

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

Электротехнический факультет

Выпускающая кафедра: информационные технологии и автоматизированные  
системы (ИТАС)

Направление подготовки: 09.03.04 Программная инженерия

**ОТЧЕТ**  
**Лабораторная работа №3**  
**"Вычисление функций с использованием их**  
**разложения в степенной ряд"**  
Вариант 4

Выполнил: студент группы РИС-25-2бзу  
Чирков Андрей Алексеевич  
Принял: доц. Полякова О.А

Пермь 2026

## Постановка задачи

Для  $x$  изменяющегося от  $a$  до  $b$  с шагом  $(b-a)/k$ , где ( $k=10$ ), вычислить функцию  $f(x)$ , используя ее разложение в степенной ряд в двух случаях:

- а) для заданного  $n$ ;
- б) для заданной точности  $\varepsilon$  ( $\varepsilon = 0.0001$ ).

Для сравнения найти точное значение функции.

Функция:

$$y(x) = x \times \arctan(x) - \ln\sqrt{1 + x^2}$$

Интервал изменения аргумента:

$$0.1 \leq x \leq 0.8$$

Число разбиений интервала:

$$k = 10$$

Шаг изменения аргумента:

$$h = \frac{0.8 - 0.1}{10} = 0.07$$

Точность вычислений:

$$\varepsilon = 0.0001$$

## Анализ решения

Для вычисления функции используется её разложение в степенной ряд:

$$S(x) = \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{12} + \dots + (-1)^{n+1} \frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}$$

Общий член ряда:

$$a_n = (-1)^{n+1} \times \frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}$$

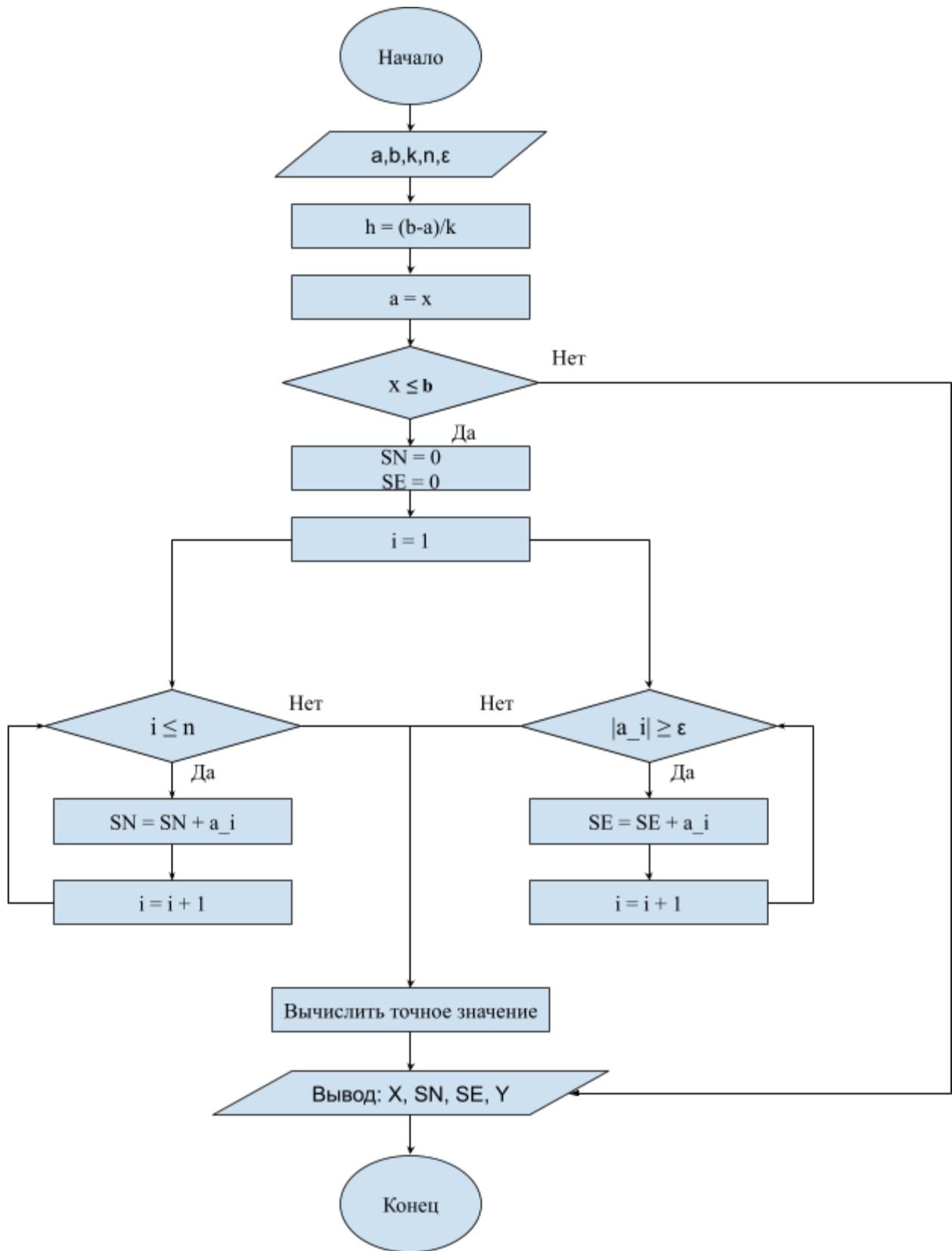
Сумма ряда для заданного числа членов  $n$ :

$$S_N(x) = \sum_{i=1}^n a_i$$

Сумма ряда для заданной точности  $\varepsilon$ :

$$S_\varepsilon(x) = \sum_{i=1}^m a_i, \text{ пока } |a_i| \geq \varepsilon$$

### Блок-схема решения



## Код решения

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <cmath>

using std::cin;
using std::cout;
using std::endl;

// Точное значение функции: y = x*atan(x) - ln(sqrt(1+x^2))
double exact_y(double x) {
    return x * std::atan(x) - std::log(std::sqrt(1.0 + x * x));
}

// Вычисление i-го члена ряда a_i по явной формуле:
// a_i = (-1)^(i+1) * x^(2i) / (2i(2i-1))
double term_formula(double x, int i) {
    double sign = (i % 2 == 1) ? 1.0 : -1.0; // i=1 -> +, i=2 -> -
    ...
    double p = std::pow(x, 2.0 * i);           // x^(2i)
    double den = (2.0 * i) * (2.0 * i - 1.0);
    return sign * p / den;
}

int main() {
    // ===== ДАНО ПО ВАРИАНТУ =====
    const double a = 0.1;
    const double b = 0.8;
    const int k = 10;
    const double eps = 0.0001;

    int n;
    cout << "Enter n (for part a): ";
    cin >> n;

    const double h = (b - a) / k;

    cout << std::fixed << std::setprecision(10);
    cout << "\nВычисление функции\n";

    // ===== ВНЕШНИЙ ЦИКЛ ПО x =====
    for (int j = 0; j <= k; ++j) {
        double x = a + j * h;

        // ----- точное значение -----
        double y = exact_y(x);

        // ===== ВНУТРЕННИЙ ЦИКЛ №1: сумма для заданного n =====
    }
}
```

```

double SN = 0.0;
if (n > 0) {
    for (int i = 1; i <= n; ++i) {
        double ai = term_formula(x, i);
        SN += ai;
    }
}

// ===== ВНУТРЕННИЙ ЦИКЛ №2: сумма для заданной точности eps
=====
double SE = 0.0;
int i = 1;
while (true) {
    double ai = term_formula(x, i);
    SE += ai;

    // критерий остановки по модулю очередного члена
    if (std::fabs(ai) < eps) break;

    ++i;

    // защита от зацикливания
    if (i > 100000) break;
}

// ===== ВЫВОД В ФОРМАТЕ МЕТОДИЧКИ =====
cout << "X=" << x
     << " SN=" << SN
     << " SE=" << SE
     << " Y=" << y
     << endl;
}

return 0;
}

```

## Результат решения программ

```
[andrew@andrewPC 03-lab]$ ll  
total 4.0K  
-rw-r--r-- 1 andrew andrew 2.3K Jan 13 14:46 task1.cpp  
[andrew@andrewPC 03-lab]$ g++ task1.cpp -o task1  
[andrew@andrewPC 03-lab]$ ./task1  
Enter n (for part a): 5
```

```
Вычисление функции  
X=0.1000000000 SN=0.0049916998 SE=0.0049916667 Y=0.0049916998  
X=0.1700000000 SN=0.0143811915 SE=0.0143803992 Y=0.0143811915  
X=0.2400000000 SN=0.0285297006 SE=0.0285298901 Y=0.0285297003  
X=0.3100000000 SN=0.0473085507 SE=0.0473099826 Y=0.0473085451  
X=0.3800000000 SN=0.0705556849 SE=0.0705549873 Y=0.0705556227  
X=0.4500000000 SN=0.0980833611 SE=0.0980795777 Y=0.0980829053  
X=0.5200000000 SN=0.1296866049 SE=0.1296705432 Y=0.1296841261  
X=0.5900000000 SN=0.1651528105 SE=0.1651528105 Y=0.1651420281  
X=0.6600000000 SN=0.2042741817 SE=0.2042224265 Y=0.2042347445  
X=0.7300000000 SN=0.2468666801 SE=0.2467602374 Y=0.2467410797  
X=0.8000000000 SN=0.2928019150 SE=0.2924645532 Y=0.2924446329
```

Рисунок 1 - вывод результатов решения

## Вывод

В ходе лабораторной работы был реализован алгоритм, включающий три цикла, два из которых вложены во внешний цикл изменения параметра  $xxx$ . Проведено сравнение значений функции, вычисленных с помощью степенного ряда при фиксированном числе членов и при заданной точности, с точным значением функции.

Полученные результаты подтверждают сходимость ряда и корректность реализации алгоритма.