

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии в проектировании и производстве

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Вычислительные методы**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

С.К. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соколов В.П.
	Идентификатор	R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c1

В.П.
Соколов

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

А.Н.
Рогалев

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-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ИД-2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ИД-3 Демонстрирует знание основных методов теоретического и экспериментального исследования, применяемых в математике, физике и технических науках

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ (Лабораторная работа)
2. Решение нелинейных уравнений (Лабораторная работа)
3. Численное интегрирование (Лабораторная работа)
4. Численное решение задачи Коши (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Погрешности. Решение нелинейных уравнений. Решение СЛАУ. Приближение функций (Расчетно-графическая работа)
2. Численное интегрирование и дифференцирование. Численное решение задачи Коши и краевых задач (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|------|---|
| КМ-1 | Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ (Лабораторная работа) |
| КМ-2 | Решение нелинейных уравнений (Лабораторная работа) |
| КМ-3 | Погрешности. Решение нелинейных уравнений. Решение СЛАУ. Приближение функций (Расчетно-графическая работа) |
| КМ-4 | Численное интегрирование (Лабораторная работа) |
| КМ-5 | Численное решение задачи Коши (Лабораторная работа) |
| КМ-6 | Численное интегрирование и дифференцирование. Численное решение задачи Коши и краевых задач (Расчетно-графическая работа) |

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	10	12	13	14
Основы теории погрешностей и машинной арифметики							
Основы теории погрешностей и машинной арифметики		+		+			
Решение нелинейных уравнений							
Решение нелинейных уравнений			+	+			
Решение систем линейных алгебраических уравнений							
Решение систем линейных алгебраических уравнений				+			
Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций							
Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций				+			
Численное интегрирование и дифференцирование							
Численное интегрирование и дифференцирование					+		+
Численное решение задачи Коши							
Численное решение задачи Коши						+	+
Численное решение краевых задач							
Численное решение краевых задач							+
Вес КМ:		10	10	20	20	20	20

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-1	ИД-2 _{ОПК-1} Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь: правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих численных методов грамотно реализовывать расчетные формулы вычислительных методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ выводить расчетные формулы вычислительных методов, строго обосновывать свойства изученных методов (оценки погрешности, сходимость, условия применения)	КМ-1 Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ (Лабораторная работа) КМ-2 Решение нелинейных уравнений (Лабораторная работа) КМ-4 Численное интегрирование (Лабораторная работа) КМ-5 Численное решение задачи Коши (Лабораторная работа)

		анализировать точность (погрешность) полученного численного решения, в том числе давать рекомендации по возможности достижения требуемой точности	
ОПК-1	ИД-З _{ОПК-1} Демонстрирует знание основных методов теоретического и экспериментального исследования, применяемых в математике, физике и технических науках	Знать: расчетные формулы, условия применения, оценки погрешностей и способы анализа сходимости и точности методов численного интегрирования и дифференцирования, численных методов решения ОДУ и уравнений в частных производных расчетные формулы, условия применения, оценки погрешностей и способы анализа сходимости и точности численных методов решения скалярных уравнений, численных методов решения СЛАУ, методов среднеквадратичного приближения и интерполяции функций	КМ-3 Погрешности. Решение нелинейных уравнений. Решение СЛАУ. Приближение функций (Расчетно-графическая работа) КМ-6 Численное интегрирование и дифференцирование. Численное решение задачи Коши и краевых задач (Расчетно-графическая работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты проходят тестирование на ЭВМ. Студенты, набравшие на тестировании отличный результат, проходят устный опрос.

Краткое содержание задания:

Защита ориентирована на проверку умения анализировать точность (погрешность) полученного численного решения, в том числе давать рекомендации по возможности достижения требуемой точности.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать точность (погрешность) полученного численного решения, в том числе давать рекомендации по возможности достижения требуемой точности	1. Указать результат округления усечением и по дополнению заданного числа до четырех значащих цифр.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Решение нелинейных уравнений

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты проходят тестирование на ЭВМ. Студенты, набравшие на тестировании отличный результат, проходят устный опрос.

Краткое содержание задания:

Защита ориентирована на проверку умения выводить расчетные формулы вычислительных методов, строго обосновывать свойства изученных методов (оценки погрешности, сходимость, условия применения).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выводить расчетные формулы вычислительных методов, строго обосновывать свойства изученных методов (оценки погрешности, сходимость, условия применения)	1.Применить априорную / апостериорную оценку погрешности для метода простой итерации.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Погрешности. Решение нелинейных уравнений. Решение СЛАУ.**Приближение функций**

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты сдают на проверку выполненные задания.

Краткое содержание задания:

Выполнение задания проверяет знание расчетных формул, условий применения, оценок погрешностей и способов анализа сходимости и точности численных методов решения скалярных уравнений, численных методов решения СЛАУ, методов среднеквадратичного приближения и интерполяции функций..

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: расчетные формулы, условия применения, оценки погрешностей и способы анализа сходимости и точности численных методов	1.Функция задана таблицей. Как находится приближенно ее значение в заданной точке с помощью

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
решения скалярных уравнений, численных методов решения СЛАУ, методов среднеквадратичного приближения и интерполяции функций	построения интерполяционного многочлена?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задания выполнены

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задания не выполнены.

КМ-4. Численное интегрирование

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты проходят тестирование на ЭВМ. Студенты, набравшие на тестировании отличный результат, проходят устный опрос.

Краткое содержание задания:

Защита ориентирована на проверку умения правильно выбрать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих численных методов.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих численных методов	1. Сравнить ожидаемое приближенное значение интеграла, полученное по формуле правых прямоугольников, с точным значением интеграла при условии, что подынтегральная функция монотонно возрастает.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Численное решение задачи Коши

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты проходят тестирование на ЭВМ. Студенты, набравшие на тестировании отличный результат, проходят устный опрос.

Краткое содержание задания:

Защита ориентирована на проверку умения грамотно реализовывать расчетные формулы вычислительных методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: грамотно реализовывать расчетные формулы вычислительных методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ	1.Оценить какой порядок точности по h имеет указанный численный метод.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Численное интегрирование и дифференцирование. Численное решение задачи Коши и краевых задач

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты сдают на проверку выполненные задания.

Краткое содержание задания:

Выполнение задания проверяет знание расчетных формул, условий применения, оценок погрешностей и способов анализа сходимости и точности методов численного интегрирования и дифференцирования, численных методов решения ОДУ и уравнений в частных производных.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: расчетные формулы, условия применения, оценки погрешностей и способы анализа сходимости и точности методов численного интегрирования и дифференцирования, численных методов решения ОДУ и уравнений в частных производных	1. Как найти шаг, достаточный для вычисления заданного интеграла с заданной точностью формулой трапеций?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задания выполнены.

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задания не выполнены.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____	Утверждаю Зав. кафедрой «_» ____ 20__ г								
	Кафедра <i>Математического и компьютерного моделирования</i>									
	Дисциплина <i>Вычислительные методы</i>									
	Поток А – 4,6-9,12 – ____									
1. Метод простой итерации решения нелинейного уравнения: алгоритм, апостериорная оценка погрешности (с доказательством), критерий окончания итераций. 2. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа по таблице значений функции <table border="1"><tr><td>x</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>y</td><td>1</td><td>2</td><td>-1</td></tr></table>			x	2	3	4	y	1	2	-1
x	2	3	4							
y	1	2	-1							

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Вопросы, задания

1. Оценить погрешность вычисления центральной / левой / правой разностной производной заданной функции в заданной точке x с заданным шагом h .
2. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность приближенного числа. Значение и верные цифры. Погрешности арифметических операций (без вывода).
3. Оценка погрешности вычисления функции одной переменной в зависимости от погрешности аргумента. Постановка задачи. Доказательство формулы. Погрешность вычисления функции нескольких переменных (без доказательства формулы).

Материалы для проверки остаточных знаний

1. По какой формуле можно вычислить абсолютную погрешность функции $f(x) = \sqrt{x}$ при известной погрешности аргумента Δx ?

Ответы:

1. $\Delta f \approx (1/2) \cdot \Delta x$

2. $\Delta f \approx \text{модуль}(1/(2 \cdot \sqrt{x})) \cdot \Delta x$

3. $\Delta f \approx \text{модуль}(\sqrt{\Delta x})$

4. $\Delta f \approx \text{модуль}(\sqrt{x}) \cdot \Delta x$

Верный ответ: 2

2. Какой из следующих итерационных процессов имеет наибольшую скорость сходимости?

Ответы:

1. 1) $x(i+1) = 1/4x(i) + 2$

2) $x(i+1) = 1/3x(i) + 14$

3) $x(i+1) = 1/2x(i) + 1$

4) $x(i+1) = 3x(i) + 2$

Верный ответ: 1

3. Для приближенного вычисления определенных интегралов выбрана формула второго порядка точности с шагом $h = 0.01$. Как изменится погрешность расчета при уменьшении шага в 2 раза?

Ответы:

1. 1) Станет равна 0.01^2

2) Уменьшится в 2 раза

3) Уменьшится в 4 раза

4) Станет равна 0.005^2

Верный ответ: 3

2. Компетенция/Индикатор: ИД-З_{ОПК-1} Демонстрирует знание основных методов теоретического и экспериментального исследования, применяемых в математике, физике и технических науках

Вопросы, задания

1. Представление вещественных чисел в ЭВМ. Понятия машинной бесконечности, машинного нуля, машинного эпсилон.

2. Постановка задачи приближенного решения нелинейного уравнения. Основные этапы решения: локализация корней, итерационное уточнение корней. Понятие итерационного метода.

3. Метод бисекции решения нелинейного уравнения: алгоритм, геометрическая интерпретация, условия применения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. С помощью какой итерационной формулы можно найти корень уравнения $x - x^3 + 4 = 0$?

Ответы:

1. 1) $x(i+1) = x(i) + (x(i) - x(i)^3 + 4) / (1 - 3x(i)^2)$

$$2) x(i+1)=x(i)-(1-3x(i)^2)/(x(i)-x(i)^3+4)$$

$$3) x(i+1)=x(i)+(1-3x(i)^2)/(x(i)-x(i)^3+4)$$

$$4) x(i+1)=x(i)-(x(i)-x(i)^3+4)/(1-3x(i)^2)$$

Верный ответ: 4

2. Пусть для точного значения вектора $x=(5 \ 3)^T$ получено приближенное значение $x^*=(4.8 \ 3.1)^T$. Чему равна погрешность $x-x^*$ в бесконечной норме?

Ответы:

1. 1) 0.1
2. 2) 0.2
3. 3) 0.3
4. 4) 0.4

Верный ответ: 2

3. Будет ли сходиться итерационный процесс $x(k+1)=B \cdot x(k)+c$ с матрицей $B=((0.4 \ 0.3) \ (0.7 \ 0.2))$ и вектором $c=(0.3 \ 0.8)^T$?

Ответы:

1. 1) Да, т.к. бесконечная норма $B < 1$
- 2) Нет, т.к. первая норма $B \nless 1$
- 3) Да, т.к. бесконечная норма $c < 1$
- 4) Нет, т.к. первая норма $c \nless 1$

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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 не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

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.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета. б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее.

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 экзаменационной составляющих.