

## Отчёт по лабораторной работе

User

Стойко Елисей Алексеевич, 5130904/50005, вариант 11

Общая постановка задачи

**Вариант 11 – Приближённое вычисление значения функции  $e^x$  по ряду Тейлора.**

$$f(x) = e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots$$

**Требуется:**

Напишите функцию (в соответствии с указанным вариантом) для вычисления значения предложенной суммы в заданной точке ( $x$ ) с указанной абсолютной погрешностью вычисления (`absError`) и максимальным числом слагаемых (`numberMax`). Напишите программу вывода таблицы вычисленных значений функции на указанном интервале и значений, полученных с использованием стандартных функций C++.

**Замечания:**

- Абсолютная погрешность (`absError`) представляет собой модуль первого отбрасываемого члена ряда суммы.
- Если номер слагаемого суммы больше `numberMax` и точность не достигнута, или  $x$  не попадает в заданный интервал функция должна инициировать исключения.
- Нельзя использовать функции возведения в степень и вычисление факториала, в том числе и написанные самостоятельно.

**Входные данные:**

Точность вычисления, максимальное число слагаемых, интервал, на котором проводятся вычисления, шаг интервала.

```
absError    numberMax
iStart      iEnd        dX
```

**Выходные данные:**

Таблица вычисленных значений функции на указанном интервале и значений, полученных с использованием стандартных функций C++.

## Описание функций

1. `myExp(x, absError, numberMax)`  
Реализует вычисление ряда Тейлора.
2. `calcPrecision(absError)`  
Вычисляет требуемую точность вывода.
3. `validateInput(iStart, iEnd, dX, numberMax)`  
Проверяет корректность входных данных.

## Тест-план

№	Входные данные	Описание теста	Ожидаемый результат
1	<code>0.001 10 -0.01 0.01 0.005</code>	Обычный диапазон внутри $(-1;1)$	Таблица значений, без ошибок
2	<code>0.0001 8 -1 1 0.1</code>	$x$ включает границы	Сообщение <code>ERROR (1)</code> при $x = \pm 1$
3	<code>0.000001 3 0 0.02 0.01</code>	Недостаточно членов для точности	Сообщение <code>ERROR (2)</code>
4	<code>-0.01 10 0 0.1 0.05</code>	Отрицательная погрешность	" <code>ERROR: absError must be positive</code> "
5	<code>0.001 5 1 0 -0.1</code>	Отрицательный шаг	" <code>ERROR: Step must be positive</code> "

### Скриншоты выходных данных

#### Тест №1

```
(.venv) → 2_indt clang++ -std=c++20 a.cpp -o a && ./a
0.001
10
-0.01
0.01
0.005

| x      | func      | expl()    | diff      |
| -0.010 | 0.990    | 0.990    | 0.000050 |
| -0.005 | 0.995    | 0.995    | 0.000012 |
| 0.000  | 1.000    | 1.000    | 0.000000 |
| 0.005  | 1.005    | 1.005    | 0.000013 |
| 0.010  | 1.010    | 1.010    | 0.000050 |

ERROR (1): X is not within the given interval
ERROR (2): Precision can't be achieved
```

---

#### Тест №2

```
(.venv) → 2_indt clang++ -std=c++20 a.cpp -o a && ./a
0.0001
8
-1
1
0.1

| x      | func      | expl()    | diff      |
| -1.0000 | ERROR (1) | 0.3679   | ERROR     |
| -0.9000 | 0.4067    | 0.4066   | 0.0000852 |
| -0.8000 | 0.4494    | 0.4493   | 0.0000378 |
| -0.7000 | 0.4966    | 0.4966   | 0.0000150 |
| -0.6000 | 0.5488    | 0.5488   | 0.0000596 |
| -0.5000 | 0.6065    | 0.6065   | 0.0000202 |
| -0.4000 | 0.6704    | 0.6703   | 0.0000800 |
| -0.3000 | 0.7408    | 0.7408   | 0.0000193 |
| -0.2000 | 0.8187    | 0.8187   | 0.0000641 |
| -0.1000 | 0.9048    | 0.9048   | 0.0000041 |
| 0.0000  | 1.0000    | 1.0000   | 0.0000000 |
| 0.1000  | 1.1052    | 1.1052   | 0.0000043 |
| 0.2000  | 1.2213    | 1.2214   | 0.0000694 |
| 0.3000  | 1.3498    | 1.3499   | 0.0000213 |
| 0.4000  | 1.4917    | 1.4918   | 0.0000914 |
| 0.5000  | 1.6487    | 1.6487   | 0.0000234 |
| 0.6000  | 1.8220    | 1.8221   | 0.0000708 |
| 0.7000  | 2.0137    | 2.0138   | 0.0000179 |
| 0.8000  | 2.2255    | 2.2255   | 0.0000462 |
| 0.9000  | 2.4595    | 2.4596   | 0.0001067 |
| 1.0000  | ERROR (1) | 2.7183   | ERROR     |

ERROR (1): X is not within the given interval
ERROR (2): Precision can't be achieved
```

---

#### Тест №3

```
(.venv) → 2_indt clang++ -std=c++20 a.cpp -o a && ./a
0.000001
3
0
0.02
0.01

| x      | func      | expl()    | diff      |
| 0.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 0.000000000 |
| 0.010000 | 1.010050 | 1.010050 | 0.000000167 |
| 0.020000 | ERROR (2) | 1.020201 | ERROR     |

ERROR (1): X is not within the given interval
ERROR (2): Precision can't be achieved
```

## Дополнительные тесты

- Небольшое значение absError

```
(.venv) + 2_indt clang++ -std=c++20 a.cpp -o a && ./a
0.0000000000000001
14
-1
1
0.1

| x           | func      | expl()        | diff   |
| -1.0000000000000000 | ERROR (1) | 0.36787944117144 | ERROR
| -0.9000000000000000 | ERROR (2) | 0.40656965974060 | ERROR
| -0.8000000000000000 | ERROR (2) | 0.44932896411722 | ERROR
| -0.7000000000000000 | ERROR (2) | 0.49658530379141 | ERROR
| -0.6000000000000000 | 0.54881163609402 | 0.54881163609403 | 0.0000000000000086
| -0.5000000000000000 | 0.60653065971263 | 0.60653065971263 | 0.0000000000000078
| -0.4000000000000000 | 0.67032004603564 | 0.67032004603564 | 0.0000000000000100
| -0.3000000000000000 | 0.74081822068172 | 0.74081822068172 | 0.0000000000000122
| -0.2000000000000000 | 0.81873075307798 | 0.81873075307798 | 0.0000000000000044
| -0.1000000000000000 | 0.90483741803596 | 0.90483741803596 | 0.0000000000000278
| 0.0000000000000000 | 1.0000000000000000 | 1.0000000000000000 | 0.0000000000000000
| 0.10017091807564 | 1.10517091807565 | 1.10517091807565 | 0.0000000000000289
| 0.2000000000000000 | 1.22140275816017 | 1.22140275816017 | 0.000000000000044
| 0.3000000000000000 | 1.34985880757600 | 1.34985880757600 | 0.0000000000000133
| 0.4000000000000000 | 1.49182469764127 | 1.49182469764127 | 0.0000000000000111
| 0.5000000000000000 | 1.64872127070013 | 1.64872127070013 | 0.0000000000000133
| 0.6000000000000000 | 1.82211880039051 | 1.82211880039051 | 0.0000000000000910
| 0.7000000000000000 | ERROR (2) | 2.01375270747048 | ERROR
| 0.8000000000000000 | ERROR (2) | 2.22554092849247 | ERROR
| 0.9000000000000000 | ERROR (2) | 2.45960311115695 | ERROR
| 1.0000000000000000 | ERROR (1) | 2.71828182845905 | ERROR
```

ERROR (1): X is not within the given interval  
ERROR (2): Precision can't be achieved

- Достаточно большое значение absError

```
(.venv) + 2_indt clang++ -std=c++20 a.cpp -o a && ./a
0.01
3
-1
1
0.1

| x           | func      | expl()        | diff   |
| -1.00 | ERROR (1) | 0.37 | ERROR
| -0.90 | ERROR (2) | 0.41 | ERROR
| -0.80 | ERROR (2) | 0.45 | ERROR
| -0.70 | ERROR (2) | 0.50 | ERROR
| -0.60 | ERROR (2) | 0.55 | ERROR
| -0.50 | ERROR (2) | 0.61 | ERROR
| -0.40 | ERROR (2) | 0.67 | ERROR
| -0.30 | 0.74 | 0.74 | 0.00418
| -0.20 | 0.82 | 0.82 | 0.00127
| -0.10 | 0.90 | 0.90 | 0.00484
| 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00000
| 0.10 | 1.10 | 1.11 | 0.00517
| 0.20 | 1.22 | 1.22 | 0.00140
| 0.30 | 1.34 | 1.35 | 0.00486
| 0.40 | ERROR (2) | 1.49 | ERROR
| 0.50 | ERROR (2) | 1.65 | ERROR
| 0.60 | ERROR (2) | 1.82 | ERROR
| 0.70 | ERROR (2) | 2.01 | ERROR
| 0.80 | ERROR (2) | 2.23 | ERROR
| 0.90 | ERROR (2) | 2.46 | ERROR
| 1.00 | ERROR (1) | 2.72 | ERROR
```

ERROR (1): X is not within the given interval  
ERROR (2): Precision can't be achieved