

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Інститут комп’ютерних наук та інформаційних технологій  
Кафедра автоматизованих систем управління



**Звіт**  
до лабораторної роботи № 1  
з дисципліни  
*Чисельні методи*  
на тему:  
“Абсолютна та відносна похибка”

Виконав: студент гр. ОІ-25

Коновалюк О.В.

Прийняв:

Асистент кафедри АСУ

Зварич В.І.

Львів – 2025

## **Лабораторна робота № 1**

### **Абсолютна та відносна похибка**

Мета роботи: вивчити поняття абсолютної та відносної похибки та методи їх оцінювання

Завдання :

1. Для виконання лабораторної роботи потрібно задати три числа  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x_3$ . Число  $x_1$  визначається як десяткове число з чотирма цифрами після коми:

$$x_1=0.abcd,$$

де « $a$ » та « $b$ » – передостання та остання цифри «шифру групи»; « $c$ » і « $d$ » – передостання та остання цифри номера студентського квитка відповідно. Числа  $x_2$  та  $x_3$  обчислюються додаванням до  $x_1$  відповідно 1 і 2:

$$x_2=x_1+1 \quad x_3=x_1+2$$

(Приклад. Нехай шифр групи закінчується на **11**, а номер студентського квитка закінчується на **05**. Тоді:  $x_1=0.1105$ ,  $x_2=1.1105$  та  $x_3=2.1105$ ).

2. Оцінити абсолютну та відносну похибку обчислення величини функції згідно варіанту (номер варіанта визначається порядковим номером студента у списку групи) при умові:

- значення величин абсолютнох похибок аргументів  $x_1, x_2, x_3$  знаходяться з використанням граничних відносних похибок аргументів;
- значення величини абсолютнох похибок аргументів  $x_1, x_2, x_3$  становить:

$$\Delta x_{1,2,3}=N \cdot 10^{-3}, \text{ де } N \text{ – номер варіанта.}$$

3. Розробити програму для знаходження абсолютної та відносної похибок заданої функції згідно умови А) та Б). Також, доповнити текст програми таким чином, щоб у результатах виконання програми було відображенено наступну інформацію: **група, ПІБ студента, номер ЛР і варіанту завдання.**

ВАРИАНТ 12

$$F = 8x_1^2 + 6x_2^2 + 4x_3^2 - 6x_2x_3 - 4x_1 + 20\operatorname{ctg}(x_2 - x_3);$$

**Опрацювання типового навчального завдання (прикладів).**

Алгоритм виконання завдання:

**1. обчислення значення функції та обчислення часткових похідних**

$$F = 8 \cdot (0,2594)^2 + 6 \cdot (1,2594)^2 + 4 \cdot (2,2594)^2 - 6 \cdot 1,2594 \cdot 2,2594 - 4 \cdot 0,2594 + \frac{20}{\operatorname{ctg}(t-1)} = \\ = -0,47899200$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = 16 \cdot 0,2594 - 4 = 0,150400$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_2} = -26,68925855$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_3} = 8 \cdot 1,2594 - 6 \cdot 2,2594 - \frac{20}{\operatorname{ctg}(t-1)} = 38,4644$$

**2. розрахунок похибок**

$$\Delta x_1 = 0,2594 \cdot (10)^{-4} \cdot \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,00000649$$

$$\Delta x_2 = 1,2594 \cdot (10)^{-4} \cdot \frac{1}{2 \cdot 1} = 0,00006297$$

$$\Delta x_3 = 2,2594 \cdot (10)^{-4} \cdot \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,00005649$$

$$\begin{aligned}
 (A) \Delta F = & 0,1504 \cdot 6,485 \cdot 10^6 \cdot 0,2594 + \\
 & + 6,297 \cdot 10^5 \cdot 0,2594 \cdot 26,68925855 + \\
 & + 3,6485 \cdot 10^5 \cdot 0,2594 \cdot 38,7644 = \\
 & = 0,6293088
 \end{aligned}$$

$$(A) SF = \frac{0,0283088}{0,47799200} = 0,00592245$$

$$\begin{aligned}
 (B) \Delta F = & 0,1504 \cdot 0,012 + 26,68925855 \times \\
 & \times 0,012 + 38,7644 - 0,012 = 0,1467072
 \end{aligned}$$

$$(B) SF = \frac{0,1467072}{0,477992} = 0,30692397$$

### Створення проекту для виконання індивідуального завдання.

```

public class Lab_1_CHM {
    public static int firstSignificantDigit(double number) {
        number = Math.abs(number);
        if (number == 0.0) return 0;
        while (number < 1.0) {
            number *= 10.0;
        }
        return (int) number;
    }
}

```

```
}
```

```
public static void main(String[] args) {
```

```
    // Інформація про студента
```

```
    System.out.println("Група: ОІ-25");
```

```
    System.out.println("ПІБ: Олег Коновалюк");
```

```
    System.out.println("ЛР №: 1");
```

```
    System.out.println("Варіант: 12\n");
```

```
    // Вхідні значення
```

```
    double x1 = 0.2594;
```

```
    double x2 = 1.2594;
```

```
    double x3 = 2.2594;
```

```
    System.out.printf("Вхідні значення:\n");
```

```
    System.out.printf("x1 = %.5f\n", x1);
```

```
    System.out.printf("x2 = %.5f\n", x2);
```

```
    System.out.printf("x3 = %.5f\n", x3);
```

```
    // Перші значущі цифри
```

```
    int sig1 = firstSignificantDigit(x1);
```

```
    int sig2 = firstSignificantDigit(x2);
```

```
    int sig3 = firstSignificantDigit(x3);
```

```
    System.out.println("Перші значущі цифри:");
```

```
    System.out.println("x1 → " + sig1);
```

```
    System.out.println("x2 → " + sig2);
```

```
    System.out.println("x3 → " + sig3 + "\n");
```

```
    // Границні відносні похибки (умова А)
```

```
    double relErr1 = x1 * Math.pow(10, -4) / (2 * sig1);
```

```
    double relErr2 = x2 * Math.pow(10, -4) / (2 * sig2);
```

```
    double relErr3 = x3 * Math.pow(10, -4) / (2 * sig3);
```

```
    System.out.println("Границні відносні похибки (умова А):");
```

```
    System.out.printf("relErr1 = %.8f\n", relErr1);
```

```
    System.out.printf("relErr2 = %.8f\n", relErr2);
```

```
    System.out.printf("relErr3 = %.8f\n", relErr3);
```

```
    // Абсолютні похибки (умова А)
```

```

double dx1_A = relErr1 * Math.abs(x1);
double dx2_A = relErr2 * Math.abs(x2);
double dx3_A = relErr3 * Math.abs(x3);

System.out.println("Абсолютні похибки (умова А):");
System.out.printf("Δx1 = %.8f\n", dx1_A);
System.out.printf("Δx2 = %.8f\n", dx2_A);
System.out.printf("Δx3 = %.8f\n\n", dx3_A);

// Абсолютні похибки (умова Б)
int N = 12;
double dx1_B = N * 1e-3;
double dx2_B = N * 1e-3;
double dx3_B = N * 1e-3;

System.out.println("Абсолютні похибки (умова Б):");
System.out.printf("Δx1 = %.5f\n", dx1_B);
System.out.printf("Δx2 = %.5f\n", dx2_B);
System.out.printf("Δx3 = %.5f\n\n", dx3_B);

// Обчислення значення функції
double F = 8 * x1 * x1 + 6 * x2 * x2 + 4 * x3 * x3
        - 6 * x2 * x3 - 4 * x1 + 20 / Math.tan(x2 - x3);

System.out.printf("Значення функції F(x1,x2,x3): %.8f\n\n", F);

// Часткові похідні
double sinDiff = Math.sin(x2 - x3);
double cotgDeriv = 20 / Math.pow(sinDiff, 2);

double dFdx1 = 16 * x1 - 4;
double dFdx2 = 12 * x2 - 6 * x3 - cotgDeriv;
double dFdx3 = 8 * x3 - 6 * x2 + cotgDeriv;

System.out.println("Часткові похідні:");
System.out.printf("∂F/∂x1 = %.8f\n", dFdx1);
System.out.printf("∂F/∂x2 = %.8f\n", dFdx2);
System.out.printf("∂F/∂x3 = %.8f\n\n", dFdx3);

// Абсолютна похибка (умова А)

```

```
    double dF_A = Math.abs(dFdx1 * dx1_A + dFdx2 * dx2_A + dFdx3
* dx3_A);
    double relF_A = dF_A / Math.abs(F);

    // Абсолютна похибка (умова Б)
    double dF_B = Math.abs(dFdx1 * dx1_B + dFdx2 * dx2_B + dFdx3
* dx3_B);
    double relF_B = dF_B / Math.abs(F);

    // Вивід результатів
    System.out.println("Похибки функції:");
    System.out.printf("Абсолютна похибка (A): %.8f\n", dF_A);
    System.out.printf("Відносна похибка (A): %.8f\n", relF_A);
    System.out.printf("Абсолютна похибка (Б): %.8f\n", dF_B);
    System.out.printf("Відносна похибка (Б): %.8f\n", relF_B);
}
```

Приклад роботи:

ПІБ: Олег Коновалюк

ЛР №: 1

Варіант: 12

Вхідні значення:

$x_1 = 0.25940$

$x_2 = 1.25940$

$x_3 = 2.25940$

Перші значущі цифри:

$x_1 \rightarrow 2$

$x_2 \rightarrow 1$

$x_3 \rightarrow 2$

Граничні відносні похибки (умова А):

$relErr1 = 0.00000649$

$relErr2 = 0.00006297$

$relErr3 = 0.00005649$

Абсолютні похибки (умова А):

$\Delta x_1 = 0.00000168$

$\Delta x_2 = 0.00007930$

Абсолютні похибки (умова А):

$\Delta x_1 = 0.00000168$

$\Delta x_2 = 0.00007930$

$\Delta x_3 = 0.00012762$

Абсолютні похибки (умова Б):

$\Delta x_1 = 0.01200$

$\Delta x_2 = 0.01200$

$\Delta x_3 = 0.01200$

Значення функції  $F(x_1, x_2, x_3)$ : -0.47799200

Часткові похідні:

$\partial F / \partial x_1 = 0.15040000$

$\partial F / \partial x_2 = -26.68925855$

$\partial F / \partial x_3 = 38.76445855$

Похибки функції:

Абсолютна похибка (А): 0.00283088

Відносна похибка (А): 0.00592245

Абсолютна похибка (Б): 0.14670720

Відносна похибка (Б): 0.30692397

## Висновок:

Вивчив поняття абсолютної та відносної похибки та методи їх оцінювання. Отримав практичні знання з їх обчислення. У результаті виконаної роботи було опановано принципи визначення абсолютної та відносної похибки, а також методи їх обчислення на практичних прикладах. Проведені розрахунки показали, що найбільший вплив на значення функції мають похибки змінних  $x_2$  і особливо  $x_3$ , тоді як похибка  $x_1$  майже незначна.