

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зав. Кафедрой ВМ

В.И.Бобков

«\_08\_»\_02\_2023\_ г.

**ПРОГРАММА ДЛЯ РАБОТЫ В СЕМЕСТРЕ**

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2023 г.**

**1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Аудиторная работа**

Цикл:	Математический и естественнонаучный	Семестр
Часть цикла:	Базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	<b>Б1.О.07</b>	
Часов (всего) по учебному плану:	216	4 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	4 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	18/36, 18	4 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	16/36, 16	4 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	16/36, 16	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	130/36, 130	4 семестр
Экзамен	36/36, 36	4 семестр

**Самостоятельная работа студентов**

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	36/36, 36
Подготовка к практическим занятиям (пз)	32/36, 32
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	32/36, 32
Выполнение и защита РГР	30/36, 30
Всего (в соответствии с УП):	130
Подготовка к экзамену	1, 36

**2. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	Тема 1. Действия с приближенными числами. Пакет Simintech.	26	2	2	2	20	2
2	Тема 2. Приближение функций	30	4	2	4	20	2
3	Тема 3. Численное интегрирование	26	2	2	2	20	2
4	Тема 4. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	24	2	2	2	18	2
5	Тема 5. Численное решение нелинейных уравнений	26	2	2	2	20	2
6	Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем	22	2	2	2	16	2

7	Тема 7. Аналитическое и численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	24	4	2	2	16	
	Экзамен 4 семестр	36					
<b>всего по видам учебных занятий 216 (в том числе 36 часов подготовки к экзамену)</b>			<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>130</b>	<b>12</b>

### Содержание по видам учебных занятий

#### Тема 1. Действия с приближенными числами

**Лекция 1.** Предмет вычислительной математики. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Классификация погрешностей. Устойчивость и сложность алгоритма. Действия с приближенными числами. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

**Практическое занятие 1..** Действия с приближенными числами.

**Лабораторная работа 1.** Изучение пакета Simintech.

#### Тема 2. Приближение функций

**Лекция 2.** Постановка задач о приближении функций Интерполяция функций. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка остатка интерполяционного полинома. Конечные разности.

**Практическое занятие 2.** Интерполирование. Полиномы Лагранжа и Ньютона.

**Лабораторная работа 2. Интерполирование функций.**

**Лекция 3.** Интерполяционные формулы Ньютона. Численное дифференцирование Среднеквадратическая аппроксимация функций. Точечная аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Интервальное среднеквадратическое приближение.

**Практическое занятие 3.** Среднеквадратичная аппроксимация.

**Лабораторная работа 3.** Метод наименьших квадратов.

#### Тема 3. Численное интегрирование

**Лекция 4.** Численное интегрирование функций. Формулы трапеций и парабол. Оценка погрешностей, выбор шага. Правило Рунге.

**Практическое занятие 4.** Численное интегрирование функций.

**Лабораторная работа 4.** Методы приближенного вычисления интегралов.

#### Тема 4. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений

**Лекция 5** Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Матрицы, обусловленность системы. Решение линейных систем методом итераций. Оценка погрешности. Метод Зейделя.

**Практическое занятие 5** Решение систем линейных уравнений.

**Лабораторная работа 5.** Изучение методов решения линейных уравнений.

#### Тема 5. Численное решение нелинейных уравнений

**Лекция 6.** Численное решение нелинейных уравнений: определение границ и состава корней алгебраического уравнения, метод бисекции. Методы хорд, касательных, комбинированный. Метод простой итерации, оценка погрешностей.

**Практическое занятие 6.** Решение нелинейных уравнений.

**Лабораторная работа 6.** Изучение методов решения линейных уравнений.

#### Тема 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем

**Лекция 7.** Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Численное решение краевых задач для обыкновенных диф. уравнений. Метод конечных разностей. Метод коллокации.

**Практическое занятие 7.** Численное решение дифференциальных уравнений.

**Лабораторная работа 7.** Численное решение дифференциальных уравнений.

#### Тема 7. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных

**Лекция 8-9.** Основные понятия уравнений в частных производных (УЧП). Аналитические методы решения УЧП. Численное решение УЧП. Разностные схемы: операторное уравнение, сетка, сеточные функции. Сходимость, аппроксимация и устойчивость разностных схем. Составление разностных схем.

**Практическое занятие 8.** Решение УЧП методом Фурье. Составление и устойчивость разностных схем.

**Лабораторная работа 8.** Решение УЧП методом Фурье. Решение краевых задач.

**Промежуточная аттестация по дисциплине:**

**Экзамен в четвертом семестре**

Изучение дисциплины сопровождается экзаменом в 4 семестре (в соответствии с УП).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 4 семестр.

**Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Классификация погрешностей. Действия с приближенными числами. Прямая и обратная задачи теории погрешностей
2. Постановка задач о приближении функций: интерполирование, метод наименьших квадратов, равномерное приближение. Приближение алгебраическими и тригонометрическими полиномами.
3. Интерполяция функций. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка остатка интерполяционного полинома.
4. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона.
5. Среднеквадратическая аппроксимация функций. Точечная аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Интервальное среднеквадратическое приближение.
6. Численное интегрирование функций, квадратурные формулы общего вида.. Формулы трапеций и парабол. Оценка погрешностей, выбор шага. Правило Рунге.
7. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Нормы векторов и матриц.
8. Метод Гаусса (на примере системы из 3 уравнений). Вычисление определителя и обращение матриц методом Гаусса.
9. Решение линейных систем методом итераций. Сходимость и Оценка погрешности. Метод Зейделя.
10. Численное решение нелинейных уравнений: понятие отрезка О.К., определение границ и состава корней алгебраического уравнения, метод дихотомии.
11. Методы хорд, касательных, комбинированный, оценка погрешности методов.
12. Метод простой итерации, оценка погрешностей.
13. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности. Правило Рунге.
15. Численное решение краевых задач для обыкновенных диф. уравнений.. Метод коллокации. Метод Бубнова-Галеркина. Метод прогонки.
16. Уравнения математической физики, основные понятия. Классификация уравнений второго порядка.
17. Решение гиперболических уравнений методом Фурье.
18. Понятие о сеточных методах и устойчивости разностных схем.

**Задачи для защиты лабораторных работ** направленные на приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной :

1. Найти абсолютную погрешность функции  $y = x^4 \cdot y^5 \cdot z^{-3}$  в точке  $M_0(1,2,3)$ , если заданы погрешности ее аргументов  $\Delta x = 0.1$ ,  $\Delta y = 0.2$ ,  $\Delta z = 0.3$ .
2. Построить интерполяционный полином в стандартной форме записи для функции заданной таблицей

y	4	-2	-3
x	-3	1	2

3. Можно ли при построении аппроксимирующего многочлена по методу наименьших квадратов для функции, заданной таблично, получить интерполяционный полином? Если это возможно, то какова в этом случае погрешность аппроксимации, вычисляемая в методе наименьших квадратов?

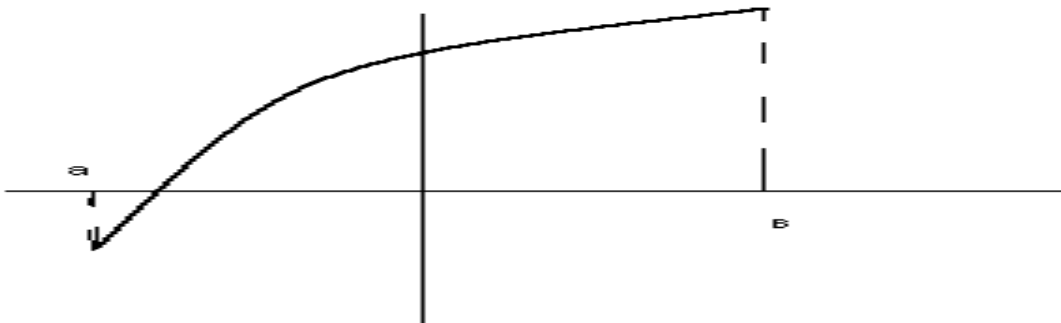
4. Выбрать наибольший возможный шаг при котором методом трапеции можно получить точное значение интеграла

$$\int_1^2 (10x + 3) dx.$$

5. Привести систему уравнений к виду удобному для итераций и проверить выполнение условий теоремы о сходимости метода:

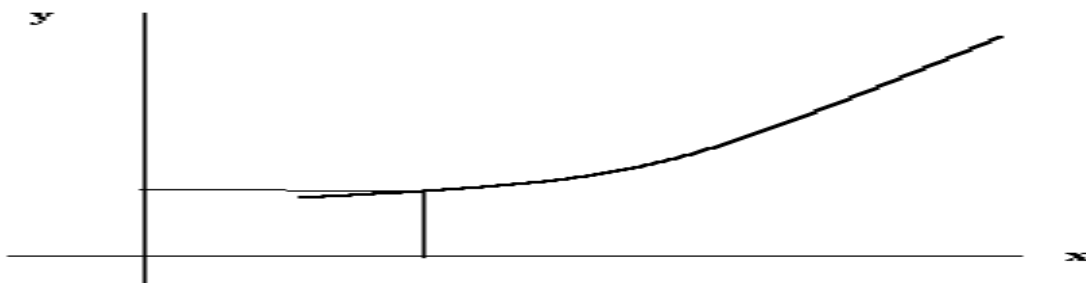
$$\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 - x_3 = 1 \\ -x_1 + 3x_2 - x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 - 5x_3 = -1 \end{cases}$$

6. Нарисовать геометрическую картину сходимости метода хорд для уточнения корня в случае



И записать рекуррентное уравнение метода хорд.

7. Рекуррентная формула и геометрический смысл метода Эйлера (ломаных) при решении задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка, если известно расположение интегральной кривой



## Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература

1. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2022. — 400 с. — Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/210437> (дата обращения: 08.02.2023).
2. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210674> (дата обращения: 08.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) дополнительная литература

1. Ильин, А.М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 192 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2181](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181)
2. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 352 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59660](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59660)
3. Дьяченко В.Ф. Основные понятия вычислительной математики. —М.: Наука, 1972.- 120 с.
4. Котович, А.В. Решение задач теплопроводности методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 87 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52184)

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт Simintech [электронный ресурс].Режим доступа:<https://simintech.ru/>
2. EqWorld. Мир математических уравнений [электронный ресурс] - Режим доступа:<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
3. Математический форум MathHelpPlanet[электронный ресурс] - Режим доступа :<http://mathhelpplanet.com/static.php>
4. Сайт кафедры высшей математики СФ МЭИ[электронный ресурс].Режим доступа:<http://vm.sbmpei.ru>

Автор: докт. техн. наук., профессор

Денисов В.Н.