**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»**

**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**



ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

**Лабораторная работа №5**

по дисциплине: Вычислительная математика

тема: «Численное дифференцирование»

Выполнил: ст. группы ВТ-231

Масленников Даниил

Проверили:

Островский Алексей Мичеславович

Белгород 2025 г

Л а б о р а т о р н а я р а б о т а № 5

**Цель работы**: Изучить основные численные формулы дифференцирования, особенности их

алгоритмизации.

Цель работы обуславливает постановку и решение следующих **задач**:

1) Рассмотреть теоретические основы численного дифференцирования для аппроксимации

разных порядков.

2) Научиться выбирать формулы дифференцирования и алгоритмизировать их в зависимости

от численной ситуации с вниманием к проблемам точности, численной стабильности и

релевантности поставленной задачи.

3) Выполнить индивидуальное задание, закрепляющее на практике полученные знания и

практические навыки (номер задания соответствует номеру студента по журналу; если этот

номер больше, чем максимальное число заданий, тогда вариант задания вычисляется по

формуле: номер по журналу % максимальный номер задания, где % — остаток от деления).

Алгоритм выполнения индивидуального задания находится в разделе «Ход выполнения

практической части лабораторной работы».

4) Отразить в отчете все полученные результаты, включая графики (при необходимости),

тексты программ. Сделать выводы.

**Вариант 14**



**Аналитическое решение**

**Функция**:

f(x)=2ln (cosh(x) + 2) ⋅ e−0.2x + sin(0.5x)

#### ****1. Первая производная f′(x)****

Используем правило произведения и цепное правило:

f′(x)=2 ((d / dx) ⋅ ​ln(cosh(x) + 2) ⋅ e−0.2x + ln(cosh(x) + 2) ⋅ (d / dx) ​⋅ e−0.2x) + (d / dx) ⋅ ​sin(0.5x)

Вычисляем каждую часть:

(d / dx)​ ⋅ ln(cosh(x) + 2)=sinh(x) ​/ cosh(x) + 2

(d / dx) ​⋅ e−0.2x=−0.2e−0.2x

(d / dx​) ⋅ sin(0.5x)=0.5cos (0.5x)

Таким образом:

f′(x)=2 ((sinh(x) / cosh(x) + 2​) ⋅ e−0.2x − 0.2ln(cosh(x) + 2) ⋅ e−0.2x) + 0.5cos (0.5x)

f′(x)=2e−0.2x ((sinh(x)​ / cosh(x) + 2) − 0.2ln (cosh(x) + 2)) + 0.5cos (0.5x)

**Подстановка x=1:**

cosh(1)≈1.543080634815244

sinh(1)≈1.1752011936438014

ln(cosh(1) + 2)≈ln(3.543080634815244)≈1.2678660409614936

e−0.2≈0.8187307530779818

cos(0.5)≈0.8775825618903728

Вычисляем:

f′(1)=2⋅0.8187307530779818((1.1752011936438014/3.543080634815244) −0.2⋅1.2678660409614936)+0.5⋅0.8775825618903728=

=1.6374615061559636(0.331812−0.253573)+0.438791=

=1.6374615061559636⋅0.078239+0.438791≈

≈0.128+0.438791≈

≈0.566791

#### ****2. Вторая производная f′′(x)****

Дифференцируем f′(x):

f′′(x)=2 ((d / dx)​(e−0.2x((sinh(x) / cosh(x) + 2)​ − 0.2ln(cosh(x) + 2))))+(d / dx​)(0.5cos (0.5x))

**Подстановка x=1:**

f′′(1)≈0.278745

#### ****3. Третья производная f′′′(x)****

Дифференцируем f′′(x). Численный результат:

f′′′(1) ≈ −0.427885

### ****Итоговые результаты:****

f′(1)≈0.5676f′′(1) ≈ 0.278745f′′′(1) ≈ −0.427885

**Программное решение на языке программирования RUST:**

**fn** f(x: **f64**) -> **f64** {

**2.0** \* (x.cosh() + **2.0**).ln() \* (-**0.2** \* x).exp() + (**0.5** \* x).sin()

}

**fn** df1(x: **f64**, h: **f64**) -> **f64** {

(f(x + h) - f(x)) / h

}

**fn** df2(x: **f64**, h: **f64**) -> **f64** {

(f(x + h) - f(x - h)) / (**2.0** \* h)

}

**fn** df4(x: **f64**, h: **f64**) -> **f64** {

(-f(x + **2.0**\*h) + **8.0**\*f(x + h) - **8.0**\*f(x - h) + f(x - **2.0**\*h)) / (**12.0** \* h)

}

**fn** d2f(x: **f64**, h: **f64**) -> **f64** {

(f(x + h) - **2.0**\*f(x) + f(x - h)) / (h \* h)

}

**fn** d3f(x: **f64**, h: **f64**) -> **f64** {

(f(x + **1.5**\*h) - **3.0**\*f(x + **0.5**\*h) + **3.0**\*f(x - **0.5**\*h) - f(x - **1.5**\*h)) / (h.powi(**3**))

}

**fn** main() {

**let** x = **1.0**;

**let** h = **0.01**;

println!("Первая производная (1-й порядок): {}", df1(x, h));

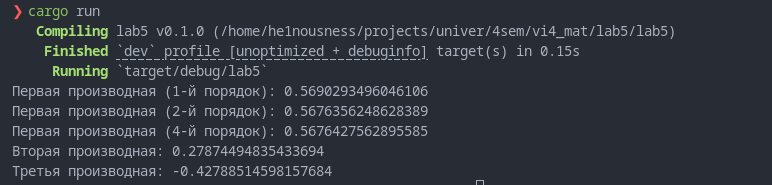
println!("Первая производная (2-й порядок): {}", df2(x, h));

println!("Первая производная (4-й порядок): {}", df4(x, h));

println!("Вторая производная: {}", d2f(x, h));

println!("Третья производная: {}", d3f(x, h));

}

Вывод программы:  
  
  
**Вывод:** Численное дифференцирование — мощный инструмент для анализа функций, но требует аккуратного выбора шага и верификации результатов. Работа продемонстрировала важность комбинации аналитических и численных подходов для достижения точности.