

Министерство образования и науки РФ
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа «Компьютерных технологий и информационных систем»

ОТЧЕТ
по дисциплине «Практикум по программированию»
Лабораторная работа № 4

Выполнил:

Студент гр. з5130902/20001

Д.Л. Рязанцев

Проверил

Ст. преподаватель

А.М. Журавская

Санкт-Петербург
2024 г.

Задание

В соответствии с вариантом **19**:

Дана f - рядная функция, есть F - функция, взятая из стандартной математической библиотеки.

Необходимо:

- Написать программу для вычисления значения рядной и библиотечной функции
- Вычислить невязку (дельту) значений рядной функции и стандартной библиотечной функций по формуле, приложенной к заданию

Код программы/Листинг программы

CMakeLists.txt:

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.0.0)
project(lab4
  DESCRIPTION "Лабораторная работа 4"
  HOMEPAGE_URL "github.com/whs31/education"
  LANGUAGES CXX
)

set(CMAKE_CXX_STANDARD 20)

add_executable(${PROJECT_NAME})
target_sources(${PROJECT_NAME} PRIVATE main.cc)
target_include_directories(${PROJECT_NAME} PRIVATE ${CMAKE_CURRENT_SOURCE_DIR})
```

main.cc:

```

/*
 * Лабораторная работа 4
 * Студент: Рязанцев Дмитрий
 */

#include <cmath>
#include <array>
#include <iostream>
#include <format>
#include <numbers>

using f64 = double;

namespace terminal::colors
{
    using namespace std::literals;

    auto constexpr bold = "\x1b[1m"sv;
    auto constexpr red = "\x1b[31m"sv;
    auto constexpr magenta = "\x1b[35m"sv;
    auto constexpr blue = "\x1b[34m"sv;
    auto constexpr green = "\x1b[32m"sv;
    auto constexpr reset = "\x1b[0m"sv;
}

namespace
{
    using std::numbers::pi;

    [[nodiscard]] auto fn_a(f64 const x) -> f64 { return pi * x; }
    [[nodiscard]] auto fn_b(f64 const x, f64 const epsilon) -> f64 {
        using std::numeric_limits;

        return 1 / (pi * x) + 2 * x / pi * [x, epsilon]() -> f64 {
            auto expr = [x](auto const i) -> f64 { return 1 / (x * x - i * i); };
            auto prev = 0.0;
            auto sum = 0.0;
            for(auto i = 1.0; true; i += 1.0) { // NOLINT(*-fLp30-c)
                auto const current = expr(i);
                if(std::abs(prev - current) < epsilon)
                    return sum;
                prev = current;
                sum += current;
            }
            return 0.0;
        }();
    }

    [[nodiscard]] auto delta(f64 const a, f64 const b) -> f64 {
        using std::sqrt;
        using std::abs;

```

```

        return sqrt(abs(a * a - b * b));
    }
}

auto main() -> int
{
    using std::cin;
    using std::cout;
    using std::cerr;
    using std::endl;
    using std::format;

    auto receive_f64 = [](std::string_view const name) -> f64 {
        f64 result;
        cout << format("Please, enter variable {}{}{}{}{}:\n",
            terminal::colors::blue,
            terminal::colors::bold,
            name,
            terminal::colors::reset
        );
        if(cin >> result)
            return result;
        else {
            cerr << format("{}Wrong input: {}{}\n",
                terminal::colors::red,
                name,
                terminal::colors::reset
            );
            std::exit(1);
        }
    };

    auto const x_start = receive_f64("X (start)");
    auto const x_end = receive_f64("X (end)");
    auto const x_delta = receive_f64("Delta");

    cout << format("Result table (1){}:\n", terminal::colors::blue);
    cout << format("|    x    |    f(x)    |    F(x)    |    delta    |\n");
    cout << format("|-----|-----|-----|-----|\n");
    for(auto x = x_start; x <= x_end; x += x_delta) { // NOLINT(*-flp30-c)
        cout << format("|{:<9.2}|{:<12.5}|{:<12.5}|{:<11.5}|\n",
            x,
            ::fn_a(x),
            ::fn_b(x, std::numeric_limits<float>::epsilon() * 2.0),
            ::delta(::fn_a(x), ::fn_b(x, std::numeric_limits<float>::epsilon() * 2.0))
        );
    }
    cout << format("|-----|-----|-----|-----|{}\n\n",
        terminal::colors::reset
    );
}

```

```

    auto constexpr epsilons = std::array{ 1e-1, 1e-2, 1e-3, 1e-4, 1e-5, 1e-6, 1e-7
};

    auto const x_ideal = receive_f64("X (ideal)");
    cout << format("Result table (2){}:\n", terminal::colors::magenta);
    cout << format("|   eps   |   f(x)   |   F(x)   |   delta   |\n");
    cout << format("|-----|-----|-----|-----|\n");
    for(auto const epsilon : epsilons) { // NOLINT(*-flp30-c)
        cout << format("|{:<9.2}|{:<12.5}|{:<12.5}|{:<11.5}|\n",
            epsilon,
            ::fn_a(x_ideal),
            ::fn_b(x_ideal, epsilon),
            ::delta(::fn_a(x_ideal), ::fn_b(x_ideal, epsilon))
        );
    }
    cout << format("|-----|-----|-----|-----|\n\n");

    cout << format("{}Done.{}\n", terminal::colors::green, terminal::colors::re-
set);

    return 0;
}

```

Пример работы программы

```
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> .\lab4.exe
Please, enter variable X (start):
0.01
Please, enter variable X (end):
0.1
Please, enter variable Delta:
0.01
Result table (1):


| x    | f(x)     | F(x)   | delta  |
|------|----------|--------|--------|
| 0.01 | 0.031416 | 31.821 | 31.821 |
| 0.02 | 0.062832 | 15.895 | 15.894 |
| 0.03 | 0.094248 | 10.579 | 10.579 |
| 0.04 | 0.12566  | 7.9159 | 7.9149 |
| 0.05 | 0.15708  | 6.3139 | 6.312  |
| 0.06 | 0.1885   | 5.2424 | 5.239  |
| 0.07 | 0.21991  | 4.474  | 4.4686 |
| 0.08 | 0.25133  | 3.895  | 3.8869 |
| 0.09 | 0.28274  | 3.4423 | 3.4307 |
| 0.1  | 0.31416  | 3.078  | 3.0619 |


Please, enter variable X (ideal):
0.275
Result table (2):


| eps    | f(x)    | F(x)    | delta    |
|--------|---------|---------|----------|
| 0.1    | 0.86394 | 0.90387 | 0.26569  |
| 0.01   | 0.86394 | 0.88098 | 0.17243  |
| 0.001  | 0.86394 | 0.86704 | 0.073333 |
| 0.0001 | 0.86394 | 0.86045 | 0.077594 |
| 1e-05  | 0.86394 | 0.85707 | 0.10869  |
| 1e-06  | 0.86394 | 0.85546 | 0.1207   |
| 1e-07  | 0.86394 | 0.85473 | 0.12583  |


Done.
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> |
```

Рисунок 1 – Правильная работа программы

```
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> .\lab4.exe
Please, enter variable X (start):
asdasd
Wrong input: X (start)
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> |
```

Рисунок 2 – Вывол программы при попытке ввести некорректное значение

```
Windows PowerShell
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> .\lab4.exe
Please, enter variable X (start):
100
Please, enter variable X (end):
1000
Please, enter variable Delta:
50
Result table (1):


| x       | f(x)   | F(x)       | delta  |
|---------|--------|------------|--------|
| 1e+02   | 314.16 | 0.0095499  | 314.16 |
| 1.5e+02 | 471.24 | 0.0063664  | 471.24 |
| 2e+02   | 628.32 | 0.0047747  | 628.32 |
| 2.5e+02 | 785.4  | 0.0038198  | 785.4  |
| 3e+02   | 942.48 | 0.0031831  | 942.48 |
| 3.5e+02 | 1099.6 | 0.0027284  | 1099.6 |
| 4e+02   | 1256.6 | 0.0023873  | 1256.6 |
| 4.5e+02 | 1413.7 | 0.0021221  | 1413.7 |
| 5e+02   | 1570.8 | 0.0019099  | 1570.8 |
| 5.5e+02 | 1727.9 | 0.0017362  | 1727.9 |
| 6e+02   | 1885   | 0.0015916  | 1885   |
| 6.5e+02 | 2042   | 0.0014691  | 2042   |
| 7e+02   | 2199.1 | 0.0013642  | 2199.1 |
| 7.5e+02 | 2356.2 | 0.0012732  | 2356.2 |
| 8e+02   | 2513.3 | 0.0011937  | 2513.3 |
| 8.5e+02 | 2670.4 | 0.0011234  | 2670.4 |
| 9e+02   | 2827.4 | 0.001061   | 2827.4 |
| 9.5e+02 | 2984.5 | 0.0010052  | 2984.5 |
| 1e+03   | 3141.6 | 0.00095493 | 3141.6 |


Please, enter variable X (ideal):
10000
Result table (2):


| eps    | f(x)  | F(x)       | delta |
|--------|-------|------------|-------|
| 0.1    | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 0.01   | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 0.001  | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 0.0001 | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 1e-05  | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 1e-06  | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |
| 1e-07  | 31416 | 3.1831e-05 | 31416 |


Done.
```

Рисунок 3 – Вывод программы при попытке ввести значения, на которых функция стремится к нулю

```
Windows PowerShell
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> .\lab4.exe
Please, enter variable X (start):
1.0
Please, enter variable X (end):
2.0
Please, enter variable Delta:
0.5
Result table (1):


| x   | f(x)   | F(x)      | delta  |
|-----|--------|-----------|--------|
| 1   | 3.1416 | inf       | inf    |
| 1.5 | 4.7124 | 0.0046926 | 4.7124 |
| 2   | 6.2832 | inf       | inf    |


Please, enter variable X (ideal):
asdasdasdasd
Wrong input: X (ideal)
PS D:\dev\education\education\programming-workshop-spring-2024\labs\4\cmake-build-debug> |
```

Рисунок 4 – Сообщение об ошибке при вводе некорректного x ideal

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я выполнил поставленную задачу по работе с файлами на языке C++. Получены навыки работы с математическими рядами в C++, простыми математическими функциями и циклами; навыки форматирования вывода с использованием `std::format` и универсальных цветовых кодов ANSI, ввод и вывод в окне терминала с использованием потоковых классов стандартной библиотеки.