

**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
Кушнір Микола Миколайович
номер у списку групи: 13

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, i суми на рекурсивному спуску;
- 2) в програмі використати рекурсивну процедуру або функцію, яка виконує обчислення i членів ряду, i 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 для варіанту 13

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

$$\sum F_i = \arcsin x, -1 < x < 1.$$

Текст програм

Алгоритм 1

```
double alg1(
    double x,
    unsigned int n,
    unsigned int i,
    double currentElement,
    double currentSum
)
{
    double item;
    if (n == 0)
        item = currentSum;
    else
    {
        if (i == 0)
            currentElement = x;
        else
        {
            currentElement = currentElement *
                (x * x) *
                ((2 * i - 1) * (2 * i - 1)) /
                (4 * (i * i) + 2 * i);
        }
        currentSum += currentElement;
        item = alg1(x, (n - 1), (i + 1), currentElement, currentSum);
    }
    return item;
}
```

Алгоритм 2

```
typedef struct
{
    double element, sum;
} structure;

structure alg2(double x, unsigned int n)
{
    structure result;
    if (n == 1)
        result.sum = result.element = x;
    else
    {
        result = alg2(x, (n - 1));
        --n;
        result.element = result.element *
            (x * x) *
            ((2 * n - 1) * (2 * n - 1)) /
            (4 * (n * n) + 2 * n);
        result.sum += result.element;
    }
    return result;
}
```

Алгоритм 3

```
double alg3(
    double x,
    unsigned n,
    unsigned i,
    double currentElement
)
{
    double sum;
    if (n == 0)
        sum = 0;
    else
    {
        if (i == 0)
            currentElement = x;
        else
        {
            currentElement = currentElement *
                (x * x) *
                ((2 * i - 1) * (2 * i - 1)) /
                (4 * (i * i) + 2 * i);
        }
        sum = alg3(x, (n - 1), (i + 1), currentElement);
        sum += currentElement;
    }
    return sum;
}
```

Результати тестування програм

Циклічний варіант рішення задачі

```
double loop(double x, unsigned n)
{
    double element, sum;
    sum = element = x;
    for (int i = 1; i < n; ++i)
    {
        element = element *
            (x * x) *
            (2 * i - 1) * (2 * i - 1) /
            (4 * (i * i) + 2 * i);
        sum += element;
    }
    return sum;
}
```

Обчислення за допомогою програм

Результати обчислення за
допомогою *алгоритму 1*

```
C:\Users\myko\CLionProjects x + v
Hi! What do you want to do?
1. Run algorithm 1
2. Run algorithm 2
3. Run algorithm 3
4. Perform calculations using a loop
5. Get the value using asin() function
6. Clear the console
7. Exit
*to select an option enter its number and press 'Enter';
```

```
> 1
Enter your n (1, 2, 3...): 5
Enter your x in range (-1; 1): -0.73
Approximation result: -0.817104711230
```

Результати обчислення за
допомогою *алгоритму 2*

```
> 2
Enter your n (1, 2, 3...): 5
Enter your x in range (-1; 1): -0.73
Approximation result: -0.817104711230
```

Результати обчислення за
допомогою *алгоритму 3*

```
> 3
Enter your n (1, 2, 3...): 5
Enter your x in range (-1; 1): -0.73
Approximation result: -0.817104711230
```

Результати обчислення
циклічною програмою

```
> 4
Enter your n (1, 2, 3...): 5
Enter your x in range (-1; 1): -0.73
Approximation result: -0.817104711230
```

Результати обчислення на калькуляторі

C2				-0.73
	A	B	C	D
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230
3		2	-0.064836166667	
4		3	-0.015548036948	
5		4	-0.004931874339	
6		5	-0.001788633277	

C3				=C2 * (C2 * C2) * ((2*B2 - 1) * (2*B2 - 1)) / (4*(B2*B2) + 2*B2)		
	A	B	C	D	E	
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума		
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230		
3		2	-0.064836166667			
4		3	-0.015548036948			
5		4	-0.004931874339			
6		5	-0.001788633277			

C4	:	\times	\checkmark	f_x	=C3 * (C2 * C2) * ((2*B3 - 1) * (2*B3 - 1)) / (4*(B3*B3) + 2*B3)
	A	B	C	D	E
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума	
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230	
3		2	-0.064836166667		
4		3	-0.015548036948		
5		4	-0.004931874339		
6		5	-0.001788633277		

C5				=C4 * (C2 * C2) * ((2*B4 - 1) * (2*B4 - 1)) / (4*(B4*B4) + 2*B4)	
	A	B	C	D	E
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума	
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230	
3		2	-0.064836166667		
4		3	-0.015548036948		
5		4	-0.004931874339		
6		5	-0.001788633277		

C6				=C5 * (C2 * C2) * ((2*B5 - 1) * (2*B5 - 1)) / (4*(B5*B5) + 2*B5)	
	A	B	C	D	E
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума	
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230	
3		2	-0.064836166667		
4		3	-0.015548036948		
5		4	-0.004931874339		
6		5	-0.001788633277		

D2				=SUM(C2:C6)
	A	B	C	D
1	Значення x	Значення i	Обчислення Fi	Сума
2	-0.73	1	-0.73	-0.817104711230
3		2	-0.064836166667	
4		3	-0.015548036948	
5		4	-0.004931874339	
6		5	-0.001788633277	

Аналіз похибок (для $n = 5$)

Значення x	Результат апроксимації	Значення $\arcsin(x)$	Похибка	Абсолютна похибка
-0.99	-1.292405244179	-1.429256853470	-0.136851609291	0.136851609291
-0.9	-1.098909877952	-1.119769514999	-0.020859637047	0.020859637047
-0.8	-0.923349414603	-0.927295218002	-0.003945803399	0.003945803399
-0.7	-0.774674468963	-0.775397496611	-0.000723027648	0.000723027648
-0.6	-0.643387894286	-0.643501108793	-0.000113214507	0.000113214507
-0.5	-0.523585195390	-0.523598775598	-0.000013580208	0.000013580208
-0.4	-0.411515773968	-0.411516846067	-0.000001072099	0.000001072099
-0.3	-0.304692611401	-0.304692654015	-0.000000042614	0.000000042614
-0.2	-0.201357920317	-0.201357920790	-0.000000000473	0.000000000473
-0.1	-0.100167421161	-0.100167421162	-0.000000000001	0.000000000001
0	0	0	0	0
0.1	0.100167421161	0.100167421162	0.000000000001	0.000000000001
0.2	0.201357920317	0.201357920790	0.000000000473	0.000000000473
0.3	0.304692611401	0.304692654015	0.000000042614	0.000000042614
0.4	0.411515773968	0.411516846067	0.000001072099	0.000001072099
0.5	0.523585195390	0.523598775598	0.000013580208	0.000013580208
0.6	0.643387894286	0.643501108793	0.000113214507	0.000113214507
0.7	0.774674468963	0.775397496611	0.000723027648	0.000723027648
0.8	0.923349414603	0.927295218002	0.003945803399	0.003945803399
0.9	1.098909877952	1.119769514999	0.020859637047	0.020859637047
0.99	1.292405244179	1.429256853470	0.136851609291	0.136851609291

