

Московский Авиационный Институт
(Национальный исследовательский университет)

Институт №8 “Информационных технологий и прикладной математики”

Курсовой проект
по курсу
«Вычислительные системы»
I семестр

Задание 3

Студент: Ядров А. Л.

Группа: М8О-101Б-20

Руководитель: Никулин С. П.

Оценка: _____

Дата: _____

Подпись преподавателя: _____

Москва, 2020

1. Задача

Составить программу на языке Си, которая печатает таблицу значений элементарной функции, вычисленной двумя способами: по формуле Тейлора и с помощью встроенных функций языка программирования. В качестве аргументов таблицы взять точки разбиения отрезка $[a, b]$ на n равных частей ($n+1$ точка включая концы отрезка), находящихся в рекомендованной области хорошей точности формулы Тейлора. Вычисления по формуле Тейлора проводить по экономной в сложностном смысле схеме с точностью $\varepsilon \times \kappa$, где ε - машинное эпсилон аппаратно реализованного вещественного типа для данной ЭВМ, а κ - экспериментально подбираемый коэффициент, обеспечивающий приемлемую сходимость. Число итераций должно ограничиваться сверху числом порядка 100. Программа должна сама определять машинное ε и обеспечивать корректные размеры генерируемой таблицы.

2. Вариант

28	$\cos(x) + \frac{\cos(2x)}{2} + \dots + \frac{\cos(nx)}{n}$	$\frac{\pi}{5}$	$\frac{6\pi}{5}$	$-\ln\left(2\sin\left(\frac{x}{2}\right)\right)$
----	---	-----------------	------------------	--

3. Общий метод решения

Вычисление значений функции на отрезке от $\frac{\pi}{5}$ до $\frac{6\pi}{5}$ через ряд Тейлора и с помощью программных средств.

4. Общие сведения о программе

Аппаратное обеспечение: домашний ноутбук

Операционная система: Fedora 33

Язык и система программирования: C, CLion

Число строк программы: 35

Местонахождение файлов: /CLionProjects/laabs/kursach_3.c

Компиляция программы в консоли Fedora: gcc -lm kursach_3.c

Вызов программы: ./a.out

5. Функциональное назначение

Программа предназначена для проведения высокоточных вычислений значения функции в определенной точке двумя способами. Объем данных не ограничен. Значения ограничены размерами переменной типа double для аргумента функции и типом double для значения функции.

6. Описание логической структуры

Программы вычисляет значение в данной точке с помощью ряда Тейлора и при помощи программных средств языка программирования. Ряд Тейлора преобразуется в функцию, которая вычисляет слагаемые ряда. Далее сложение полученных слагаемых до тех пор, пока одно из них станет незначительным (по модулю меньше ε) или количество итераций превысит 100. В итоге выводится таблица с текущим значением аргумента, номером шага, значением функции, вычисленным с помощью ряда Тейлора и с помощью подключаемой библиотеки.

7. Описание переменных и констант

Имя	Тип	Назначение
x	double	значение аргумента функции
f		значение функции, вычисленной с помощью средств языка программирования
ans		значение функции, вычисленной при помощи ряда Тейлора
eps		Машинное ε
d		Последнее значение элемента ряда Тейлора
l		левая граница отрезка
r		правая граница отрезка
n	int	Количество разбиений отрезка
cnt		Количество итераций при вычислении функции с помощью ряда Тейлора
k		коэффициент, определяющий точность

8. Входные данные

На вход подается одно число n (10, 13, 15)

9. Выходные данные

Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

10

n = 10,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для $f(x) = -\ln|2*\sin(x/2)|$

x	sum	f(x)	число итераций
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100
0.94	0.0914106062599932	0.0965318262836067	100
1.26	-0.1668259021085594	-0.1617535655787234	100
1.57	-0.3516235802879595	-0.3465735902799726	100
1.88	-0.4862500167291944	-0.4812118250596035	100
2.20	-0.5827751389480540	-0.5777436513432099	100
2.51	-0.6479930281394096	-0.6429653906383268	100
2.83	-0.6857847305840461	-0.6807591048207549	100
3.14	-0.6981721793101957	-0.6931471805599453	100
3.46	-0.6857847305840448	-0.6807591048207549	100
3.77	-0.6479930281394092	-0.6429653906383269	100

Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

13

n = 13,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для $f(x) = -\ln|2*\sin(x/2)|$

x	sum	f(x)	число итераций
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100
0.87	0.1592497261499331	0.1710229682645543	100
1.11	-0.0595269832842074	-0.0538065971960762	100
1.35	-0.2216111658984794	-0.2250380716380417	100

1.59	-0.3514965868992271	-0.3585118009252936	100	
1.84	-0.4600176057351699	-0.4632026545987050	100	
2.08	-0.5477025308598168	-0.5446119823880642	100	
2.32	-0.6117384815062302	-0.6062727345402050	100	
2.56	-0.6525832857017169	-0.6504962532165984	100	
2.80	-0.6755748587551056	-0.6787704091987961	100	
3.04	-0.6870418113834531	-0.6919787250138925	100	
3.29	-0.6890744515690109	-0.6905168740261804	100	
3.53	-0.6780022058110210	-0.6743415847248723	100	
3.77	-0.6479930281394108	-0.6429653906383270	100	

Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

15

n = 15,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для $f(x) = -\ln|2*\sin(x/2)|$

x	sum	f(x)	число итераций	
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100	
0.84	0.2187403788830959	0.2064421910286699	100	
1.05	-0.0049485266001818	0.0000000000000001	100	
1.26	-0.1668259021085594	-0.1617535655787234	100	
1.47	-0.2840347006837916	-0.2913711688982978	100	
1.68	-0.3976587280258944	-0.3962828471899754	100	
1.88	-0.4862500167291950	-0.4812118250596035	100	
2.09	-0.5442896459500342	-0.5493061443340549	100	
2.30	-0.6021378428419537	-0.6027250382186451	100	

2.51	-0.6479930281394096	-0.6429653906383268	100	
2.72	-0.6676190683868930	-0.6710524812209091	100	
2.93	-0.6855964703412156	-0.6876540160882731	100	
3.14	-0.6981721793101957	-0.6931471805599453	100	
3.35	-0.6855964703412176	-0.6876540160882733	100	
3.56	-0.6676190683868929	-0.6710524812209092	100	
3.77	-0.6479930281394104	-0.6429653906383270	100	

10. Тестовые примеры

Не предусмотрены.

11. Дневник отладки

Дата	Место	Событие	Действие по исправлению

12. Выводы по задаче

Я составил программу на языке Си с вычислением функции двумя способами, и значения функций не совпадают (точность примерно 0,1).

13. Протокол

```
[Temich@localhost laabs]$ cat kursach_3.c
/* Курсовой проект. Задание №3. Вариант 28.
 * Студент группы 08-101 А.Ядров*/
#include <stdio.h>
#include <math.h>
```

```

int main() {
    double ans, f;
    double eps = 1.0;
    while (1 + eps / 2 > 1) eps /= 2;
    int n, cnt;
    printf("Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = %.16e\n", eps);
    int k = 43;
    printf("Введите число n\n");
    scanf("%d", &n);
    printf("n = %d, \n", n);
    double l = M_PI / 5;
    double r = 6 * M_PI / 5;
    printf("Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для f(x) =
    -ln|2*sin(x/2)|\n");

```

```

printf("_____
_\n");
printf("| x |      sum      | f(x)      |число итераций|\n");

```

```

printf("_____
_\n");

```

```

    double x = 0;
    for (int i = 1; i <= n+1; i++) {
        double d = 1;
        x += (r - l)/n;
        ans = 0;
        cnt = 1;
        f = -log(fabs(2 * sin(x / 2)));
        while (fabs(d) > eps * k && cnt < 100) {
            d = cos(cnt * x) / cnt;
            ans += d;
            cnt++;
        }
        printf("| %.2f | %.16f | %.16f |      %d      |\n", x, ans, f, cnt);
    }

```

```

printf("_____
_\n");
}
return 0;
}

```

Temich@localhost laabs]\$ gcc -lm kursach_3.c

[Temich@localhost laabs]\$./a.out

Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

10

n = 10,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для f(x) = -ln|2*sin(x/2)|

x	sum	f(x)	число итераций
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100
0.94	0.0914106062599932	0.0965318262836067	100
1.26	-0.1668259021085594	-0.1617535655787234	100
1.57	-0.3516235802879595	-0.3465735902799726	100
1.88	-0.4862500167291944	-0.4812118250596035	100
2.20	-0.5827751389480540	-0.5777436513432099	100
2.51	-0.6479930281394096	-0.6429653906383268	100
2.83	-0.6857847305840461	-0.6807591048207549	100
3.14	-0.6981721793101957	-0.6931471805599453	100
3.46	-0.6857847305840448	-0.6807591048207549	100
3.77	-0.6479930281394092	-0.6429653906383269	100

[Temich@localhost laabs]\$./a.out

Машинное эpsilon для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

13

n = 13,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для $f(x) = -\ln|2*\sin(x/2)|$

x	sum	f(x)	число итераций
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100
0.87	0.1592497261499331	0.1710229682645543	100
1.11	-0.0595269832842074	-0.0538065971960762	100
1.35	-0.2216111658984794	-0.2250380716380417	100
1.59	-0.3514965868992271	-0.3585118009252936	100
1.84	-0.4600176057351699	-0.4632026545987050	100
2.08	-0.5477025308598168	-0.5446119823880642	100

2.32	-0.6117384815062302	-0.6062727345402050	100	
2.56	-0.6525832857017169	-0.6504962532165984	100	
2.80	-0.6755748587551056	-0.6787704091987961	100	
3.04	-0.6870418113834531	-0.6919787250138925	100	
3.29	-0.6890744515690109	-0.6905168740261804	100	
3.53	-0.6780022058110210	-0.6743415847248723	100	
3.77	-0.6479930281394108	-0.6429653906383270	100	

[Temich@localhost laabs]\$./a.out

Машинное эпсилон для типа double в системе CLion = 2.2204460492503131e-16

Введите число n

15

n = 15,

Таблица значений ряда Тейлора и стандартной функции для $f(x) = -\ln|2*\sin(x/2)|$

x	sum	f(x)	число итераций	
0.63	0.4759504047965795	0.4812118250596035	100	
0.84	0.2187403788830959	0.2064421910286699	100	
1.05	-0.0049485266001818	0.00000000000000001	100	
1.26	-0.1668259021085594	-0.1617535655787234	100	
1.47	-0.2840347006837916	-0.2913711688982978	100	
1.68	-0.3976587280258944	-0.3962828471899754	100	
1.88	-0.4862500167291950	-0.4812118250596035	100	
2.09	-0.5442896459500342	-0.5493061443340549	100	
2.30	-0.6021378428419537	-0.6027250382186451	100	
2.51	-0.6479930281394096	-0.6429653906383268	100	
2.72	-0.6676190683868930	-0.6710524812209091	100	
2.93	-0.6855964703412156	-0.6876540160882731	100	
3.14	-0.6981721793101957	-0.6931471805599453	100	

3.35 -0.6855964703412176 -0.6876540160882733	100	
3.56 -0.6676190683868929 -0.6710524812209092	100	
3.77 -0.6479930281394104 -0.6429653906383270	100	

[Temich@localhost laabs]\$