

**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***

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

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

[\*\*\*Посилання на репозиторій з кодом лабораторної роботи\*\*\*](#)

# 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  ×  +  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
```

## ***Вміст файлу main.c , де знаходяться виклики усіх функцій***

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "algorithm1.h"
#include "algorithm2.h"
#include "algorithm3.h"
#include "loop.h"

double askX()
{
    double value;
    printf("  Enter your x in range (-1; 1): ");
    scanf("%lf", &value);
    return value;
}

unsigned int askN()
{
    unsigned int value;
    printf("  Enter your n (1, 2, 3...): ");
    scanf("%d", &value);
    return value;
}

void printMenu()
{
    printf("Hi! What do you want to do?\n"
        "1. Run algorithm 1\n"
        "2. Run algorithm 2\n"
        "3. Run algorithm 3\n"
        "4. Perform calculations using a loop\n"
        "5. Get the value using asin() function\n"
        "6. Clear the console\n"
        "7. Exit\n"
        "*to select an option enter its number and press\n"
        "'Enter';\n\n");
}

int main()
{
    printMenu();
    unsigned int isOpen = 1;

    while (isOpen)
    {
        printf("> ");
        char choice = '_';
        char input[2];
        scanf("%c", &input[0]);
        if (input[0] != '\n')
        {
            scanf("%c", &input[1]);
        }
    }
}
```

```




        if (input[1] == '\n')
            choice = input[0];
    }

    switch (choice)
    {
        case '1':
            printf("  Approximation result: %.12lf\n\n",
                alg1(askX(), askN(), 0, 0, 0));
            break;
        case '2':
            printf("  Approximation result: %.12lf\n\n",
                alg2(askX(), askN()).sum);
            break;
        case '3':
            printf("  Approximation result: %.12lf\n\n",
                alg3(askX(), askN(), 0, 0));
            break;
        case '4':
            printf("  Approximation result: %.12lf\n\n",
                loop(askX(), askN()));
            break;
        case '5':
            printf("  Calculation result: %.12lf\n\n",
                asin(askX()));
            break;
        case '6':
            system("cls");
            printMenu();
            input[0] = '\n';
            break;
        case '7':
            isOpen = 0;
            input[0] = '\n';
            break;
        default:
            printf("  Whoops... A wrong input! Try
again\n\n");
            if (input[1] == '\n')
                input[0] = '\n';
    }
    while (input[0] != '\n')
        scanf("%c", &input[0]);
}
return 0;
}

```

## 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

Графік залежності значення похибки від значення  $x$

