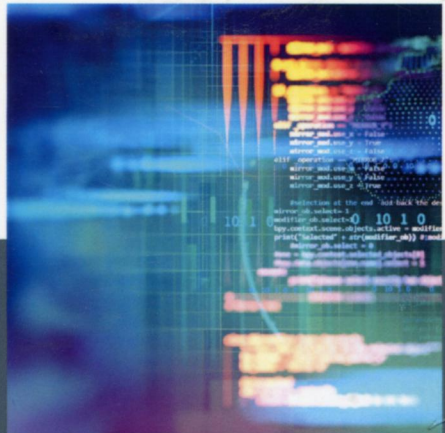


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В MATHCAD



В. А. Язев  
И. С. Лукьяненко



E.LANBOOK.COM

**В. А. ЯЗЕВ,  
И. С. ЛУКЪЯНЕНКО**

# **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В МАТНСАД**

*Учебное пособие*



**ЛАНЬ**

• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР •  
• 2022 •

УДК 517

ББК 22.193я73

**Я 40 Язев В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. С. Лукьяненко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. : ил. — Текст : непосредственный.**

**ISBN 978-5-8114-8757-8**

Учебное пособие посвящено применению математических методов к решению различных задач с помощью программы для математических и инженерных расчетов Mathcad. Рассмотрены методы решения нелинейных уравнений, систем линейных и нелинейных уравнений, вычисления определенных интегралов и производных, решения дифференциальных уравнений. Большое внимание уделено методам обработки экспериментальных данных с помощью интерполяции и аппроксимации. Рассмотрены различные методы оптимизации, встречающиеся в инженерной практике. Подробно разобраны как сами методы и их реализация, так и решение с помощью встроенных в Mathcad средств.

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе студентами, обучающимися по направлениям подготовки бакалавров и специалистов «Химическая технология», «Химия», «Технологические машины и оборудование», «Машиностроение» и других инженерных специальностей, и разработано в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта.

УДК 517

ББК 22.193я73

**Рецензенты:**

**А. Д. КОНДОРСКИЙ** — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Физического института им. П. Н. Лебедева РАН;

**Д. А. ЛИЧАК** — кандидат технических наук, и. о. зав. кафедрой физики и информационных технологий Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского.

**Обложка**  
**П. И. ПОЛЯКОВА**

© Издательство «Лань», 2022  
© В. А. Язев, И. С. Лукьяненко, 2022  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
Глава 1. МЕСТО MATHCAD В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ.....	6
Глава 2. РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ.....	9
2.1. Отделение и уточнение корней.....	9
2.2. Метод бисекции (деления отрезка пополам).....	11
2.3. Метод хорд.....	14
2.4. Метод касательных (Ньютона) .....	16
2.5. Методы итераций .....	19
2.5.1. Метод простой итерации .....	19
2.5.2. Метод релаксации.....	22
2.6. Решение нелинейных уравнений встроенными методами Mathcad.....	24
Глава 3. СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ.....	26
3.1. Прямые методы решения СЛУ. Метод Гаусса .....	27
3.2. Итерационные методы решения СЛУ .....	32
3.2.1. Метод Якоби (простой итерации).....	32
3.2.2. Метод Зейделя .....	37
3.2.3. Метод минимальных невязок.....	40
3.3. Решение систем линейных уравнений средствами Mathcad .....	44
Глава 4. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ.....	46
4.1. Метод простой итерации .....	46
4.2. Метод Ньютона .....	47
Глава 5. ЧИСЛЕННОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ.....	52
5.1. Вычисление производных в точке.....	52
5.2. Вычисление определенных интегралов .....	55
5.2.1. Методы прямоугольников .....	56
5.2.2. Метод трапеций .....	58
5.2.3. Метод Симпсона.....	58

5.2.4. Вычисление определённого интеграла с заданной точностью.....	59
<b>Глава 6. МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ..</b>	<b>64</b>
6.1. Дифференциальные уравнения первого порядка .....	64
6.1.1. Метод Эйлера.....	65
6.1.2. Модифицированный метод Эйлера .....	66
6.1.3. Метод Рунге – Кутты 4-го порядка точности. ....	70
6.2. Дифференциальные уравнения высокого порядка. Системы дифференциальных уравнений .....	74
6.3. Жёсткие дифференциальные уравнения и системы. Неявные численные методы их решения .....	78
6.3.1. Сравнение решения жёсткой системы ДУ явными и неявными методами в Mathcad .....	79
6.3.2. Использование встроенных неявных методов Mathcad для решения задачи Коши для жёстких систем ОДУ .....	84
6.4. Пример моделирования кинетики химической реакции .....	87
<b>Глава 7. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЧИСЛОВЫХ ДАННЫХ.....</b>	<b>91</b>
7.1. Аппроксимация данных методом наименьших квадратов.....	91
7.2. Интерполяция .....	97
7.2.1. Метод Лагранжа .....	97
7.2.2. Сплайн-интерполяции.....	100
<b>Глава 8. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ .....</b>	<b>102</b>
8.1. Методы одномерного поиска .....	104
8.2. Методы многомерного поиска экстремума .....	108
8.2.1. Метод градиентного спуска.....	109
8.2.2. Метод наискорейшего спуска.....	111
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>114</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>115</b>