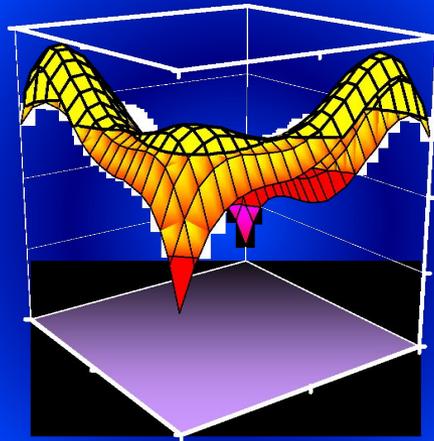


# Математические методы в инженерных расчетах

---



ММ в  
ИР

---

**Татьяна Васильевна Ляшенко**

профессор, доктор технических наук

Кафедра прикладной и вычислительной математики и САПР

# Цель

уметь решать  
**СЛОЖНЫЕ**  
инженерные  
задачи с помощью  
компьютера

## Инструмент

Типовые структуры алгоритмов  
Типовые элементы программирования  
Базовые программные средства  
(электронные табличный процессор,

1-й  
курс

5(3)-й курс → Решение инженерных ЗАДАЧ!

## Методы

численные методы, ПИ  
суть, базовый набор

# Литература

## Основная

1. ВОЗНЕСЕНСКИЙ В.А., ЛЯШЕНКО Т.В., ОГАРКОВ Б.Л.  
Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К.: Вища школа, 1989. – 328 с. (есть в библиотеке ОГАСА)
2. ТУРЧАК Л.И. Основы численных методов. – М.: Наука, 1987. – 318 с.

## Методическая

3. Математичні методи розв'язання інженерних задач.  
Методичні вказівки до контрольних (самостійних) завдань для студентів усіх спеціальностей / Вітюк О.Н., Денисенко В.Ю. – Одеса, 2002. – 29 с.
- 4.-5. ... 6. Методические указания по вычислению погрешностей на персональных ЭВМ / Составитель – В.В. Никоненко. – Одесса, 1992. – 45 с.

Дополнительная 7. – 10.

# 1. Назначение ЧМ, их сущность и основные понятия

---

*Предназначены для решения сложных инженерных задач, которые нельзя решить другими методами (аналитическими, «тыка»)*

*ЧМ – методы, основанные на последовательных вычислениях, на последовательном получении и использовании чисел*

**В сравнении с аналитическими**

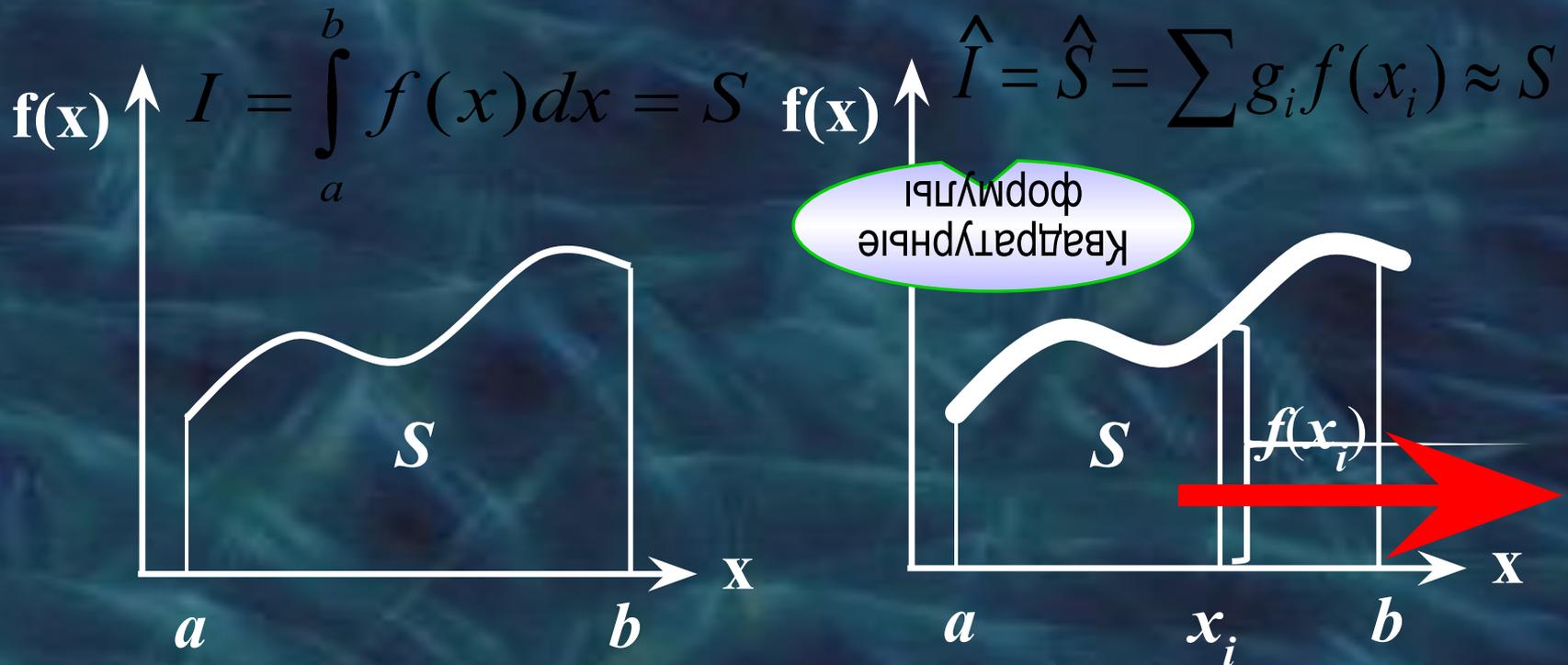
	АМ	ЧМ
Теоретическая база	Математический анализ	Вычислительная математика
Техническая база	Можно «бумагу и карандаш»	Компьютеры (с соответст. Software)
Имеет дело	с функциями	с ЧИСЛАМИ

Особенность А

Что за числа?

# Осуществляется замена функции дискретным набором чисел – *дискретизация задачи*

В частности, используется «сеточное» представление функции – набор значений функции в равноотстоящих (как правило) узлах «сетки»:  $f(x) \rightarrow \{x_i, f(x_i)\}, i = 0, 1, \dots, n$



Такая замена «целого» «частью» – всей функции отдельными значениями (а также бесконечных процессов конечными, последовательностями отдельных значений) приводит к следующей особенности ЧМ → **В**

*В результате всегда приближенное решение*

Обозначим:

$X$  – точное (неизвестное) решение задачи

В частности: вектор  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$  – решение СЛАУ;  
корень уравнения; функция – решение дифференциального уравнения ...

$\hat{X}$  – приближенное решение, оценка истинного решения



Всегда нужно оценивать, как далеко оценка результата от истины, поскольку всегда есть ошибка

$\Delta X$  – ошибка, погрешность приближенного решения

Она должна быть «разумной»

(строительство туалета и космического корабля)

**Как этого добиваются?**

Поэтому задается *норматив точности* –

достаточно малое число  $\epsilon$

(максимальная допустимая ошибка)

– заданная точность

$\Delta X$  должна быть не больше  $\epsilon$ ,  $\Delta X \leq \epsilon$

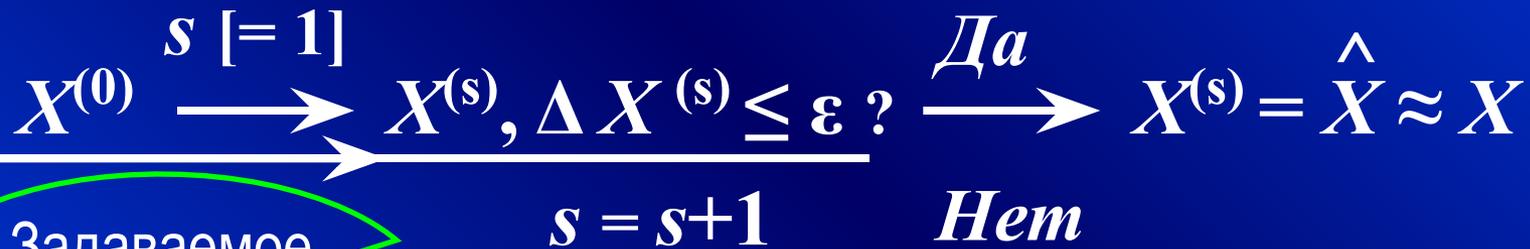
## Особенность С

Осуществляется пошаговый –  
*итерационный процесс*

*Итерация* – повторение

Обозначим  $s$  номер итерации (шага)

### Схема процесса



Задаваемое  
начальное  
приближение

**Процесс последовательного  
пошагового *приближения*  
к решению задачи с заданной точностью  
из некоторого *начального приближения* ,  
основанный на результатах предшествующих  
шагов, называется *итерационным***

**To be  
conti  
nued**

**В основе использования ЧМ –  
*Математическая Модель* (ММ)  
физических, физико-химических,  
конструкционных,  
производственных объектов  
(систем)**

*для чего нужна ММ и что  
это?*

**ЧМ нужны числа. Числа можно взять из  
математического описания системы.**

**Для этого представим ее формально в виде схемы**



Неизвестную истинную связь выходов, собственных параметров и входов системы неявно выражает уравнение состояния

$$F(\vec{y}, \vec{\theta}, \vec{x}, \xi, \tau) = 0$$

Принципиально неизвестно → Используются ММ 

*Математическая Модель –  
формально-знаковое описание системы,  
которое позволяет судить  
о некоторых чертах ее поведения с помощью  
формальных процедур над этим описанием*

см. про ММ *Введение* до середины стр. 18

**ММ нужны для:**

- 1) прогнозирования,  $x \rightarrow y$
- 2) проектирования,  $y(x) \rightarrow \theta$
- 3) принятия решений,  $y_{\text{тр}} \rightarrow x$

Пример – простейшая модель:

$$R_{\text{б}} = \theta_1 R_{\text{ц}} (\text{Ц/В} - \theta_2) \quad (\text{МПа})$$

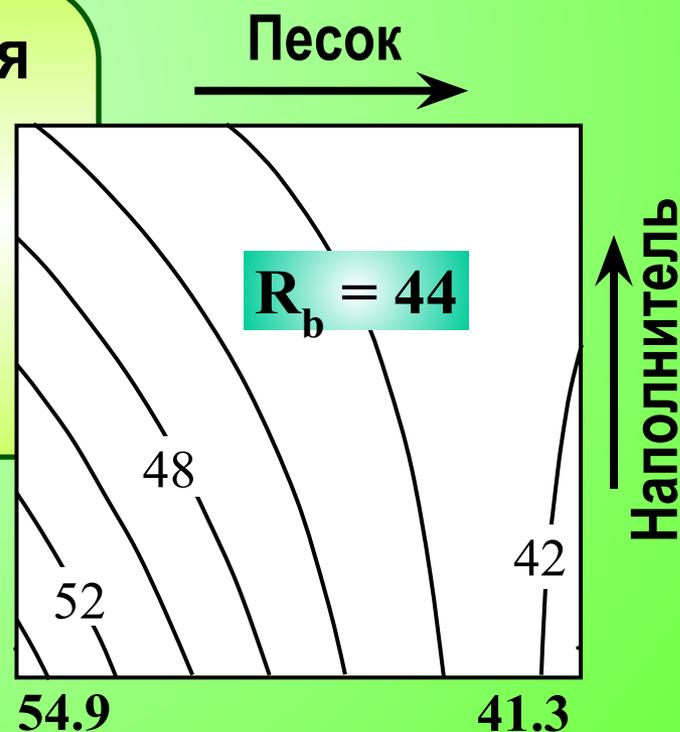
Работать с моделями и увидеть, как ЧМ работают с ММ помогают (позволяют) графические отображения моделей: графики, плоские диаграммы, ...

**NB!**

«Карты» с линиями равного уровня (изогипсы, изобары, изотермы...)

$y = f(x_1, x_2) = C = \text{const} \rightarrow$   
линии равной прочности,  
изолинии плотности, ...

см. стр. 17, рис. В.4



# Путь от модели к результату

---

0. Содержательная постановка задачи – цели и возможности

1. Математическая постановка задачи

2. Выбор метода (из меню)

3. Выбор (разработка) алгоритма

4. Выбор (разработка) программы (из меню)

5. Решение задачи

6. Анализ результатов



## *Группы задач и методов*

**Методы аппроксимации**

**Методы решения уравнений**

**Методы решения СЛАУ**

**Численное интегрирование** и дифференцирование

**Решение дифференциальных уравнений**

**Методы *оптимизации***

*Общее*

# Общее для всех методов

The  
End  
of #1

операций над числами

Методы итерационные, дают ошибку, *всегда*  
нужна оценка ошибки, которую сравнивают с  
нормативом точности

#2