Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное   
учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики

**Отчет по лабораторной работе**

**«Нахождение значений функций sinx, cosx, ex, ln(1+x) с помощью рядов Маклорена»**

**Выполнил**:

студент группы 3821Б1ПМ2

Логинов С.С.

**Проверил**:

преподаватель каф. МОСТ,

Волокитин В.Д.

Нижний Новгород

2021

Оглавление

[Постановка задачи 3](#_Toc99492560)

[Методы решения 4](#_Toc99492561)

[Использованные методы суммирования: 4](#_Toc99492562)

[• Прямое суммирование: 4](#_Toc99492563)

[• Обратное суммирование: 4](#_Toc99492564)

[• Попарное суммирование: 4](#_Toc99492565)

[Руководство пользователя 5](#_Toc99492566)

[Описание программной реализации 6](#_Toc99492567)

[Подтверждение корректности 7](#_Toc99492568)

[Результаты экспериментов 8](#_Toc99492569)

[Заключение 12](#_Toc99492570)

# Постановка задачи

Цель лабораторной работы: реализовать на языке программирования C для данных типа float функции вычисления синуса, косинуса, экспоненты и натурального логарифма, используя прямой, обратный и попарный метод суммирования элементов ряда Маклорена, описать алгоритм и программную реализацию выполненных методов суммирования, провести эксперименты, показывающие корректность вычислений и сравнение точности суммирований, а также описать способ проведения экспериментов и сделать вывод на основе полученных результатов.

# Методы решения

Для подсчета функций использовались следующие разложения в ряд Маклорена:

**• Синус:**

3342704720a80cd858d7bedc5e4b7928

**• Косинус:**

419-1b6b2f6917cb2a36bae077dde0c7ca8e

**• Экспонента:**

img-ZadGav

**• Натуральный логарифм:**

295-fe09c4cd0a360af0bb420fa7c5ec10b2

## Использованные методы суммирования:

### • Прямое суммирование:

Этот метод подразумевает суммирование элементов ряда Маклорена с его начала.

### • Обратное суммирование:

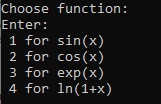
Этот метод подразумевает суммирование элементов ряда Маклорена, начиная с i-ого элемента и до начала ряда.

### • Попарное суммирование:

Этот метод подразумевает суммирование элементов ряда Маклорена, начиная суммировать i-ый и i+1-ый элементы, до конца ряда.

# Руководство пользователя

* При запуске программы пользователю на выбор предлагаются 4 функции:sinx, cosx, ex, ln(1+x)



* После выбора функции пользователь должен ввести X(прим.x=0.756):

https://sun9-45.userapi.com/impf/Gp4A7MgKEpo3EHu2xg2gcxPZ-mY9IPL3JhXuDQ/esa25AJDSdc.jpg?size=80x37&quality=96&sign=6c30a31ca82aaf62b0a47cf8425fe161&type=album

* После введения значения X, программа выведет результат вычислений: выбранную функцию от X, абсолютную ошибку и относительную ошибку(в процентах).

# Описание программной реализации

Используемые функции:

* float SinNext(float prev, float x, int i) – функциявычислениясинуса;
* float CosNext(float prev, float x, int i) – функциявычислениякосинуса;
* float ExpNext(float prev, float x, int i) – функциявычисленияэкспоненты;
* float LnNext(float prev, float x, int i) – функциявычислениянатуральногологарифма;
* floatSimpleSumm(float\* array, intn) – функция реализации прямого суммирования n слагаемых;
* floatReverseSumm(float\* array, intn) – функция реализации обратного суммирования n слагаемых в обратном цикле(начиная с конца до начала);
* floatPairwiseSumm(float\* array, intn) – функция реализации попарного суммирования. Члены последовательности складываются попарно, значения записываются в новую последовательность, а количество слагаемых уменьшается вдвое;
* void CorrectCheck(float res, double(\*original)(double x), double x) – функцияпроверкинаошибки;
* void ArrayFill(float\* array, int n, float(\*res)(float, float, int), float param) – функциязаполнениямассива;
* voidMenu(float\* array, intn) – функция вызова меню для выбора математических функций и ввода X;

# Подтверждение корректности

Для подтверждения корректности использовались стандартные функции библиотеки math.h.

# Результаты экспериментов

Для подтверждения корректности работы программы нужно рассмотреть абсолютные и относительные ошибки результатов экспериментов.

**y=sinx**

Прямое суммирование:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная ошибка | 0.00000000 | 0.00000006 | 0.00000072 | 0.00000009 | 0.00000387 | 0.00000018 |
| Относительная ошибка(%) | 0.00000000% | 0.00000598 % | 0.00007459 % | 0.00006336 % | 0.00058971 % | 0.00001789 % |

Обратное суммирование:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная ошибка | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000095 | 0.00000004 | 0.00000036 | 0.00000054 |
| Относительная ошибка(%) | 0.00000000% | 0.00000000% | 0.00009945 % | 0.00003168 % | 0.00005443 % | 0.00005368 % |

Попарное суммирование:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная ошибка | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000054 | 0.00000007 | 0.00000417 | 0.00000030 |
| Относительная ошибка(%) | 0.00000000% | 0.00000000% | 0.00005594 % | 0.00005280 % | 0.00063507 % | 0.00002982 % |

**y=cos x**

Прямое суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000000 | 0.00000001 | 0.00000009 | 0.00000000 | 0.00000155 | 0.00000028 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00000000 % | 0.00001053 % | 0.00003152 % | 0.00000000 % | 0.00020556 % | 0.00080179 % |

Обратное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000000 | 0.00000001 | 0.00000036 | 0.00000012 | 0.00000399 | 0.00000062 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00000000 % | 0.00002107 % | 0.00012608 % | 0.00001204 % | 0.00052971 % | 0.00179860 % |

Попарное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.187 | -1.5 | 5 | 3 | -7 | -4.678 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000000 | 0.00000001 | 0.00000018 | 0.00000006 | 0.00000209 | 0.00000015 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00000000 % | 0.00001053 % | 0.00006304 % | 0.00000602 % | 0.00027672 % | 0.00042256 % |

**expx**

Прямое суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 10 | 11 | 7 | -4 | -1.78 | -0.9 |
| Абсолютная погрешность | 0.00390625 | 0.00781250 | 0.00024414 | 0.00000031 | 0.00000001 | 0.00000000 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00001773 % | 0.00001305 % | 0.00002226 % | 0.00171868 % | 0.00000884 % | 0.00000000 % |

Обратное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 10 | 11 | 7 | -4 | -1.78 | -0.9 |
| Абсолютная погрешность | 0.00195312 | 0.00390625 | 0.00000000 | 0.00000032 | 0.00000003 | 0.00000000 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00000887 % | 0.00000652 % | 0.00000000 % | 0.00176953 % | 0.00001767 % | 0.00000000 % |

Попарное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 10 | 11 | 7 | -4 | -1.78 | -0.9 |
| Абсолютная погрешность | 0.00390625 | 0.00781250 | 0.00012207 | 0.00000032 | 0.00000001 | 0.00000000 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00001773 % | 0.00001305 % | 0.00001113 % | 0.00172885 % | 0.00000884 % | 0.00000000 % |

**Ln(x+1)**

Прямое суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.78 | 0.64 | 0.5 | -0.4 | -0.78 | -0.5 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000012 | 0.00000003 | 0.00000003 | 0.00000006 | 0.00000024 | 0.00000012 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00002067 % | 0.00000602 % | 0.00000735 % | 0.00001167 % | 0.00001575 % | 0.00001720 % |

Обратное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.78 | 0.64 | 0.5 | -0.4 | -0.78 | -0.5 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000003 | 0.00000000 | 0.00000012 | 0.00000000 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00000000 % | 0.00000000 % | 0.00000735 % | 0.00000000 % | 0.00000787 % | 0.00000000 % |

Попарное суммирование

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение x | 0.78 | 0.64 | 0.5 | -0.4 | -0.78 | -0.5 |
| Абсолютная погрешность | 0.00000012 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000012 | 0.00000000 |
| Относительная погрешность(%) | 0.00002067 % | 0.00000000 % | 0.00000000 % | 0.00000000 % | 0.00000787 % | 0.00000000 % |

При сравнении полученных результатов можно сделать вывод, что для ф-ции синуса более точным методом оказался метод попарного суммирования.

# Заключение

В ходе данной лабораторной работы были реализованы на языке программирования C для типа данных float функции вычисления синуса, косинуса, экспоненты, натурального логарифма с использованием прямого, обратного, попарного методов суммирования элементов ряда Маклорена. Были описаны алгоритмы и программная реализация этих суммирований, были проведены эксперименты, показывающие корректность вычислений и сравнивающие точность обоих методов суммирования, был описан способ проведения экспериментов и сделан вывод на основе полученных результатов.