

## 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	0.001 10 -0.01 0.01 0.005	Обычный диапазон внутри (-1;1)	Таблица значений, без ошибок
2	0.0001 8 -1 1 0.1	x включает границы	Сообщение ERROR (1) при $x = \pm 1$
3	0.000001 3 0 0.02 0.01	Недостаточно членов для точности	Сообщение ERROR (2)
4	-0.01 10 0 0.1 0.05	Отрицательная погрешность	"ERROR: absError must be positive"
5	0.001 5 1 0 -0.1	Отрицательный шаг	"ERROR: Step must be positive"

## 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
0.000000000000000001
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	0.0000000000000866
-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
0.1000000000000000	1.10517091807564	1.10517091807565	0.0000000000000289
0.2000000000000000	1.22140275816017	1.22140275816017	0.0000000000000044
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	1.82211880039050	1.82211880039051	0.00000000000000910
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