

**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  
Вычислительная механика**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(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-4 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

2. ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

3. ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня

4. ПК-11 способностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест 1 (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование" (Контрольная работа)

2. Тест 2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум (Коллоквиум)

### БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	10	14

Общие вопросы решения задач механики средствами вычислительной математики				
Общие вопросы решения задач механики средствами вычислительной математики	+	+	+	+
Методы обработки числовых данных.				
Методы обработки числовых данных.	+	+	+	+
Решение нелинейных алгебраических уравнений				
Решение нелинейных алгебраических уравнений		+	+	+
Решение систем линейных алгебраических уравнений.				
Решение систем линейных алгебраических уравнений.	+	+	+	+
Методы расчета собственных значений.				
Методы расчета собственных значений.	+		+	+
Основы метода конечных элементов на примере расчета стержневых систем				
Основы метода конечных элементов на примере расчета стержневых систем	+	+	+	+
Вес КМ:	20	30	10	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-4	ОПК-4(Компетенция)	Знать: основы Информационных технологий Уметь: использовать объектно-ориентированные программные комплексы	Тест 1 (Контрольная работа) Тест 2 (Контрольная работа) Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование" (Контрольная работа) Коллоквиум (Коллоквиум)
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	Знать: подходы к расчету численными методами деталей машин и элементов конструкций; Уметь: аналитически ставить задачи механики и иметь навыки в построении расчетных моделей;	Тест 2 (Контрольная работа) Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование" (Контрольная работа) Коллоквиум (Коллоквиум)
ПК-8	ПК-8(Компетенция)	Знать: методы расчетно-экспериментального анализа задач прикладной механики основы метода конечных элементов Уметь:	Тест 1 (Контрольная работа) Тест 2 (Контрольная работа) Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование" (Контрольная работа) Коллоквиум (Коллоквиум)

		<p>анализировать и оформлять результаты научно-исследовательской работы</p> <p>составлять вычислительные программы с использованием современных систем программирования</p>	
ПК-11	ПК-11(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>основные методы, соотношения и алгоритмы вычислительной математики;</p> <p>алгоритмы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов;</p> <p>Уметь:</p> <p>осуществлять все этапы вычислительного эксперимента</p> <p>разрабатывать конечно-элементные модели оптимального конструирования</p>	<p>Тест 1 (Контрольная работа)</p> <p>Тест 2 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование" (Контрольная работа)</p> <p>Коллоквиум (Коллоквиум)</p>

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Тест 1

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты тянут билеты с двумя вопросами и готовят письменные ответы

#### Краткое содержание задания:

Вычисления в плавающей арифметике и методы обработки опытных данных

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы Информационных технологий	1.2. Инженер желает получить “наилучший” средний отсчет (показание) прибора на протяжении часа. Через сколько минут после начала измерений необходимо снимать показания прибора, если на протяжении часа можно снять два отсчета. Ответ округлите до ближайшего целого. 2.10. Дайте характеристику числа обусловленности матрицы.														
Знать: основы метода конечных элементов	1.9. Сколько параметров имеет кубический сплайн, интерполирующий 6 значений табличной функции?														
Знать: алгоритмы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов;	1.8. Для многочленов каких степеней формула Симпсона дает точный ответ?														
Уметь: составлять вычислительные программы с использованием современных систем программирования	1.6. Найдите линейное приближение МНК набора данных: <table border="1" data-bbox="735 1373 1174 1447"> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0.8</td> <td>1.9</td> <td>3.1</td> <td>4.3</td> <td>5.0</td> <td>5.8</td> </tr> </table>	x	1	2	3	4	5	6	y	0.8	1.9	3.1	4.3	5.0	5.8
x	1	2	3	4	5	6									
y	0.8	1.9	3.1	4.3	5.0	5.8									
Уметь: осуществлять все этапы вычислительного эксперимента	1.1. Минимальное и максимальное собственные значения матрицы системы алгебраических уравнений равны соответственно 3,21 и 3210. Оцените число верных цифр в ответе при решении системы методом Гаусса на компьютере с параметрами $q=10$ , $t=7$ .  2.2. Оцените число обусловленности диагональной матрицы (10x10) с компонентами 0,025.														
Уметь: разрабатывать конечно-элементные модели оптимального конструирования	1.4. Оцените вычислительную погрешность системы Matlab.														

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

*Описание характеристики выполнения знания:* исчерпывающие ответы с одной-двумя описками, не влияющими на решение

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* В целом грамотные ответы на оба вопроса, но требующие дополнений.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Туманные ответы на оба вопроса, требующие существенных уточнений

## **КМ-2. Тест 2**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают билеты с двумя вопросами и дают письменные ответы

**Краткое содержание задания:**

Основы метода конечных элементов в расчетах стержневых конструкций

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы Информационных технологий	1.Из каких соотношений определяются неизвестные параметры конечно-элементной модели
Знать: подходы к расчету численными методами деталей машин и элементов конструкций;	1.Какие параметры являются неизвестными в варианте метода перемещений
Знать: методы расчетно-экспериментального анализа задач прикладной механики	1.Какое свойство конечного элемента отражают нулевые собственные значения матрицы жесткости.
Знать: основы метода конечных элементов	1.Какие параметры должны быть непрерывны на границах между элементами.
Уметь: аналитически ставить задачи механики и иметь навыки в построении расчетных моделей;	1.Составьте расчетную модель подвесной конструкции с учетом ее симметрии.
Уметь: анализировать и оформлять результаты научно-исследовательской работы	1.Составьте глобальную матрицу жесткости при наличии упругой связи.
Уметь: составлять вычислительные программы с использованием современных систем программирования	1.Определите максимальный прогиб шарнирно опертой балки
Уметь: разрабатывать конечно-элементные модели оптимального конструирования	1.Определите реактивное усилие в консольной балке

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: исчерпывающие ответы с одной-двумя описками, не влияющими на решение*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: В целом грамотные ответы на оба вопроса, но требующие дополнений.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Туманные ответы на оба вопроса, требующие существенных уточнений*

### **КМ-3. Контрольная работа "Основы ВМ, численное дифференцирование и интегрирование"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменные ответы на вопросы билетов, распределенных случайным образом

#### **Краткое содержание задания:**

Найдите правильные ответы на вопросы по основам вычислительной математики и применению численных методов к задачам обработки данных

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы Информационных технологий	1.2. Придумайте числовые матрицы такие, чтобы их числа обусловленности отличались на три порядка.								
Знать: методы расчетно-экспериментального анализа задач прикладной механики	1.5. Как подобрать начальное приближение при определении критической нагрузки стержня методом Ньютона?								
Знать: основы метода конечных элементов	1.4. От каких параметров зависит погрешность аппроксимации первой производной центральной разностью?								
Знать: основные методы, соотношения и алгоритмы вычислительной математики;	1.1. Во сколько раз изменится погрешность оценки производной с помощью центральной разностной аппроксимации, если шаг сетки уменьшить в 3 раза?								
Уметь: аналитически ставить задачи механики и иметь навыки в построении расчетных моделей;	1.5. Имеется таблица данных <table border="1"><tbody><tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>y</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></tbody></table> Аппроксимируйте табличную функцию $y(x)$ методом наименьших квадратов и интерполяционным многочленом.	x	0	1	3	y	0	1	1
x	0	1	3						
y	0	1	1						

Уметь: анализировать и оформлять результаты научно-исследовательской работы	<p>1.</p> <p>1. 2. Прогиб балки известен в точках</p> <table border="1"> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </table> <p>Оцените угол поворота сечения в точке <math>x=1,16</math>.</p>	x	1	1,2	1,4	y	2	4	3
x	1	1,2	1,4						
y	2	4	3						
Уметь: осуществлять все этапы вычислительного эксперимента	1.3. Напишите программу, вычисляющую сумму ряда $1+1/4+1/9+\dots$ на компьютере с пятиразрядной десятичной сеткой.								

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* исчерпывающие ответы с одной-двумя описками, не влияющими на решение или в целом грамотные ответы на вопросы, но требующие дополнений.

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Туманные ответы на вопросы, требующие существенных уточнений или неверный ответ хотя бы на один вопрос

#### КМ-4. Коллоквиум

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билет с двумя вопросами и после короткой подготовки (примерно 5-10 мин) дает устный ответ. При необходимости с краткими письменными пояснениями. Наводящие вопросы не практикуются.

#### Краткое содержание задания:

Необходимо дать краткие, но содержательные ответы по существу вопросов (так называемые, “коридорные” ответы).

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы Информационных технологий	<p>1.8. Каким образом можно оценить погрешность вычисления функции при известной погрешности аргумента?</p> <p>9. В чем принципиальное отличие сплайн-интерполяции от интерполяции классическими многочленами (например, Лагранжа).</p> <p>10. Какая величина выбирается в качестве «параметра» в алгоритме аппроксимации произвольных кривых параметрическим сплайном?</p> <p>11. В чем заключается принципиальное отличие априорных оценок погрешностей от апостериорных оценок?</p>
Знать: подходы к расчету численными методами деталей машин и элементов конструкций;	<p>1.26. Какой смысл имеют компоненты третьего столбца матрицы жесткости балочного элемента?</p> <p>27. Какой смысл имеют компоненты четвертого столбца матрицы жесткости балочного элемента?</p>
Знать: методы расчетно-	1.13. Перечислите три основных составляющих

экспериментального анализа задач прикладной механики	любого итерационного алгоритма. 14. В чем состоит основная проблема использования метода Ньютона для отыскания корней нелинейных уравнений?
Знать: основы метода конечных элементов	1.28. Объясните, почему матрица жесткости любого элемента является вырожденной? 29. Какое поведение элемента характеризуют нулевые собственные значения его матрицы жесткости? Приведите примеры для простейших элементов. 30. Объясните с механической точки зрения, почему диагональные компоненты матрицы жесткости строго больше нуля, а сама матрица симметричная?
Знать: алгоритмы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов;	1.19. Какие величины являются неизвестными параметрами в МКЭ на основе метода перемещений? 20 Механический смысл функций перемещений балочного элемента. 21. Почему на участках балок с распределенной нагрузкой МКЭ дает теоретически приближенное решение для функции прогиба? 22. Почему для балки, нагруженной системой сосредоточенных сил и/или моментов, МКЭ дает теоретически точное решение для функции прогиба? 23. Требования к аппроксимациям перемещений в конечно-элементных моделях.
Знать: основные методы, соотношения и алгоритмы вычислительной математики;	1.15. На каком основании метод Ньютона решения нелинейных уравнений называют также «методом касательных»? 16. Какой подход является альтернативой составлению и решению характеристического уравнения в алгебраической проблеме собственных значений?
Уметь: использовать объектно-ориентированные программные комплексы	1.17. Из каких соотношений определяются неизвестные параметры кэ-модели?  22. Изложите кратко последовательность операций МКЭ при статическом расчете конструкций на прочность. 23. Составьте в блочном виде глобальную матрицу жесткости модели из трех балочных элементов.
Уметь: аналитически ставить задачи механики и иметь навыки в построении расчетных моделей;	1.9. Для каких систем уравнений по величине невязки можно судить о величине ошибки? 10. Для каких систем уравнений по величине невязки нельзя судить о величине ошибки?
Уметь: анализировать и оформлять результаты научно-исследовательской работы	1.6. Покажите с помощью рисунка, что центральная разностная аппроксимация первой производной является более точной, чем соответствующие аппроксимации левой и правой разностями. 7 Каким способом можно получить возможную

	<p>наилучшую оценку среднего значения функции при ограниченном количестве ее ординат?</p>
<p>Уметь: составлять вычислительные программы с использованием современных систем программирования</p>	<p>1.11. Для каких систем уравнений относительная погрешность решения методом Гаусса имеет порядок, близкий к точности вычислительного устройства?</p> <p>12. Как оценить обусловленность квадратной матрицы по ее спектру?</p> <p>13 Поясните природу задачи на собственные значения.</p> <p>14. Почему собственные значения матрицы являются корнями ее характеристического уравнения?</p>
<p>Уметь: осуществлять все этапы вычислительного эксперимента</p>	<p><b>1. Особенности машинных вычислений и алгоритмы обработки данных</b></p> <p>1. Изобразите примерный вид двух функций, близких равномерно и двух функций, близких в среднем на заданном участке.</p> <p>1. Постройте многочлен Лагранжа (в исходной форме), интерполирующий заданные 4 ординаты табличной функции.</p> <p><b>Вычислительная линейная алгебра</b></p> <p>8. Как связаны между собой относительная невязка и относительная погрешность решения системы уравнений методом Гаусса в арифметике с округлениями?</p> <p><b>Метод конечных элементов</b></p> <p>15. Почему в МКЭ все распределенные воздействия (нагрузки) заменяются сосредоточенными силами (моментами) в узлах кэ-модели?</p> <p>16. В каком смысле производится замена распределенной нагрузки на элемент эквивалентными узловыми силами (моментами)?</p>
<p>Уметь: разрабатывать конечно-элементные модели оптимального конструирования</p>	<p>1.18 Почему в правую часть разрешающей системы уравнений МКЭ не входят реакции связей?</p> <p>19. Почему для МКЭ не имеет значения, является конструкция «статически определимой» или «статически неопределимой»?</p> <p>20. В каких случаях требуется преобразование матриц жесткости и векторов нагрузки отдельных элементов при формировании глобальной матрицы и глобальной правой части?</p> <p>21. Поясните на примере, каким образом учитывается</p>

	симметрия задачи расчета конструкции при построении кэ-модели.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны грамотные ответы, понятные задавшему вопросы "в коридоре".

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответов нет или они не по существу

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Вопросы:

1. Этапы численного исследования механических систем.
2. Аппроксимация перемещений в МКЭ.

Задачи:

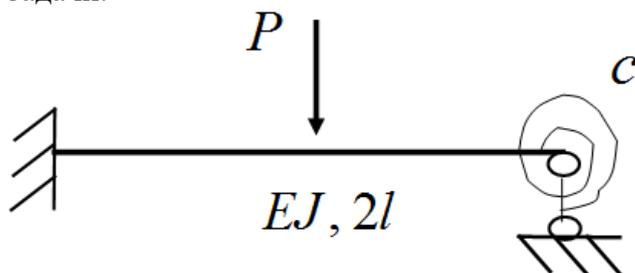


Figure 1 Аппроксимируйте статическое граничное условие на правом конце балки

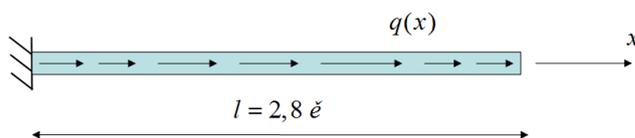


Figure 2 В каких сечениях следует поставить три тензодатчика, чтобы определить наиболее достоверно среднюю деформацию стержня?

## Процедура проведения

Студент берет билет, готовит в течение 1,5 часов ответы в письменном виде. На ответы отводится 0,5 часа.

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

#### 1. Компетенция/Индикатор: ОПК-4(Компетенция)

#### Вопросы, задания

##### 1. Вопросы:

- Этапы численного исследования механических систем.
- Вычислительная погрешность в конечно-разрядной арифметике.
- Проблема чувствительности приближенного решения к малым возмущениям исходных данных.
- Сравнительная характеристика априорных и апостериорных оценок погрешностей численного решения. Примеры.
- Оценка априорной погрешности обобщенной формулы трапеций.
- Отличие в подходах к выводу формул трапеций (или Симпсона) и формул Гаусса.
- Оценка средних значений функций с использованием формул Гаусса. Примеры.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Во сколько раз изменится погрешность оценки производной с помощью центральной разностной аппроксимации, если шаг сетки уменьшить в 3 раза?

Ответы:

а) 3 б) 9 в) 6

Верный ответ: б)

2. Относительная невязка и относительная погрешность решения систем уравнений методом Гаусса в арифметике с округлениями связаны:

Ответы:

а) числом обусловленности б) определителем системы в) размерностью системы

Верный ответ: а)

3. Асимптотические оценки собственных значений и собственных векторов при использовании преобразований подобия получаются:

Ответы:

а) одинакового порядка б) собственные значения точнее, чем собственные векторы в) собственные векторы точнее, чем собственные значения

Верный ответ: б)

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

#### Вопросы, задания

1. Вопросы: Итерационный подход к решению симметричной алгебраической проблемы собственных значений.

Аппроксимация перемещений в МКЭ.

Механический смысл компонент матрицы жесткости балочного конечного элемента.

Спектральные свойства матриц жесткости стержневых и балочных конечных элементов.

Технология замены распределенной нагрузки эквивалентными узловыми силами (моментами) в МКЭ (на примере балочного элемента).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В параметрических сплайнах параметром служит:

Ответы:

а) длина дуги аппроксимируемой кривой б) накопленная длина хорды в) последовательность абсцисс узлов табличной функции

Верный ответ: б)

2. Число обусловленности ортогональной матрицы равно:

Ответы:

а) 1 б) 0 в) -1

Верный ответ: а)

3. Число обусловленности матрицы есть:

Ответы:

а) оценка точности наибольшего собственного значения б) мера близости матрицы к вырожденной в) оценка количества итераций при сведении матрицы к треугольной (диагональной) форме

Верный ответ: б)

### 3. Компетенция/Индикатор: ПК-8(Компетенция)

#### Вопросы, задания

1. Вопросы: Сравнение двух подходов к интерполяции: классического и кусочно-кубического.

Аппроксимация произвольных кривых.

Сравнение интерполяции и среднеквадратичного приближения как способов обработки экспериментальных данных.

Иллюстрация трех простейших способов аппроксимации первой производной.

Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Два способа введения числа обусловленности матрицы. Примеры обусловленности различного вида матриц.

Влияние погрешностей округления на решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Оценки Дж. Уилкинсона.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каком случае весовые коэффициенты не влияют на поведение аппроксимации методом наименьших квадратов данных физического эксперимента?

Ответы:

а) данные в начале процесса измерены более точно, чем в конце б) данные в конце процесса измерены более точно, чем в начале в) все данные получены с одинаковой погрешностью

Верный ответ: в)

2. Пять ординат табличной функции интерполирует многочлен Лагранжа степени:

Ответы:

а) 3 б) 4 в) 5

Верный ответ: б)

3. Кубический сплайн, интерполирующий 6 значений табличной функции, определяется числом параметров (коэффициентов):

Ответы:

а) 15 б) 20 в) 18

Верный ответ: б)

### 4. Компетенция/Индикатор: ПК-11(Компетенция)

#### Вопросы, задания

##### 1. Задачи

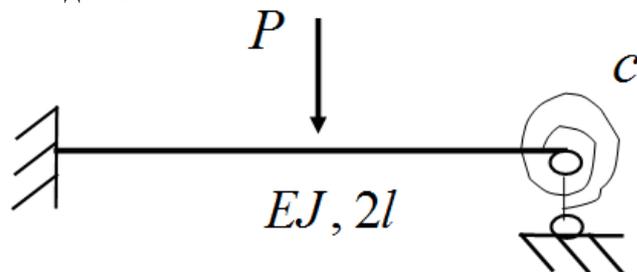


Figure 3 Аппроксимируйте статическое граничное условие на правом конце балки

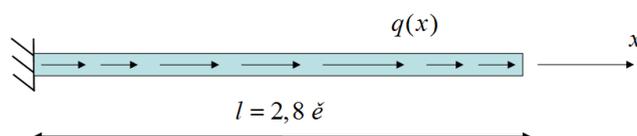


Figure 4 В каких сечениях следует поставить три тензодатчика, чтобы определить наиболее достоверно среднюю деформацию стержня?

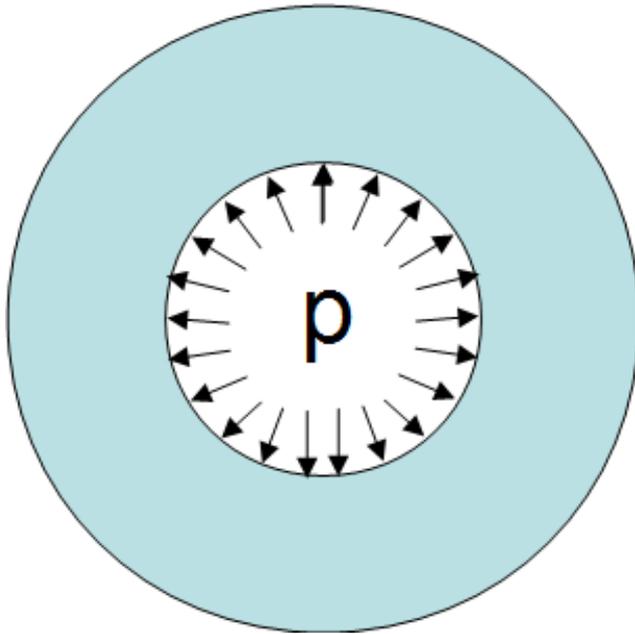


Figure 5 Предложите наилучшее размещение трех датчиков по окружности сечения. Начало отсчета возьмите в нижней точке.

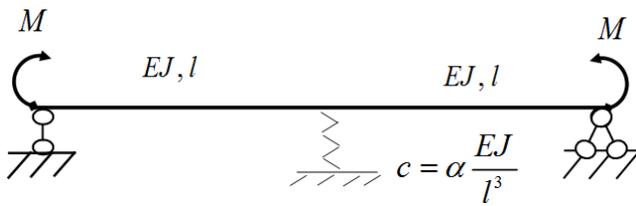


Figure 6 Постройте зависимость реакции в центральной опоре от параметра  $\alpha$

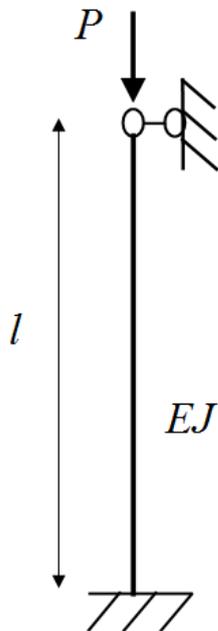


Figure 7 Методом Ньютона оцените величину критической силы с точностью  $10^{-4}$ . Начальное приближение возьмите равным 4,6.

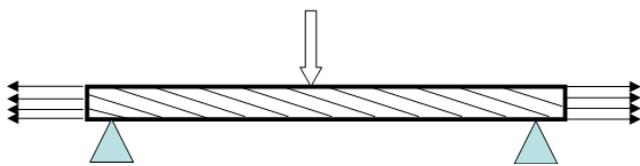
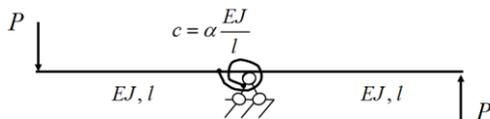


Figure 8 Подберите линейную аппроксимацию зависимости изгибной жесткости стального каната от среднего растягивающего напряжения. Результаты расчета проиллюстрируйте графиками.



Постройте и объясните зависимость прогибов крайних сечений балки от жесткости спиральной пружины.

2. Вопросы: Формирование разрешающей системы уравнений равновесия узлов. Учет кинематических граничных условий в МКЭ.

Интерпретация результатов конечноэлементного расчета.

Последовательность операций МКЭ в статическом расчете конструкций на прочность

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Минимальное и максимальное собственные значения матрицы системы алгебраических уравнений равны соответственно 3,21 и 3210. Оцените число верных цифр в ответе при решении системы методом Гаусса на компьютере с параметрами .

Ответы:

а) 3 б) 5 в) 4

Верный ответ: в)

2. Формула Симпсона точна для интегрирования многочленов степени

Ответы:

а) 4 б) 3 в) 5

Верный ответ: б)

3. Оцените число обусловленности диагональной матрицы  $(10 \times 10)$  с компонентами 0,025.

Ответы:

а) 25 б) 1 в) 40 г) 10

Верный ответ: б)

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на 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 выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на

вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.