

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Теплоэнергетика и теплотехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы численного моделирования**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шапошникова Д.А.
	Идентификатор	R3cbdd042-ShaposhnikovDA-869296

Д.А.  
Шапошникова  
(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев  
(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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ИД-4 Применяет математический аппарат численных методов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 "Нелинейные уравнения" (Контрольная работа)

2. КМ-2 "Численное решение СЛАУ" (Контрольная работа)

3. КМ-3 "Приближение функций алгебраическими многочленами" (Контрольная работа)

4. КМ-4 "численные методы решения ЗК, Н-КЗ" (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Численные методы					
Численное решение нелинейных уравнений		+			
Численные методы решения СЛАУ			+		
Приближение функций				+	
Численные методы решения Задачи Коши					+
Вес КМ:		25	25	25	25

\$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-3	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub> Применяет математический аппарат численных методов	<p>Знать:</p> <p>прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений</p> <p>методы численного решения нелинейных уравнений</p> <p>Уметь:</p> <p>применять явные и неявные численные методы решения задачи Коши; применять методы численного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности</p> <p>применять различные методы приближения функций</p>	<p>КМ-1 "Нелинейные уравнения" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 "Численное решение СЛАУ" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 "Приближение функций алгебраическими многочленами" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 "численные методы решения ЗК, Н-КЗ" (Контрольная работа)</p>

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

### КМ-1. КМ-1 "Нелинейные уравнения"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольную работу "Нелинейные уравнения" студенты пишут на практическом занятии 2 часа.

#### Краткое содержание задания:

Найти численное решение нелинейного уравнения методом бисекции, простой итерации, Ньютона.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы численного решения нелинейных уравнений	1.методы численного решения нелинейных уравнений 2.Найти методом бисекций с погрешностью, не превышающей 0.1, корень уравнения $x - x + 1 - 0$ 3.Найти методом простых итераций, с погрешностью, не превышающей 0.1, корень уравнения $e - x = 0$ 4.Найти методом Ньютона, с погрешностью, не превышающей 0.1, корень уравнения $e - x = 0$
---	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

### КМ-2. КМ-2 "Численное решение СЛАУ"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольную работу «Численное решение СЛАУ» студенты пишут на практическом занятии 2 часа.

**Краткое содержание задания:**

Постройте сходящийся и расходящийся итерационные процессы по методу простой итерации (Якоби) для СЛАУ

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	<p>1. прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений</p> <p>2. Изобразите геометрически поведение построенного итерационного процесса. Изобразите поведение приближений по методу Зейделя. Для геометрической иллюстрации нужно сделать несколько итераций (2-3) по предложенным методам.</p> $\{x_1^1 + x_2^2 = -3, 2x_1^1 + x_2^2 = 0$ <p>3. Используя метод Ньютона (метод линеаризации), постройте итерационный метод для решения системы нелинейных уравнений</p> $\{ \cos(x - 1) + y = 1, \sin(y) + 2x = 1.6$
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

**КМ-3. КМ-3"Приближение функций алгебраическими многочленами"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольную работу «Приближение функций алгебраическими многочленами» студенты пишут на практическом занятии 2 часа.

**Краткое содержание задания:**

Составить нормальную систему метода наименьших квадратов, вычислить приближённое значение интеграла по формуле Симпсона

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: применять различные методы приближения функций</p>	<p>1. применять различные методы приближения функций</p> <p>2. Составьте нормальную систему метода наименьших квадратов для определения коэффициентов <math>a, b, c</math> функции</p> $f(x) = a + bx + \frac{c}{x}$ <p>осуществляющей среднеквадратичную аппроксимацию по <math>(n+1)</math> точкам.</p> <p>3. Оцените погрешность интерполяционного многочлена, который можно построить для приближения функции</p> $f(x) = \sqrt{x} \ln(x)$ <p>, заданной значениями в 3 точках на отрезке <math>[1,2]</math> с равномерным шагом.</p> <p>4. С каким шагом интегрирования нужно вычислять приближённое значение интеграла <math>\int_0^1 x \ln x dx</math></p> <p>по формуле центральных прямоугольников для того, чтобы обеспечить точность <math>\varepsilon = 0.01</math> ?</p> <p>5. Функция <math>f(x)</math> задана таблицей своих значений:</p> <table border="1" data-bbox="735 920 1115 992"> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6.26</td> <td>6.44</td> <td>6.6</td> </tr> </table> <p>Вычислите приближённое значение интеграла <math>\int_0^1 f(x) dx</math></p> <p>по формуле Симпсона, рассчитайте погрешность по правилу Рунге и найдите с его помощью уточнённое значение интеграла.</p>	x	0	0.1	0.2	0.3	0.4	y	5	6	6.26	6.44	6.6
x	0	0.1	0.2	0.3	0.4								
y	5	6	6.26	6.44	6.6								

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

#### КМ-4. КМ-4"численные методы решения ЗК, Н-КЗ"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольную работу "Численные методы решения ЗК, Н-КЗ" студенты пишут на практическом занятии 2 часа.

**Краткое содержание задания:**

Решим задачу Коши на отрезке методом Эйлера с заданным шагом

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять явные и неявные численные методы решения задачи Коши; применять методы численного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности	1. применять явные и неявные численные методы решения задачи Коши; применять методы численного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности 2. Решить Задачу Коши $y' = e, y(0) = 0, y(0) = 0$ на отрезке $[0,3]$ методом Эйлера с шагом $h = 1$ 3. Найдите с помощью метода Эйлера решение задачи Коши $y(x) = -2y, y(0) = 1$ в точках $x = 0.1$ и $x = 0.2$ . Оцените погрешность по правилу Рунге. 4.. Решить краевую задачу методом конечных разностей с шагом $h = \frac{\pi}{8}, -y' - y = -1, 0 < x < \frac{\pi}{2}, y(0) = 0, y(\frac{\pi}{2}) = 0$
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме



Верный ответ: 4

2. Указать количество верных цифр приближенного числа.

$$a = 73.488931 \quad \Delta a = 0.01$$

Ответы:

1) 1; 2) 0; 3) 4; 4) 5 воспользоваться определением верной цифры

Верный ответ: 3

3. Значения  $x$  и  $y$  заданы со всеми верными цифрами. Указать абсолютную погрешность для функции  $f(x, y)$

$$x = 2.5378 \quad y = 2.535 \quad f(x, y) = x - y$$

Ответы:

1) 0.11; 2) 0.0011; 3) 0.0000011; 4) 0.0017 воспользоваться формулой вычисления погрешности значения функции нескольких переменных

Верный ответ: 2

4. Определить как ведет себя метод простой итерации для линейной системы.

$$\begin{cases} 100x + y = 102 \\ x + 200y = 202 \end{cases}$$

Ответы:

1) сходится; 2) расходится.

Верный ответ: 1

5. Определить как ведет себя метод простой итерации для линейной системы.

$$\begin{cases} 100x + y = 102 \\ 200x + y = 202 \end{cases}$$

Ответы:

1) сходится; 2) расходится.

Верный ответ: 2

6. Степень интерполяционного многочлена Лагранжа, который можно построить для табличной функции, заданной четырьмя значениями, равна:

Ответы:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

Верный ответ: 3

7. Степень интерполяционного многочлена Лагранжа, который можно построить для табличной функции, заданной тремя значениями, равна:

Ответы:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

Верный ответ: 2

8. Степень интерполяционного многочлена Лагранжа, который можно построить для табличной функции, заданной шестью значениями, равна:

Ответы:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

Верный ответ: 5

9. Функция задана таблицей своих значений.

x	-2	-1	0	1	2
y	3.1	1.7	0.9	0.7	1.05

Приблизить эту функцию многочленом второй степени. Среднеквадратичное отклонение в этом случае равно:

Ответы:

1) 1.000; 2) 0.120; 3) 0.013; 4) 0.008

Верный ответ: 4

10. Функция задана таблицей своих значений.

x	-4	-2	0	2	4
y	-0.8	0.3	1	1.7	1.9

Приблизить эту функцию многочленом второй степени. Среднеквадратичное отклонение в этом случае равно:

Ответы:

1) 11.0; 2) 1.20; 3) 0.13; 4) 0.05;

Верный ответ: 4

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена верно или с несущественными недостатками*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

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

итоговая оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»