

**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-22
Тимофеев Даниїл Костянтинович
номер у списку групи: 20

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 і членів ряду, і суми на рекурсивному спуску; 2) в програмі використати рекурсивну процедуру або функцію, яка виконує обчислення і 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. Програми повинні працювати коректно для довільного натурального n включно з $n = 1$.

Завдання варіанту № 20 :

Варіант № 20

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

$$\sum F_i = \operatorname{arcth} x, |x| < 1;$$

Текст програм :

1) Обчислення і членів ряду, і суми на рекурсивному спуску (main.c) :

```
#include <stdio.h>
double multiplier (int i, double x) {
    return x*x*(2*i-1)/(2*i+1);
}
double recSummation (double previous,int present, double sum,double x,int n)
{
    double item;
    if (present == 1) {
        item = x;
    } else {
        item = previous*multiplier(present-1,x);
    }
    sum += item;
    if (present == n) {
        return sum;
    } else {
        return recSummation (item,present+1,sum,x,n);
    }
}
double provideRecurtion (double parameter, int amount) {
    return recSummation(0,1,0,parameter,amount);
}
int main() {
    double argument = -1;
    while (argument >=1 || argument<= -1) {
        printf("Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1\n");
        scanf("%lf" , &argument);
    }
    int number;
    printf("Please, write down the value of n\n");
    scanf("%d" , &number);
    double sum = provideRecurtion(argument,number);
```

```
printf("The first result is %.301f", sum);
return 0;
}
```

2) Обчислення і членів ряду, і суми на рекурсивному поверненні (recursion return.c) :

```
#include <stdio.h>
double multiply (int i, double x) {
    return x*x*(2*i-1)/(2*i+1);
}
double recSummation (int n, double *sum, double x) {
    if (n == 1) {
        *sum += x;
        return x;
    }
    double item = recSummation(n-1, sum, x) * multiply(n-1, x);
    *sum += item;
    return item;
}
double summation (double parameter, int amount, double *sum) {
    *sum = 0;
    return recSummation(amount, sum, parameter);
}
int main() {
    double argument = -1;
    while (argument >= 1 || argument <= -1) {
        printf("Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1\n");
        scanf("%lf" , &argument);
    }
    unsigned int number;
    printf("Please, write down the value of n\n");
    scanf("%d" , &number);
    double sum;
    summation(argument, number, &sum);
    printf("The second result is %.301f", sum);
    return 0;
}
```

3) Обчислення членів ряду на рекурсивному спуску, а обчислення суми на рекурсивному поверненні (mixed method.c) :

```
#include <stdio.h>
double multiplier (int i, double x) {
    return x*x*(2*i-1)/(2*i+1);
}
double recSummation (double previous, int present, double x, int n) {
    double item;
    if (present == 1) {
        item = x;
    } else {
        item = previous*multiplier(present-1, x);
    }
    if (present == n) {
        return item;
    } else {
        double sum = item + recSummation(item, present+1, x, n);
        return sum;
    }
}
```

```

double provideRecurtion (double parameter, int amount) {
    return recSummation(0,1,parameter,amount);
}
int main() {
    double argument = -1;
    while (argument >=1 || argument<= -1) {
        printf("Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1\n");
        scanf("%lf" , &argument);
    }
    unsigned int number;
    printf("Please, write down the value of n\n");
    scanf("%d" , &number);
    double sum = provideRecurtion(argument,number);
    printf("The third result is %.30lf", sum);
    return 0;
}

```

4) Тестування : циклічний варіант рішення задачі (Loop test.c) :

```

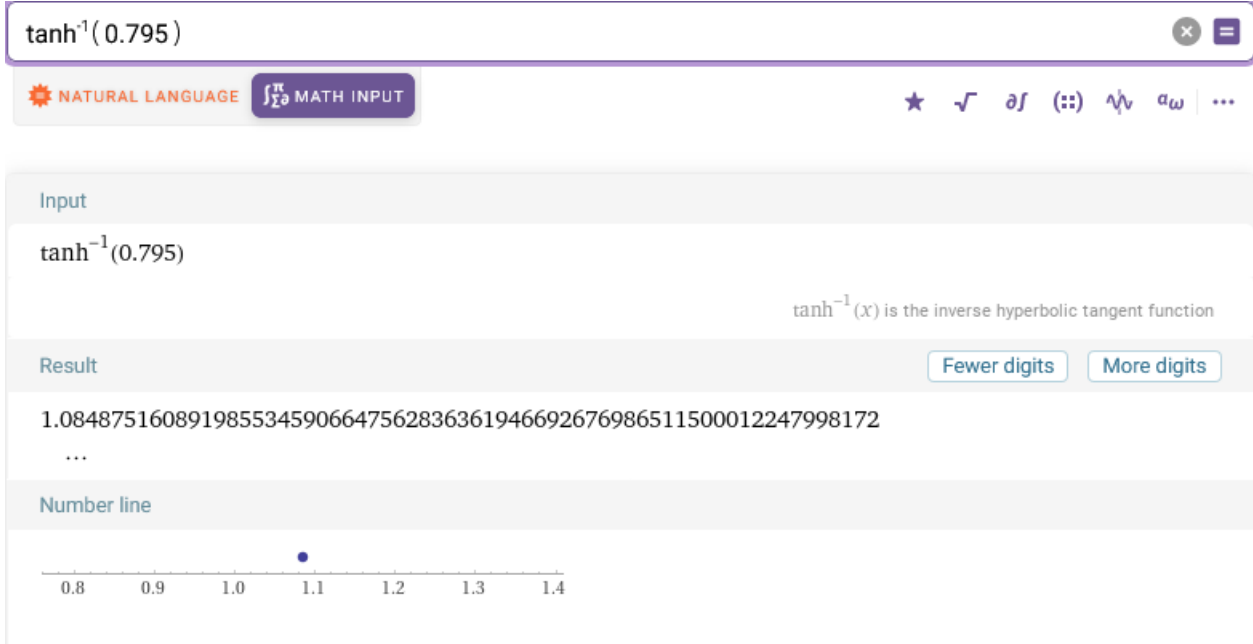
#include <stdio.h>
double multiplier (int i,double x) {
    return x*x*(2*i-1)/(2*i+1);
}
double recSummation (double x, int amount) {
    double sum = x;
    double item = x;
    for (int i = 2; i <= amount ; i++) {
        item *= multiplier(i-1,x);
        sum += item;
    }
    return sum;
}
int main() {
    double argument = -1;
    while (argument >=1 || argument<= -1) {
        printf("Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1\n");
        scanf("%lf" , &argument);
    }
    unsigned int number;
    printf("Please, write down the value of n\n");
    scanf("%d" , &number);
    double sum = recSummation(argument,number);
    printf("The test result is %.30lf", sum);
    return 0;
}

```

Тестування програм :

А) Для заданого $x = 0.795$

Результат на калькуляторі : arth(0.795)



1) Для заданного $n = 5$:

Программа 1 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
5
The first result is 1.068767870002678588292610584176
Process finished with exit code 0
```

Программа 2 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
5
The second result is 1.068767870002678588292610584176
Process finished with exit code 0
```

Программа 3 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
5
The third result is 1.068767870002678588292610584176
Process finished with exit code 0
```

Программа 4 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
5
The test result is 1.068767870002678588292610584176
Process finished with exit code 0
```

Графічний калькулятор :

$$k = 0.795$$

-10

10

$$f(x,n) = \frac{x \cdot k^2(2n-1)}{2n+1}$$

$$\tau_2 = f(0.795, 1)$$

$$\tau_2 = 0.167486625$$

$$\tau_3 = f(\tau_2, 2)$$

$$\tau_3 = 0.0635134404994$$

$$\tau_4 = f(\tau_3, 3)$$

$$\tau_4 = 0.0286729158797$$

$$\tau_5 = f(\tau_4, 4)$$

$$\tau_5 = 0.0140948886236$$

$$A = k + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$$

$$A = 1.06876787$$

2) Для заданого n = 60 :

Програма 1 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
60
The first result is 1.084875160891966450193990567641
Process finished with exit code 0
```

Програма 2 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_sememstr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
60
The second result is 1.084875160891966450193990567641
Process finished with exit code 0
```

Програма 3 :

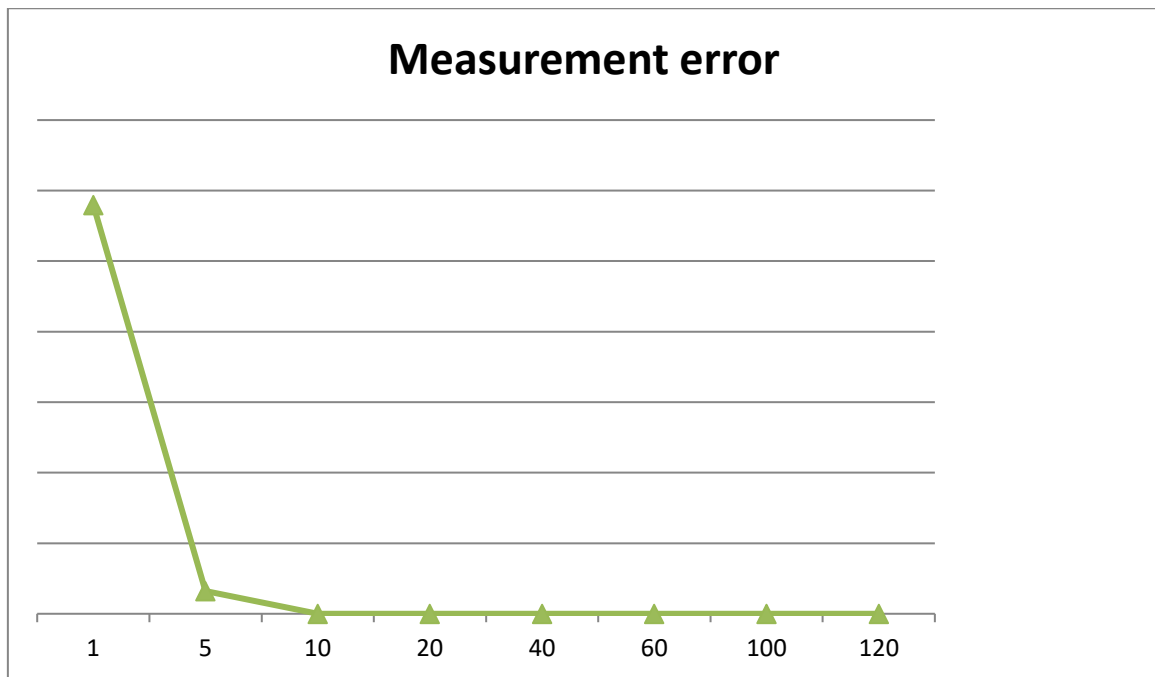
```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_sememstr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
60
The third result is 1.084875160891966450193990567641
Process finished with exit code 0
```

Програма 4 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_sememstr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.795
Please, write down the value of n
60
The test result is 1.084875160891966450193990567641
Process finished with exit code 0
```

Похибка :

1	5	10	20	40	60	100	120
0.289875	0.016107	0.0009216	$5.0702236 \cdot 10^{-6}$	$2.744315 \cdot 10^{-10}$	$1.908439 \cdot 10^{-14}$	$1.143934 \cdot 10^{-17}$	$1.143934 \cdot 10^{-17}$



В) Значення заданого $x = 0.278$

$\tanh^{-1}(0.278)$
✕ =

🔥 NATURAL LANGUAGE
📐 MATH INPUT
★ √ ∂f (::) √v aω ...

Input

$\tanh^{-1}(0.278)$

$\tanh^{-1}(x)$ is the inverse hyperbolic tangent function

Result Fewer digits More digits

0.2855132480223269420509450712911892157898995598789036872574469982

...

1) Для $n = 5$:

Програма 1 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.278
Please, write down the value of n
5
The first result is 0.285513173459485514182887300194
Process finished with exit code 0
```

Програма 2 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_semestr_.exe"
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1
0.278
Please, write down the value of n
5
The second result is 0.285513173459485514182887300194
Process finished with exit code 0
```


Програма 3 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_sememstr_.exe"  
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1  
0.278  
Please, write down the value of n  
5  
The third result is 0.285513173459485514182887300194  
Process finished with exit code 0
```

Програма 4 :

```
"C:\Users\Daniil\CLionProjects\Lab1(2 semestr)\cmake-build-debug\Lab1_2_sememstr_.exe"  
Please, write down the value of x , Hint : |x| < 1  
0.278  
Please, write down the value of n  
5  
The test result is 0.285513173459485514182887300194  
Process finished with exit code 0
```

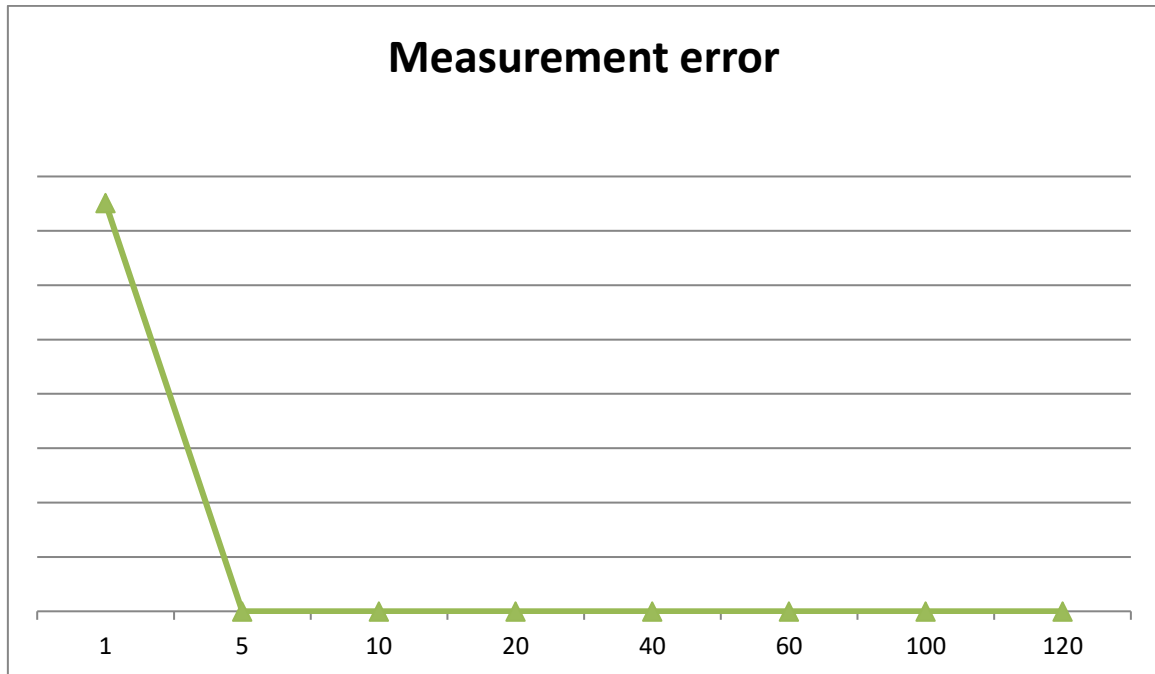
Графічний калькулятор :

The graphical calculator interface displays a sequence of calculations for a series. It features a list of steps, each with a formula and its result, and a slider for the variable k .

Step	Formula	Result
1	$k = 0.278$	$k = 0.278$
2	$f(x,n) = \frac{x \cdot k^2(2n-1)}{2n+1}$	
3	$\tau_2 = f(0.278,1)$	$\tau_2 = 0.00716165066667$
4	$\tau_3 = f(\tau_2,2)$	$\tau_3 = 0.000332088606074$
5	$\tau_4 = f(\tau_3,3)$	$\tau_4 = 0.0000183322398799$
6	$\tau_5 = f(\tau_4,4)$	$\tau_5 = 0.00000110194686535$
7	$A = k + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$	$A = 0.285513173459$

Похибка :

1	5	10	20	40	60	100	120
0.00751	$7.4562 \cdot 10^{-8}$	$1.081 \cdot 10^{-13}$	Approx 0	Approx 0	Approx 0	Approx 0	Approx 0



Графік залежності похибки від змінної ікс :

