

**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 №1**  
з дисципліни  
«Алгоритми і структури даних»

Виконала:

Студентка групи ІМ-21  
Кривохата Марія Юріївна  
номер у списку групи: 11

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  $n = 1$ .

## Варіант 11

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

$$\sum F_i = \sin x.$$

## Текст програми №1

```
#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>

double calculateSin1(double x, unsigned int n, unsigned int i, double item, double s);
double wrappedSin(double x, unsigned int n);

int main()
{
    double x;
    unsigned int n;
    printf("Input your X: ");
    scanf_s("%lf", &x);
    printf("Input your N: ");
    scanf_s("%u", &n);

    double res = wrappedSin(x, n);
    printf("With 1 recursion sin of %lf is %.10lf\n", x, res);
}

double wrappedSin(double x, unsigned int n)
{
    if (n == 0)
    {
        printf("N must be greater than 0");
    }
    int p = x / (2. * M_PI);
    x -= 2. * M_PI * p;
    return calculateSin1(x, n, 1, x, x);
}

double calculateSin1(double x, unsigned int n, unsigned int i, double item, double s)
{
    double res = 0;
```

```

double k;
if (i == n)
{
    res = s;
    return res;
}
k = -1 * x * x / (4 * i * i + 2 * i);
item *= k;
s += item;
res = calculateSin1(x, n, ++i, item, s);
return res;
}

```

## Текст програми №2

```

#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>

double calculateSin2(double x, unsigned int n, double *sum);
double wrappedSin(double x, unsigned int n);

int main()
{
    double x;
    unsigned int n;
    printf("Input your X: ");
    scanf_s("%lf", &x);
    printf("Input your N: ");
    scanf_s("%u", &n);

    double res = wrappedSin(x, n);
    printf("With 2 recursion sin of %lf is %.10lf\n", x, res);
}

double wrappedSin(double x, unsigned int n)
{
    double sum = 0;
    if (n == 0)
    {
        printf("N must be greater than 0");
    }
    int p = x / (2. * M_PI);
    x -= 2. * M_PI * p;
    calculateSin2(x, n - 1, &sum);
    return sum;
}

double calculateSin2(double x, unsigned int n, double *sum)
{
    double item = 0;
    if (n == 0)
    {
        item = x;
    }
    else
    {
        double k = -1 * x * x / (4 * n * n + 2 * n);
        item = k * calculateSin2(x, n - 1, sum);
    }
    *sum += item;
    return item;
}

```

## Текст програми №3

```
#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>

double calculateSin3(double x, unsigned int n, unsigned int i, double item);
double wrappedSin(double x, unsigned int n);

int main()
{
    double x;
    unsigned int n;
    printf("Input your X: ");
    scanf_s("%lf", &x);
    printf("Input your N: ");
    scanf_s("%u", &n);

    double res = wrappedSin(x, n);
    printf("With 3 recursion sin of %lf is %.10lf\n", x, res);
}

double wrappedSin(double x, unsigned int n)
{
    if (n == 0)
    {
        printf("N must be greater than 0");
    }
    int p = x / (2. * M_PI);
    x -= 2. * M_PI * p;
    return calculateSin3(x, n, 0, 0);
}

double calculateSin3(double x, unsigned int n, unsigned int i, double item)
{
    double res = 0;
    if (i == n)
    {
        return res;
    }
    else if (i == 0)
    {
        item = x;
    }
    else
    {
        double k;
        k = -1 * x * x / (4 * i * i + 2 * i);
        item *= k;
    }
    res = calculateSin3(x, n, ++i, item);
    res += item;
    return res;
}
```

## Циклічний варіант рішення задачі

```
#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>
```

```

double calculateSinLoop(double x, unsigned int n);

int main()
{
    double x;
    unsigned int n;
    printf("Input your X: ");
    scanf_s("%lf", &x);
    printf("Input your N: ");
    scanf_s("%u", &n);

    int p = x / (2. * M_PI);
    x -= 2. * M_PI * p;
    double res = calculateSinLoop(x, n);

    printf("With loop sin of %lf is %.10lf\n", x, res);
}

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

```

## Тестування програм

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```

Input your X: 3
Input your N: 5
With 1 recursion sin of 3.000000 is 0.1453125000

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```

Input your X: 3
Input your N: 5
With 2 recursion sin of 3.000000 is 0.1453125000

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```

Input your X: 3
Input your N: 5
With 3 recursion sin of 3.000000 is 0.1453125000

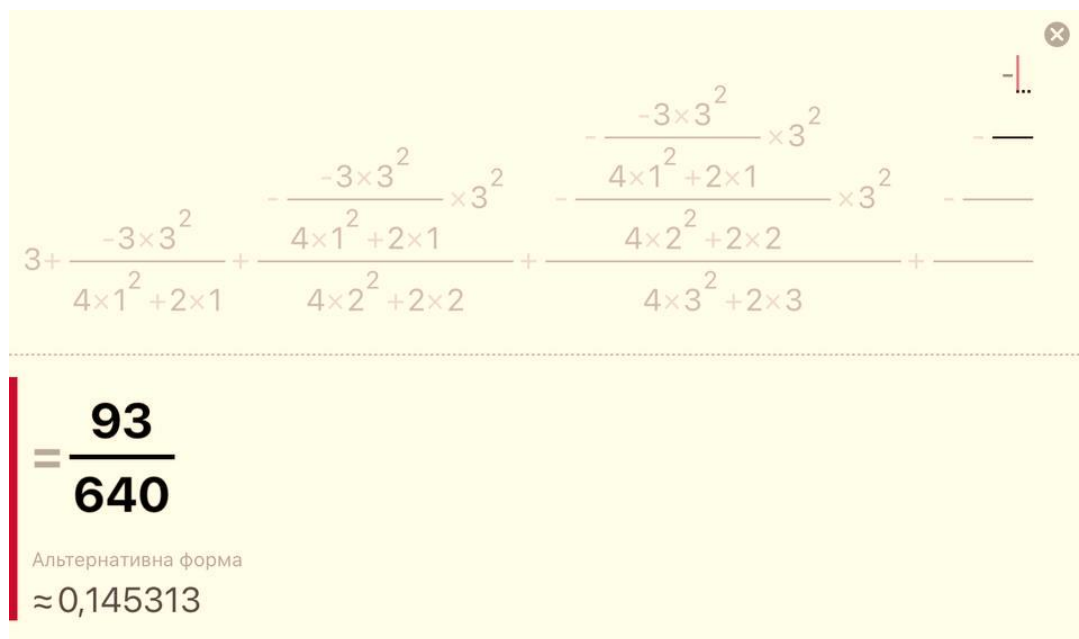
```

## Обчислення циклічною програмою

 C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
Input your X: 3
Input your N: 5
With loop sin of 3.000000 is 0.1453125000
```

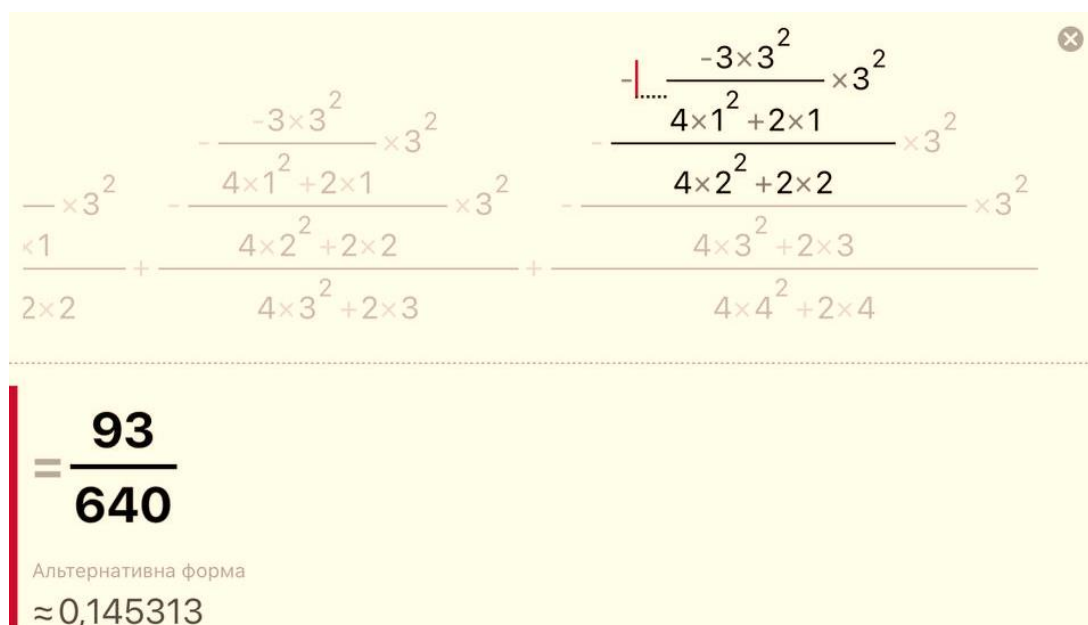
## Обчислення на калькуляторі


$$3 + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 1^2 + 2 \times 1} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 2^2 + 2 \times 2} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 3^2 + 2 \times 3} + \dots$$

---

$$= \frac{93}{640}$$

Альтернативна форма  
 $\approx 0,145313$


$$\frac{-x^2}{2 \times 2} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 1^2 + 2 \times 1} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 2^2 + 2 \times 2} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 3^2 + 2 \times 3} + \frac{-3 \times 3^2}{4 \times 4^2 + 2 \times 4} + \dots$$

---

$$= \frac{93}{640}$$

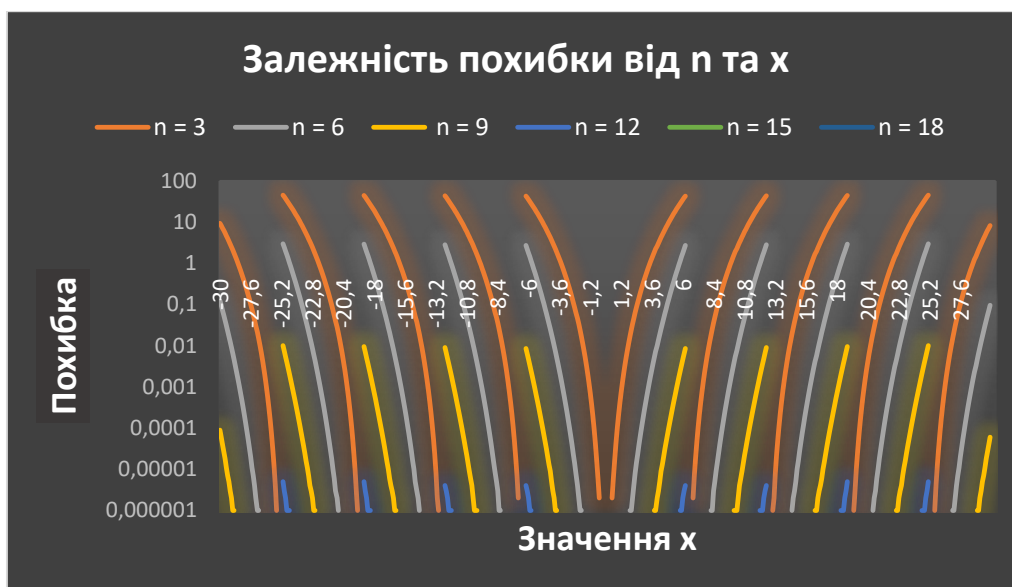
Альтернативна форма  
 $\approx 0,145313$

## Графік похибки (із перерахуванням користувацького x)

Із метою перерахування x було використано такі рядки у всіх чотирьох програмах:

```
int p = x / (2. * M_PI);  
x -= 2. * M_PI * p;
```

Це дає змогу ще на самому початку програми змінити x, введений користувачем, на ближчий до 0. При цьому значення  $\sin(x)$  для нового і користувацького x будуть збігатись, адже використовуються тригонометричні властивості. Таким чином ряд буде збігатися при будь-якому x та  $\sin(x)$  визначатиметься коректно.



## Графік похибки (без перерахування користувацького x)

Прибравши вищезазначені рядки бачимо справжню похибку суми ряду відносно  $\sin(x)$ .

