

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки**

Лабораторна робота №2.1
з дисципліни
«Алгоритми і структури даних»

Виконав:

студент групи ІМ-23
Юхименко Станіслав Романович
номер у списку групи: 28

Перевірила:

Молчанова А. А.

Київ 2023

Постановка задачі

Дане натуральне число n . Знайти суму перших n членів ряду чисел, заданого рекурентною формулою. Розв'язати задачу трьома способами (написати три програми):

- 1) в програмі використати рекурсивну процедуру або функцію, яка виконує обчислення i членів ряду, і суми на рекурсивному спуску;
- 2) в програмі використати рекурсивну процедуру або функцію, яка виконує обчислення i членів ряду, і суми на рекурсивному поверненні;
- 3) в програмі використати рекурсивну процедуру або функцію, яка виконує обчислення членів ряду на рекурсивному спуску, а обчислення суми на рекурсивному поверненні.

Варіант № 28

$$F_1 = 1; F_{i+1} = F_i \cdot x^2 / (4i^2 - 2i); i > 0;$$

$$\sum F_i = \operatorname{ch} x.$$

Текст програми main.c

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>

#include "functionProto.h"

int main() {

    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);

    int n;
    double x;

    double resultDescent;
    double resultReturn;
    double resultCombined;
    double resultLoop;
    double resultMath;
    double measurementError;

    printf("Enter x: ");
    scanf_s("%lf", &x);
    printf("Enter the number of repetitions (n): ");
    scanf_s("%d", &n);
    printf("\n");
    if (n > 0) {
        resultMath = cosh(x);

        resultDescent = recursiveDescent(x, n, 1, 1, 1);
        printf("Result after recursive descent method: \t\t%lf; Measurement error  
according to cosh(x): %lf\n\n", resultDescent, resultMath - resultDescent);

        resultReturn = recursiveReturn(x, n);
        printf("Result after recursive return method: \t\t%lf; Measurement error  
according to cosh(x): %lf\n\n", SUMM, resultMath - SUMM);

        resultCombined = recursiveCombined(x, 1, n, 1);
        printf("Result after combined method: \t\t\t%lf; Measurement error  
according to cosh(x): %lf\n\n", resultCombined, resultMath - resultCombined);

        resultLoop = recursiveLoop(x, n);
        printf("Result after loop: \t\t\t\t%lf; Measurement error according to  
cosh(x): %lf\n\n", resultLoop, resultMath - resultLoop);

        printf("Result after <math.h> (cosh(x) function): \t%lf\n", resultMath);
    }
    else
        printf("n must be greater than 0");
    return 1;
}
```

Текст програми functionProto.h

(прототипи функцій)

```
#pragma once

extern double SUMM;

double recursiveDescent(double x, int n, double product, double summ, int i);

double recursiveReturn(double x, int n);

double recursiveCombined(double x, int i, int n, double product);
```

```
double recursiveLoop(double x, int n);
```

Текст програми recursiveDescent.c

(метод рекурсивного спуску)

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>

double recursiveDescent(double x, int n, double product, double summ, int i) {

    if (n == 0) {
        return summ;
    }
    else {
        product *= (x * x) / (4 * i * i - 2 * i);
        summ += product;
        summ = recursiveDescent(x, n - 1, product, summ, i + 1);
    }
    return summ;
}
```

Текст програми recursiveReturn.c

(метод рекурсивного повернення)

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>

#include "functionProto.h"

double SUMM = 0.0;

double recursiveReturn(double x, int n) {

    double i = -1;
    if (n == 0) {
        i = 1;
    }
    else {
        i = recursiveReturn(x, n - 1) * x * x / (4.0 * n * n - 2.0 * n);
    }
    SUMM += i;
    return i;
}
```

Текст програми recursiveCombined.c

(метод рекурсивного спуску та повернення)

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>

double recursiveCombined(double x, int i, int n, double product) {
    double summ = 0.0;

    if (i == n + 1) {
        return summ + 1;
    }
    else {
        product *= (x * x) / (4 * i * i - 2 * i);
        summ = recursiveCombined(x, i + 1, n, product);
    }
}
```

```

    summ += product;
    return summ;
}

```

Текст програми recursiveLoop.c

(обчислення за допомогою циклу)

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <windows.h>

double recursiveLoop(double x, int n) {
    double product, summ;
    product = summ = 1;

    for (int i = 1; i <= n; i++) {
        product *= (x * x) / (4 * i * i - 2 * i);
        summ += product;
    }
    return summ;
}

```

Скріншоти тестування програми

```

Microsoft Visual Studio Debug Console
Enter x: 2.5
Enter the number of repetitions (n): 5

Result after recursive descent method:      6.132161; Measurement error according to cosh(x): 0.000129
Result after recursive return method:      6.132161; Measurement error according to cosh(x): 0.000129
Result after combined method:              6.132161; Measurement error according to cosh(x): 0.000129
Result after loop:                         6.132161; Measurement error according to cosh(x): 0.000129
Result after <math.h> (cosh(x) function):  6.132289

C:\Users\ADMIN\source\repos\Lab_2_2_1\x64\Debug\Lab_2_2.1.exe (process 42584) exited with code 1.
Press any key to close this window . . .

```

```

Microsoft Visual Studio Debug Console
Enter x: 3
Enter the number of repetitions (n): 5

Result after recursive descent method:      10.066496; Measurement error according to cosh(x): 0.001166
Result after recursive return method:      10.066496; Measurement error according to cosh(x): 0.001166
Result after combined method:              10.066496; Measurement error according to cosh(x): 0.001166
Result after loop:                         10.066496; Measurement error according to cosh(x): 0.001166
Result after <math.h> (cosh(x) function):  10.067662

C:\Users\ADMIN\source\repos\Lab_2_2_1\x64\Debug\Lab_2_2.1.exe (process 5984) exited with code 1.
Press any key to close this window . . .

```

```

Microsoft Visual Studio Debug Console
Enter x: 4
Enter the number of repetitions (n): 5

Result after recursive descent method:      27.269912; Measurement error according to cosh(x): 0.038321
Result after recursive return method:      27.269912; Measurement error according to cosh(x): 0.038321
Result after combined method:              27.269912; Measurement error according to cosh(x): 0.038321
Result after loop:                         27.269912; Measurement error according to cosh(x): 0.038321
Result after <math.h> (cosh(x) function):  27.308233

C:\Users\ADMIN\source\repos\Lab_2_2_1\x64\Debug\Lab_2_2.1.exe (process 13048) exited with code 1.
Press any key to close this window . . .

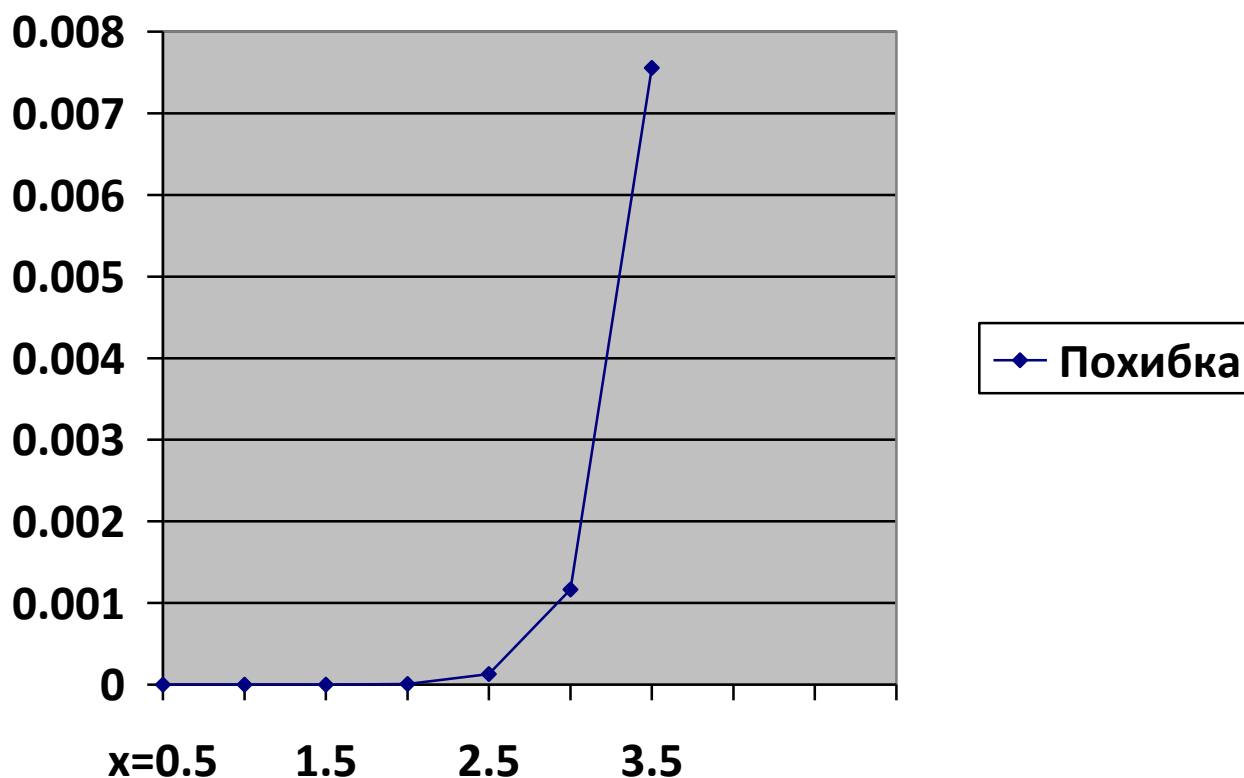
```

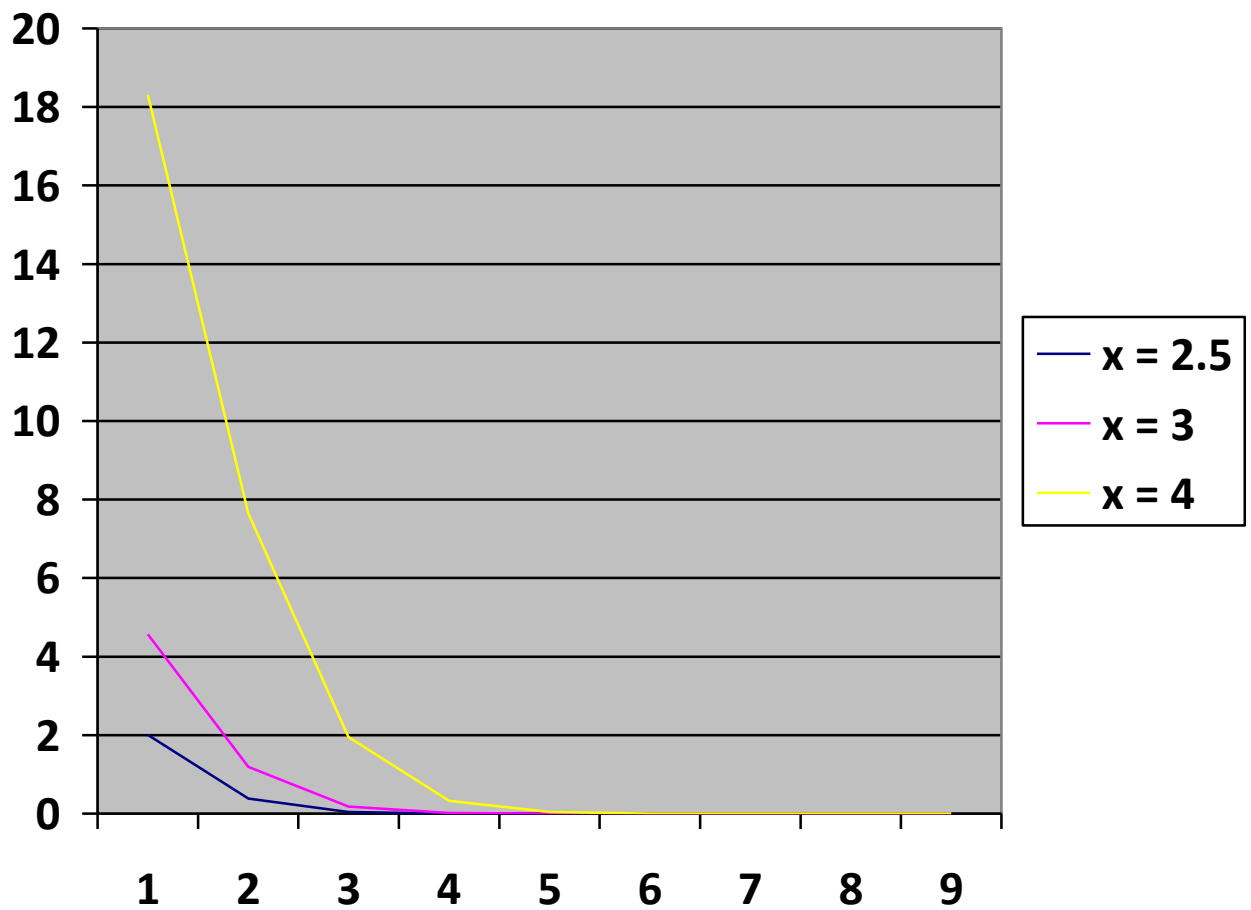
```
Microsoft Visual Studio Debug Console
Enter x: 10
Enter the number of repetitions (n): 15
Result after recursive descent method:      11013.232503; Measurement error according to cosh(x): 0.000417
Result after recursive return method:      11013.232503; Measurement error according to cosh(x): 0.000417
Result after combined method:              11013.232503; Measurement error according to cosh(x): 0.000417
Result after loop:                        11013.232503; Measurement error according to cosh(x): 0.000417
Result after <math.h> (cosh(x) function):  11013.232920
C:\Users\ADMIN\source\repos\Lab_2_2_1\x64\Debug\Lab_2_2.1.exe (process 28268) exited with code 1.
Press any key to close this window . . .
```

```
Microsoft Visual Studio Debug Console
Enter x: 3
Enter the number of repetitions (n): 7
Result after recursive descent method:      10.067660; Measurement error according to cosh(x): 0.000002
Result after recursive return method:      10.067660; Measurement error according to cosh(x): 0.000002
Result after combined method:              10.067660; Measurement error according to cosh(x): 0.000002
Result after loop:                        10.067660; Measurement error according to cosh(x): 0.000002
Result after <math.h> (cosh(x) function):  10.067662
C:\Users\ADMIN\source\repos\Lab_2_2_1\x64\Debug\Lab_2_2.1.exe (process 4748) exited with code 1.
Press any key to close this window . . .
```

Графік похибки:

N = 5:





N =	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x = 2.5$	2.007289	0.379685	0.040601	0.002757	0.000129	0.000004	0	0	0
$x = 3$	4.567662	1.192662	0.180162	0.017439	0.001166	0.000057	0.000002	0	0
$x = 4$	18.308233	7.641566	1.952677	0.32728	0.038321	0.003296	0.000216	0.000011	0

Посилання на гітхаб репозиторій:

<https://github.com/stasyukhymenko/ASD-Lab-2-2.1.git>