа)
6. Контрольная работа 3. Определение собственных частот и форм упругих систем (Контрольная работа)
7. Тест 1. Энергетический метод Релея для определения низшей собственной частоты (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %
-------------------	---------------------------------

	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Вариационный вывод уравнений колебаний для упругих тел					
Принцип Гамильтона-Остроградского для упругого тела				+	+
Уравнение продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней	+	+	+	+	+
Общие свойства спектров собственных колебаний					
Общие свойства спектров собственных колебаний				+	+
Методы определения собственных частот и форм собственных колебаний					
Методы определения собственных частот и форм собственных колебаний	+	+	+	+	+
Собственные колебания стержней, пластин и оболочек					
Собственные колебания стержней постоянного поперечного сечения	+	+	+	+	+
Собственные колебания пластин				+	+
Собственные колебания оболочек				+	+
Распространение волн в упругих телах					
Распространение волн в упругих телах				+	+
Вес КМ:		25	25	25	25

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	12
Учет диссипации энергии при колебаниях упругих систем				
Учет диссипации энергии при колебаниях упругих систем				+
Вынужденные колебания упругих систем				
Установившиеся колебания		+	+	+
Неустановившиеся колебания				+
Поперечные колебания роторных систем				
Поперечные колебания роторных систем				+
Колебания упругих систем под действием подвижных и ударных нагрузок				

Колебания упругих систем под действием подвижных нагрузок			+
Колебания упругих систем под действием ударных нагрузок			+
Параметрические колебания упругих систем			
Параметрические колебания упругих систем			+
Вес КМ:	25	25	50

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Для заданной системы записать уравнения движения, кинематические и динамические граничные условия		+			
Применить метод конечных элементов для отыскания собственных частот и форм заданной системы			+		
Методом начальных параметров составить частотное уравнение и определить низшие собственные частоты и формы				+	
Провести необходимые вычисления и сравнить результаты определения низших собственных частот и форм различными методами					+
Вес КМ:		10	30	40	20

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	12
Определение собственных частот и форм заданной механической системы		+	
Определение обобщенных сил и составление уравнения вынужденных колебаний			+
Разработка программы вычислений стационарной реакции системы на периодическое воздействие			+
Построение амплитудно-частотной характеристики для заданного сечения			+
Вес КМ:		40	60

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
ОПК-9	ИД-1 _{ОПК-9} Способен участвовать во внедрении и освоении нового оборудования и элементов конструкций в части обеспечения прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и безопасности	Знать: методы определения характеристик собственных колебаний машин, приборов и аппаратуры Уметь: применять методы расчета собственных колебаний машин и конструкций	Контрольная работа 1. Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней (Контрольная работа) Контрольная работа 2. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержней (Контрольная работа) Тест 1. Энергетический метод Релея для определения низшей собственной частоты (Тестирование) Контрольная работа 3. Определение собственных частот и форм упругих систем (Контрольная работа)
ОПК-11	ИД-3 _{ОПК-11} Определяет и проводит анализ параметров напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, в том числе с применением собственноручно разработанных программных кодов	Знать: методы определения реакции машин и конструкций на различные динамические воздействия с использованием современных вычислительных методов и вычислительных машин Уметь: применять аналитические и численные методы, а также программные комплексы для динамических расчетов	Контрольная работа 1. Расчет установившихся вынужденных колебаний стержней без учета демпфирования (Контрольная работа) Контрольная работа 2. Применение метода разложения по формам собственных колебаний для расчета вынужденных колебаний (Контрольная работа) Заключительная контрольная работа (Контрольная работа)

			машин и конструкций	
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} разработать модель профессиональной деятельности	Способен расчетную модель объекта	Знать: методы создания математических моделей колебательных механических систем Уметь: разработать математическую модель колебательной механической системы	Контрольная работа 1. Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней (Контрольная работа) Контрольная работа 2. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержней (Контрольная работа) Тест 1. Энергетический метод Релея для определения низшей собственной частоты (Тестирование) Контрольная работа 3. Определение собственных частот и форм упругих систем (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} проводить и/или расчеты профессиональной деятельности на статические динамические нагрузки	Способен проектные проверочные объекты на и/или	Знать: методы расчета вынужденных колебаний технических объектов Уметь: проводить расчет вынужденных колебаний технических объектов	Контрольная работа 1. Расчет установившихся вынужденных колебаний стержней без учета демпфирования (Контрольная работа) Контрольная работа 2. Применение метода разложения по формам собственных колебаний для расчета вынужденных колебаний (Контрольная работа) Заключительная контрольная работа (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

КМ-1. Контрольная работа 1. Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

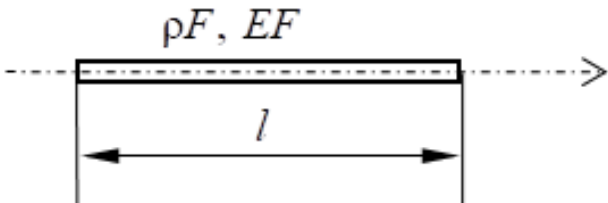
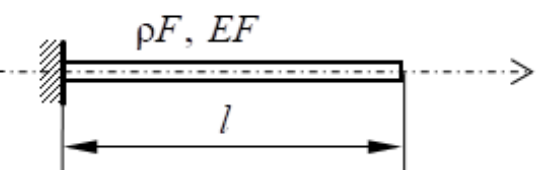
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме “Собственные продольные колебания стержней”

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять методы расчета собственных колебаний машин и конструкций</p>	<p>1. Определить собственные частоты и формы продольных колебаний</p> 
<p>Уметь: разработать математическую модель колебательной системы</p>	<p>1. Определить собственные частоты и формы продольных колебаний</p> 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

КМ-2. Контрольная работа 2. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержней

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

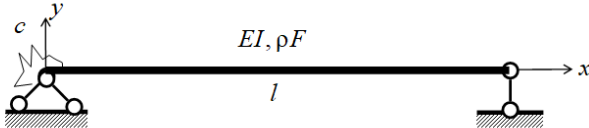
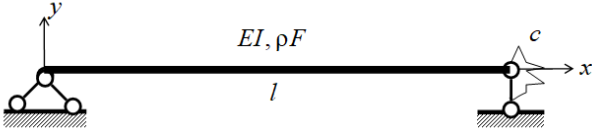
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме "Собственные изгибные колебания стержней"

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять методы расчета собственных колебаний машин и конструкций	1. Получить уравнение собственных частот изгибных колебаний 
Уметь: разработать математическую модель колебательной системы	1. Получить уравнение собственных частот изгибных колебаний 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

КМ-3. Тест 1. Энергетический метод Релея для определения низшей собственной частоты

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Для расчетных схем, представленных в таблице 1, подобрать соответствующую функцию из таблицы 2 и оценить низшую собственную частоту по формуле Релея-Ритца

Контрольные вопросы/задания:

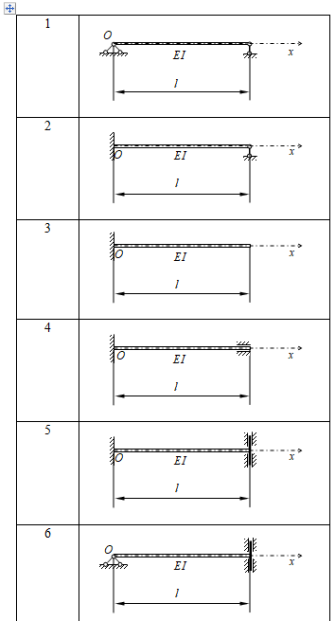
<p>Знать: методы определения характеристик собственных колебаний машин, приборов и аппаратуры</p>	<p>1. В каких случаях можно получить точные значения для собственных частот и точные выражения для форм собственных колебаний?</p>
<p>Знать: методы создания математических моделей колебательных механических систем</p>	<p>1. Какую оценку для основной собственной частоты дает формула Релея?</p>
<p>Уметь: применять методы расчета собственных колебаний машин и конструкций</p>	<p>1. Для расчетных схем, представленных в таблице 1, подобрать соответствующую функцию из таблицы 2 и оценить низшую собственную частоту по формуле Релея-Ритца</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">Таблица 1</div> 

		Таблица 2
1	$w(x) = f \cdot \sin\left(\frac{\pi x}{2l}\right)$	
2	$w(x) = f \left(1 - \cos\frac{2\pi x}{l}\right)$	
3	$w(x) = f \sin\frac{\pi x}{l}$	
4	$w(x) = f \left(1 - \cos\frac{\pi x}{2l}\right)$	
5	$w(x) = f \cdot x^2 \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$	
6	$w(x) = f \left(1 - \cos\frac{\pi x}{l}\right)$	

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты

КМ-4. Контрольная работа 3. Определение собственных частот и форм упругих систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

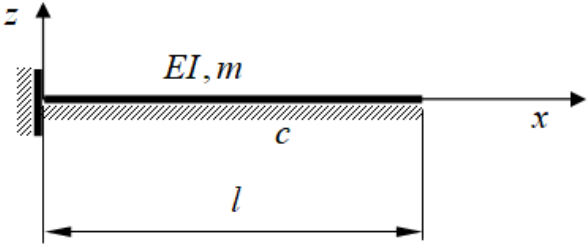
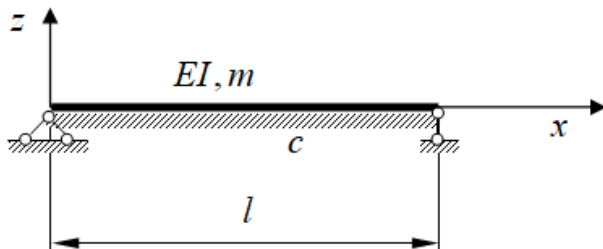
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу по теме “Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержней на упругом основании”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы определения характеристик собственных колебаний машин, приборов и аппаратуры	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каком случае при колебаниях прямоугольных пластин с граничными условиями Навье могут быть кратные частоты? 2. Какими свойствами обладают продольные и поперечные волны в неограниченной изотропной
--	--

<p>Уметь: применять методы расчета собственных колебаний машин и конструкций</p>	<p>упругой среде? 1.Получить уравнение собственных частот</p> 
<p>Уметь: разработать математическую модель колебательной механической системы</p>	<p>1.Получить уравнение собственных частот</p> 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

8 семестр

КМ-5. Контрольная работа 1. Расчет установившихся вынужденных колебаний стержней без учета демпфирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

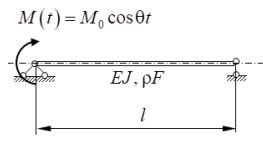
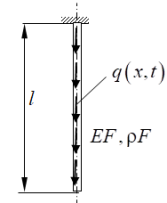
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

необходимо решить предложенную задачу

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять аналитические и численные методы, а также программные комплексы для динамических расчетов машин и конструкций</p>	 <p>1.</p>	<p>Найти закон изменения угла поворота правого сечения шарнирно опертого стержня в режиме установившихся колебаний, если на левом конце стержня приложен сосредоточенный изгибающий момент, изменяющийся по закону $M(t) = M_0 \cos \theta t$. Применить метод непосредственного интегрирования уравнения движения.</p>
<p>Уметь: проводить расчет вынужденных колебаний технических объектов</p>	 <p>1.</p>	<p>Найти закон движения сечения стержня в режиме установившихся колебаний при $x = l$, если жесткость на растяжение поперечных сечений – EF, погонная масса – ρF, динамическая нагрузка интенсивностью $q(x, t) = q_0 \sin \frac{\pi x}{2l} \cos \theta t$. Применить метод непосредственного интегрирования уравнения движения</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

КМ-6. Контрольная работа 2. Применение метода разложения по формам собственных колебаний для расчета вынужденных колебаний

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

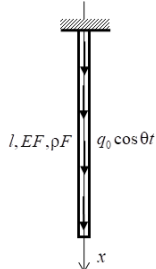
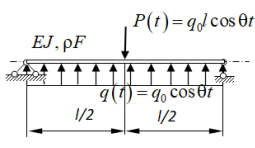
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять аналитические и численные методы, а также программные комплексы для динамических расчетов машин и конструкций</p>	 <p>1.</p>	<p>Определить установившуюся реакцию системы на периодическое воздействие без учета демпфирования, используя метод разложения по формам собственных колебаний</p>
<p>Уметь: проводить расчет вынужденных колебаний технических объектов</p>	 <p>1.</p>	<p>Методом разложения по собственным формам построить решение задачи об установившихся вынужденных колебаниях шарнирно опертого стержня с изгибной жесткостью EJ и погонной массой rho F при действии сосредоточенной силы P(t) и распределенной нагрузки q(t)</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

КМ-7. Заключительная контрольная работа

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

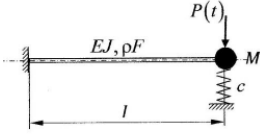
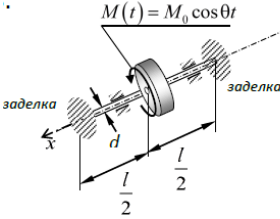
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, время на выполнение 45 минут

Краткое содержание задания:

Необходимо решить предложенную задачу

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: методы определения реакции машин и конструкций на различные динамические воздействия с использованием современных вычислительных методов и вычислительных машин</p>	<p>1. В чем суть теории Флоке?</p>
<p>Знать: методы расчета</p>	<p>1. В чем суть задачи о действии подвижной</p>

<p>вынужденных колебаний технических объектов</p>	<p>безинерционной нагрузки на балку с распределенной массой?</p> <p>2.Опишите квазистатический подход для определения критических скоростей вращающихся валов</p> <p>3.Каковы методы учета рассеяния энергии при колебаниях?</p>
<p>Уметь: применять аналитические и численные методы, а также программные комплексы для динамических расчетов машин и конструкций</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Методом начальных параметров построить решение задачи об установившихся вынужденных изгибных колебаниях консольного стержня с изгибной жесткостью EJ и погонной массой ρF, несущего на свободном конце сосредоточенную массу $M = \rho Fl$, опирающуюся на пружину жесткостью $c = \frac{3EI}{l^3}$ при силовом воздействии $P(t) = P_0 \cos \theta t$.</p> </div> </div> <p>1.</p>
<p>Уметь: проводить расчет вынужденных колебаний технических объектов</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Получить решение задачи об установившихся вынужденных крутильных колебаниях стержня с диском. Стержень зашпелен по концам. К диску приложен момент, изменяющийся по закону $M(t) = M_0 \cos \theta t$. Момент инерции диска $J_{\text{диск}} = \rho l I_p$ – где I_p – полярный момент инерции поперечного сечения вала, ρ – плотность материала диска и вала, G – модуль сдвига материала вала. Диск считать абсолютно жестким. Рассмотреть два крайних случая, когда $J_{\text{диск}} \gg \rho l I_p$ и $J_{\text{диск}} \rightarrow 0$.</p> </div> </div> <p>1.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если приведена правильная постановка задачи, указан верный ход решения, но отсутствует верный конечный результат

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если приведена правильная постановка задачи, но есть ошибки в ходе решения и отсутствует конечный результат

Для курсового проекта/работы

7 семестр

I. Описание КП/КР

Курсовой проект в седьмом семестре по дисциплине «Динамика машин» посвящен решению задачи об определении собственных частот и форм стержневой системы с распределенными параметрами и включающей некоторые сосредоточенные массы и упругие элементы.

Предлагается рассмотреть три метода определения собственных частот и форм системы, используемые в практических динамических расчетах машин и конструкций: прямое решение частотного уравнения, полученного из условия нетривиальности решения однородных уравнения собственных колебаний, использование метода начальных параметров и метода конечных элементов. Все вычисления и графическое представление результатов вычислений проводится с использованием стандартных функций и процедур вычислительной системы Matlab. При использовании метода конечных элементов исследуется зависимость точности вычисления собственных частот от числа конечных элементов.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Для заданной расчетной схемы требуется:

1. Записать уравнения собственных колебаний, граничные условия и условия стыковки решений.
2. Определить 5 низших собственных частот и форм системы прямым методом расчета с использованием системы Matlab.
3. Найти способ проверки правильности вычислений.
4. Применить для определения низших частот и форм метод начальных параметров.
5. Для случаев деления системы на 2, 4, 6 и 8 конечных элементов вычислить низшие частоты и сравнить их с точными значениями.
6. Для 4 конечных элементов построить низшие собственные формы

Тематика КП/КР:

Собственные колебания упругих систем

КМ-1. Проверка выполнения раздела 1

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено с существенными ошибками

КМ-2. Проверка выполнения раздела 2

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено с существенными ошибками

КМ-3. Проверка выполнения раздела 3

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено с существенными ошибками

КМ-4. Проверка выполнения раздела 4

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено с существенными ошибками

8 семестр

I. Описание КП/КР

Цель курсовой работы состоит в освоении и закреплении методов решения основных задач динамического расчета механических систем, а именно определение характеристик собственных колебаний достаточно сложных стержневых систем и анализ установившихся вынужденных колебаний при гармонических силовых и кинематических воздействиях.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Для заданной расчетной схемы некоторой механической системы и вида внешнего гармонического воздействия с использованием системы инженерных и научных расчетов Matlab провести исследование установившихся вынужденных колебаний, а именно:

1. Определить низшие (не менее 4-х) собственные частоты и соответствующие им собственные формы.
2. Согласно методу разложения решения по формам собственных колебаний определить матричное уравнение относительно обобщенных координат и вектор обобщенных сил.
3. Определить и построить зависимость обобщенных координат от частоты внешнего воздействия.
4. Для характерного сечения системы при выбранных значениях характеристик внутреннего и внешнего трения построить амплитудно-частотную характеристику.

Тематика КП/КР:

Вынужденные колебания упругих систем

КМ-1. Проверка выполнения 1 раздела

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено со значительными ошибками

КМ-2. Проверка выполнения 2,3,4 раздела

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено со значительными ошибками

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ МЭИ	Экзаменационный билет № 1	Утверждено: Зав. кафедрой « ____ » _____ 2019 г.
	Кафедра робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин	
	Дисциплина: Динамика машин	
Институт энергомашиностроения и механики		

1. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для упругого тела. Динамические уравнения теории упругости.

2. Метод начальных параметров в задаче об изгибных колебаниях стержней .

3. Задача.

Процедура проведения

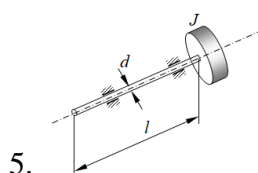
Проводится в устной и письменной форме по билетам в виде подготовки развернутого ответа на устные вопросы и решения задачи в письменном виде. Время на выполнение экзаменационного задания и подготовку ответа – 90 минут

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

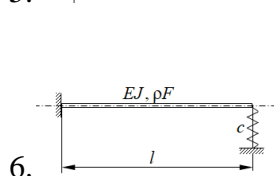
1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-9} Способен участвовать во внедрении и освоении нового оборудования и элементов конструкций в части обеспечения прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и безопасности

Вопросы, задания

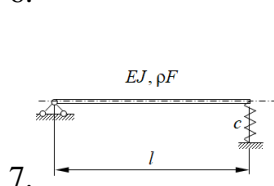
1. Вариационный вывод уравнений колебаний и естественных граничных условий для одномерных систем. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней
2. Влияние осевых усилий на собственные изгибные колебания стержней
3. Плотность собственных частот пластин (на примере пластины, опертой по контуру)
4. Минимальное свойство низшей собственной частоты. Теоремы сравнения



Получить уравнение собственных частот крутильных колебаний вала с закрепленным на конце жестким диском. Момент инерции диска $J = \rho I_p$, где I_p – полярный момент инерции поперечного сечения вала, плотность материала вала – ρ , модуль сдвига – G . Найти асимптотическое значение для высших собственных частот.



Используя метод начальных параметров, составить уравнение для определения собственных частот изгибных колебаний стержня. Жесткость пружины $c = \frac{EJ}{l^3}$, где EJ – изгибная жесткость сечений стержня, l – его длина.



Используя метод начальных параметров составить уравнение для определения собственных частот изгибных колебаний стержня, левый конец которого шарнирно оперт, а правый опирается на пружину. Принять жесткость пружины равной $c = \frac{EJ}{l^3}$

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Собственные формы колебаний распределенных систем образуют полную, ортогональную, нормированную систему функций. Какое из этих определений является необязательным?

Ответы:

1. Полная система 2. Ортогональная система 3. Нормированная система

Верный ответ: 3

2. Какую оценку для низшей собственной частоты дает формула Релея?

Ответы:

1. Оценку сверху 2. Оценку снизу 3. Оценка зависит от выбора

Верный ответ: 1

3. Если известна некоторая собственная форма упругой системы, как определить соответствующую ей собственную частоту?

Ответы:

1. Использованием уравнения собственных колебаний 2. По формуле Релея

3. Использованием уравнения собственных колебаний и граничных условий.

Верный ответ: 2

4. Чем определяется положительность собственных форм колебаний упругой системы?

Ответы:

1. Симметричностью упругого и инерционного операторов 2. Ортогональностью форм собственных колебаний 3. Положительной определенностью упругого и инерционного операторов.

Верный ответ: 3

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3опк-11 Определяет и проводит анализ параметров напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, в том числе с применением собственноручно разработанных программных кодов

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Каким граничным условиям должны удовлетворять функции, аппроксимирующие собственные формы, в методе Бубнова-Галеркина?

Ответы:

1. Динамическим и кинематическим граничным условиям 2. Только кинематическим и условиям полноты 3. Только динамическим граничным условиям.

Верный ответ: 1

2. К какой математической задаче приводят методы Ритца и метод Бубнова-Галеркина при определении спектра собственных колебаний упругой системы?

Ответы:

1. К однородной краевой задаче на собственные значения и собственные функции 2. К решению трансцендентного уравнения для определения собственных частот 3. К обобщенной алгебраической задаче на собственные значения

Верный ответ: 3

3. Какие параметры связывает между собой дисперсионное уравнение в теории распространения волн в упругих телах?

Ответы:

1. Фазовую и групповую скорость 2. Волновое число и групповую скорость 3. Волновое число и круговую частоту в гармонической волне

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Уточненная теория изгибных колебаний стержней. Уравнение колебаний балки Тимошенко
2. Колебания круговых и кольцевых пластин
3. Осесимметричные и преимущественно изгибные колебания цилиндрических оболочек

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие отличия в уравнениях собственных колебаний систем с сосредоточенными параметрами и систем с распределенными параметрами?

Ответы:

1. Совпадают во всех случаях 2. Уравнения для систем с конечным числом степеней свободы - системы обыкновенных дифференциальных уравнений, а для распределенных систем – уравнение в частных производных 3. Совпадают для одномерных систем.

Верный ответ: 2

2. Как влияет сжимающее продольное усилие на величину собственных изгибных колебаний прямолинейных стержней?

Ответы:

1. Оставляет без изменения 2. Уменьшает 3. Увеличивает

Верный ответ: 2

3. Какими особенностями не свойственными прямолинейным стержням, обладают спектры собственных частот оболочек?

Ответы:

1. Собственные частоты могут быть кратными 2. Низшие частоты не всегда соответствуют простейшим формам колебаний 3. Спектр собственных частот оболочек ограничен сверху

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Отлично» выставляется студенту, правильно решившему задачу и показавшему при ответе на теоретические вопросы экзаменационного билета и на дополнительные во-просы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Хорошо» выставляется студенту, правильно решившему задачу и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные во-просы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который при решении задачи и в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь решения задачи или по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

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.

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ МЭИ	Экзаменационный билет № 1	Утверждено:
	Кафедра робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин	Зав. кафедрой
	Дисциплина: Динамика машин, часть 2	
	Институт энергомашиностроения и механики	« ____ » _____ 2018 г.
1. Учет диссипации энергии при колебаниях упругих систем. Природа диссипации энергии в упругих системах. Характеристики рассеяния энергии. 2. Вывод уравнений колебаний упругого вала с симметрично расположенным диском. Критические скорости вращения вала. 3. Задача.		

Процедура проведения

Проводится в устной и письменной форме по билетам в виде подготовки развернутого ответа на устные вопросы и решения задачи в письменном виде. Время на выполнение экзаменационного задания и подготовку ответа – 90 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1опк-9 Способен участвовать во внедрении и освоении нового оборудования и элементов конструкций в части обеспечения прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и безопасности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое влияние оказывают гироскопические силы на первую собственную частоту изгибных колебаний роторной системы?

Ответы:

1. Гироскопические силы не влияют на собственные частоты изгибных колебаний роторной системы
2. Гироскопические силы снижают первую собственную частоту изгибных колебаний роторной системы
3. Гироскопические силы повышают первую собственную частоту изгибных колебаний роторной системы

Верный ответ: 2

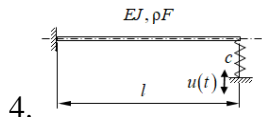
2. Компетенция/Индикатор: ИД-3опк-11 Определяет и проводит анализ параметров напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, в том числе с применением собственноручно разработанных программных кодов

Вопросы, задания

1. Методы учета рассеяния энергии при колебаниях. Внешнее трение при колебаниях упругих систем (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний)

2. Вынужденные колебания упругих систем. Установившиеся колебания под действием периодических сил. Решения, получаемые в замкнутой форме

3. Вынужденные колебания упругих систем. Представление решения в виде разложения по формам собственных колебаний



Найти решение задачи об установившихся вынужденных изгибных колебаниях стержня, левый конец которого жестко зашпемлен, а левый с помощью пружины жесткостью $c = \frac{3EI}{l^3}$ связан с основанием, колеблющемся по закону $u(t) = f \cos \theta t$.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. К чему сводится математический расчет установившихся вынужденных колебаний одномерных механических систем?

Ответы:

1. К интегрированию уравнения в частных производных 2. К интегрированию системы однородных дифференциальных уравнений 3. К интегрированию неоднородного дифференциального уравнения или однородного, но с неоднородными граничными условиями

Верный ответ: 3

2. Функциями каких переменных являются обобщенные координаты при решении одномерных задач при неустановившихся колебаниях?

Ответы:

1. Функциями координаты и времени 2. Функциями времени 3. Функциями координат

Верный ответ: 2

3. При решении задач о неустановившихся колебаниях чем определяется точность определения реакции системы?

Ответы:

1. Продолжительностью нестационарного воздействия 2. Сложностью изменения обобщенных сил 3. Числом членов ряда в разложении решения в ряд

Верный ответ: 3

4. Чем определяются обобщенные силы в методе разложения решения уравнения вынужденных колебаний по формам собственных колебаний?

Ответы:

1. Заданной нагрузкой 2. Формами собственных колебаний 3. Заданной нагрузкой и формами собственных колебаний.

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Способен разработать расчетную модель объекта профессиональной деятельности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличается математическая модель параметрических колебаний от соответствующей модели вынужденных колебаний?

Ответы:

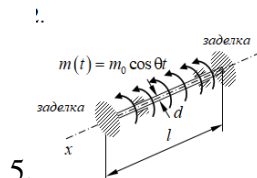
1. Уравнение параметрических колебаний – однородные уравнения 2. Значениями резонансных частот 3. Уравнения параметрических колебаний – однородные уравнения с изменяющимися во времени коэффициентами

Верный ответ: 3

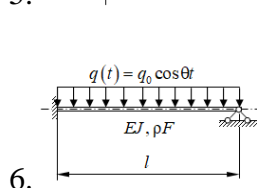
4. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Способен проводить проектные и/или проверочные расчеты объектов профессиональной деятельности на статические и/или динамические нагрузки

Вопросы, задания

1. Методы учета рассеяния энергии при колебаниях. Внутреннее трение в материале – модель Фойхта (представление решения собственных колебаний, декремент, относительное рассеяние энергии за цикл колебаний)
2. Влияние внутреннего трения на критические скорости вращения вала
3. Влияние гироскопических сил на критические скорости вала с дисками
4. Квазистатический подход для определения критических скоростей вращающихся валов



Получить установившееся решение задачи о вынужденных крутильных колебаниях стержня с поперечным сечением диаметра d и несущего на конце диск с моментом инерции $J = \rho l I_p$ – где I_p – полярный момент инерции поперечного сечения вала, ρ – плотность, G – модуль сдвига. На стержень действует распределенный момент интенсивностью $m(t) = m_0 \cos \theta t$



С использованием метода начальных параметров получить установившееся решение задачи о вынужденных поперечных колебаниях стержня, находящегося под действием распределенной нагрузки интенсивностью $q(t) = q_0 \cos \theta t$.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как влияет диссипация энергии на частоты свободных колебаний упругих тел?

Ответы:

1. Снижает величину частота 2. Не влияет на величину частот 3. Несколько увеличивает частоты

Верный ответ: 1

2. К какому разделу механики деформируемого твердого тела относится задача о колебаниях трубопровода с протекающей жидкостью?

Ответы:

1. Установившиеся вынужденные колебания упругих систем 2. Неустановившиеся колебания упругих систем 3. Неконсервативная задача упругой устойчивости

Верный ответ: 3

3. В каком случае при совпадении частоты вынуждающей нагрузки с собственной частотой резонанс отсутствует?

Ответы:

1. Скалярное произведение нагрузки на собственную форму, соответствующую этой частоте, равно нулю 2. Наличие существенного демпфирования на заданной частоте 3. Амплитудное значение нагрузки на заданной частоте несущественное

Верный ответ: 1

4. Чем может быть вызвано наличие в роторной системе с одним диском критической скорости второго рода?

Ответы:

1. Гироскопическими силами 2. Наличием дисбаланса 3. Весом диска роторной системы с горизонтальной осью

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Отлично» выставляется студенту, правильно решившему задачу и показавшему при ответе на теоретические вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Хорошо» выставляется студенту, правильно решившему задачу и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который при решении задачи и в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь решения задачи или по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

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:

7 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Проводится в устной форме по билетам, содержащих вопросы по содержанию и выполнению курсового проекта, в виде тестирования/подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение зачетного задания/подготовку ответа –30 минут

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Отлично», если верно решена предложенная задача, полно и правильно проведено сравнение собственных частот, вычисленных различными методами, рационально организованы вычисления на компьютере, не нарушены сроки выполнения разделов курсовой работы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Хорошо», если имеются некоторые погрешности в выполнении какого-либо пункта задания при правильном выполнении остальных пунктов; незначительно нарушен срок выполнения разделов курсовой работы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если присутствуют существенные ошибки при выполнении одного-двух пунктов задания; нарушен срок выполнения разделов курсовой работы

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.

8 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Проводится в устной форме по билетам, содержащих вопросы по содержанию и выполнению курсового проекта, в виде тестирования/подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение зачетного задания/подготовку ответа –30 минут

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Отлично», если верно решена предложенная задача, полно и правильно проведено сравнение собственных частот, вычисленных различными методами, рационально организованы вычисления на компьютере, не нарушены сроки выполнения разделов курсовой работы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Хорошо», если имеются некоторые погрешности в выполнении какого-либо пункта задания при правильном выполнении остальных пунктов; незначительно нарушен срок выполнения разделов курсовой работы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если присутствуют существенные ошибки при выполнении одного-двух пунктов задания; нарушен срок выполнения разделов курсовой работы

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.