

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра САПР

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №3
по дисциплине «Программирование»
Тема: Реализация программы с циклами для вычисления
последовательности значений

Студент гр. 2302

Коняев А.Е.

Преподаватель

Калмычков В.А.

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

Исходная формулировка задачи.....	3
Анализ задачи и устранение неясностей.....	3
Математическая постановка задачи	3
Контрольный пример	5
Особенности решения задачи на компьютере	6
Организация интерфейса пользователя	6
Организация данных в программе	7
Организация ввода/вывода	7
Представление алгоритма решения задачи	8
Текст программы.....	8
Результаты работы программы	9
Вывод о проделанной работе.....	10

Исходная формулировка задачи

Рассматриваются ряды $f(x) = \sum_{i=0 \dots \infty} u_i$; $u(i) = 1^i x^{4i} / (4i)!$

Необходимо найти сумму числового ряда и количество итераций цикла, вычисляющего эту сумму.

Анализ задачи и устранение неясностей

Для того, чтобы найти сумму бесконечного числового ряда задаётся ε -окрестность. Когда некоторый u_i попадёт в ε -окрестность, то есть $|u_i| \leq \varepsilon$, будем считать, что искомая сумма числового ряда найдена. При этом начинается с 0 и ограниченно сверху числом 1000. На ввод ε даётся 3 попытки, $0 \leq \varepsilon \leq 1e - 10$.

Математическая постановка задачи

Дано: $f(x) = \sum_{i=0 \dots \infty} u_i = \sum_{i=0 \dots n} u_i$; $|u_i| \leq \varepsilon$

$$u(i) = 1^i x^{4i} / (4i)!$$

Найти: n , $\sum_{i=0 \dots n}$

Решение:

Handwritten derivation on grid paper:

$$u_i = \frac{1^i x^{4i}}{(4i)!} = \frac{x^{4i}}{(4i)!}$$
$$q = \frac{u_{i+1}}{u_i} = \frac{x^{4i+4}}{(4i+4)!} \cdot \frac{(4i)!}{x^{4i}} = \textcircled{*}$$
$$(4i+4)! = (4i)! (4i+1)(4i+2)(4i+3)(4i+4)$$
$$\textcircled{*} = \frac{x^4}{(4i+1)(4i+2)(4i+3)(4i+4)}$$
$$u_{i+1} = q u_i$$

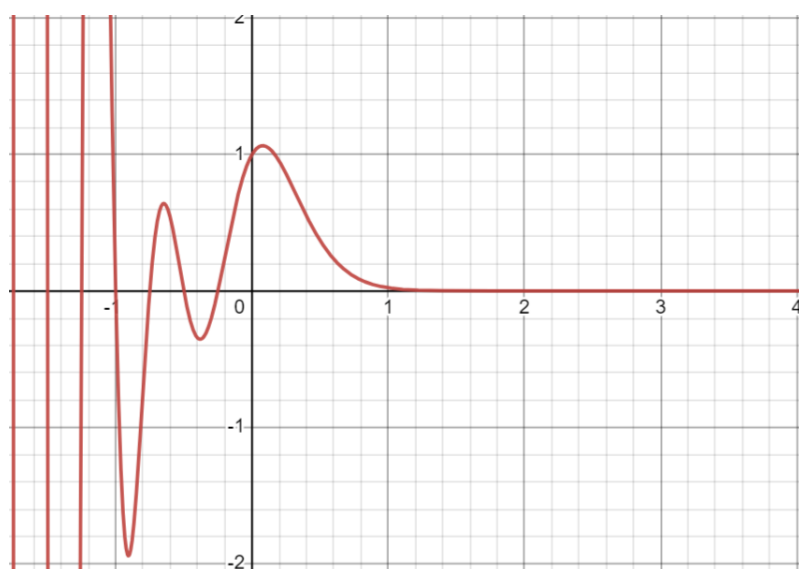


Рис. 1 График при $x=0.86$

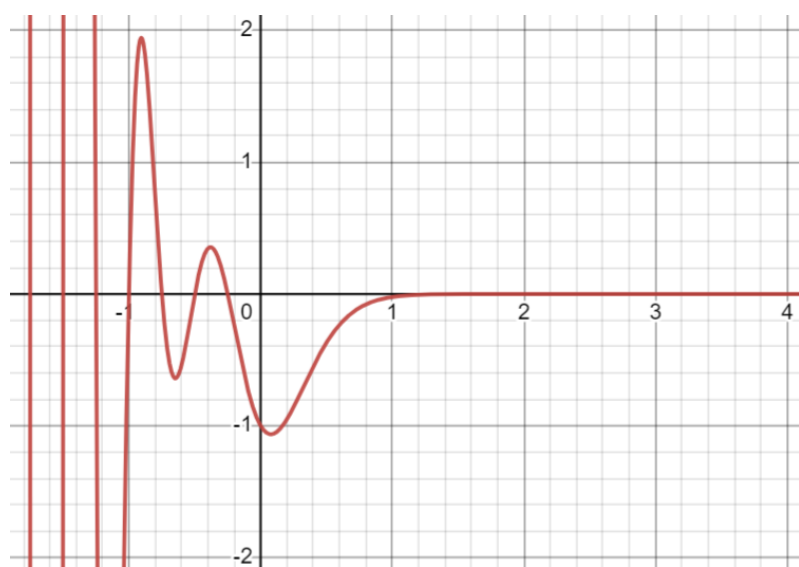


Рис. 2 График при $x=-0.86$

Контрольный пример

Контрольный пример: 5.74

$$\varepsilon = 1e - 20$$

$x = 5,74$		
$\varepsilon = 1e - 20$		
i	a	S
0	1	1
1	45,23001	46,23001
2	29,22635	75,45736
3	2,67058	78,12794
4	6,63698e-2	78,1943098
5	6,19602e-4	78,194929402
6	2,63742e-6	78,19493203942
7	5,826290e-9	78,19493204525
8	7,32839e-12	78,194932045257
9	5,62720e-15	78,194932045257
10	2,78503e-18	78,194932045257

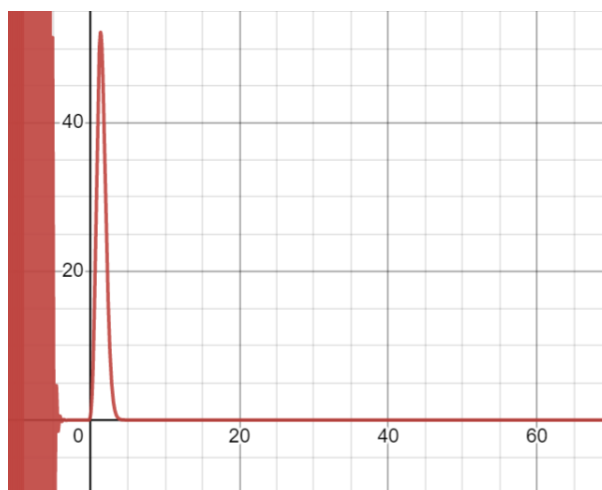


Рис. 3

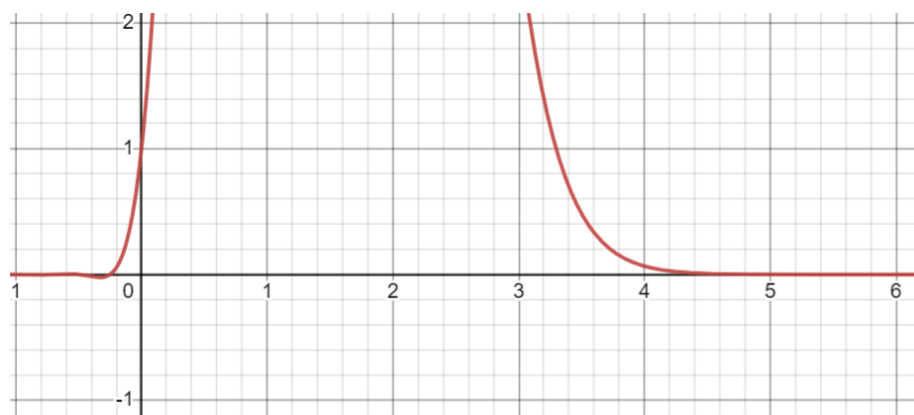


Рис. 4

Особенности решения задачи на компьютере

При решении задачи использовались переменные типа double и unsigned. Отсюда, $x, \text{eps}, a, s, q, \text{temp} \in [-1.7 \times 10^{308}; 1.7 \times 10^{308}]$, $i \in [0; 4\,294\,967\,295]$.

Организация интерфейса пользователя

Макет О1: Автор: Коняев Александр Евгеньевич; Группа: 2302; Версия 3.1

Дата начала: 12.10.2022; Дата окончания:

Макет О2: Введите eps: _

Макет И1: $d \in [-1.7 \times 10^{308}; 1.7 \times 10^{308}]$

Макет О3: Неправильный eps: <eps>

Макет О4: Не был введен корректный eps, программа завершена

Макет О5: Введите x: _

Макет О6: | i | a | s |

Макет О7: | d | $\pm d. \underbrace{ddd}_{15}$ | $\pm d. \underbrace{ddd}_{15}$ |

Макет О8: Всего d шагов

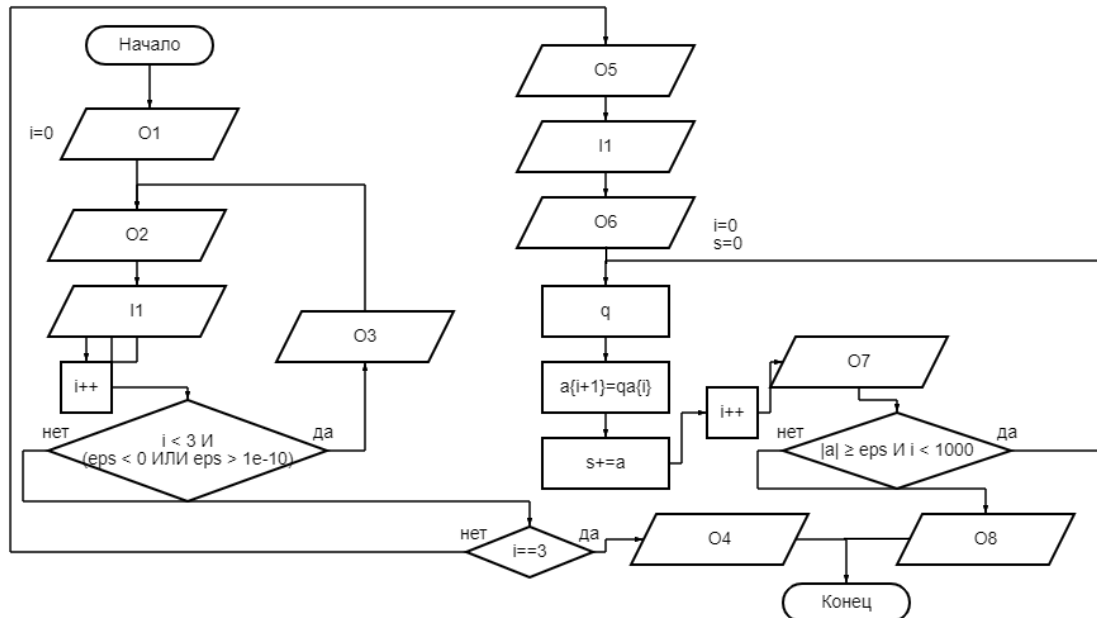
Организация данных в программе

Тип	Название	Назначение
double	x	Значение x
	eps	Значение ε -окрестности
	a	Значение a_i
	s	Значение $\sum_{i=0...n}$
	q	Вспомогательная переменная для подсчёта значения q в формуле $a_{i+1} = qa_i$
	temp	Временная переменная, хранящая значение x^n
unsigned	i	Количество итераций цикла, считающего сумму числового ряда
fstream	f	Файловый поток

Организация ввода/вывода

	iostream	iomanip	locale.h	cmath	fstream
Ввод	cin >>				
Вывод	cout <<				
Настройка		setw() setprecision() fixed showpos noshowpos			
Русский язык			setlocale()		
Математические функции				abs()	
Запись значений в файл					fstream f f.open() f <<

Представление алгоритма решения задачи



Текст программы

```

#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <locale.h>
#include <cmath>
#include <fstream>

int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "Russian");

    double x, eps, a, s, q, temp; unsigned i;
    i = 0; eps = -1;
    std::cout << "Задача: найти сумму числового ряда и количество итераций цикла,
вычисляющего эту сумму\n"
    << "Автор: Коняев Александр Евгеньевич; Группа: 2302; Версия 3.2\n"
    << "Дата начала: 12.10.2022; Дата окончания:\n";
    do {
        if (i != 0) std::cout << "Неправильный eps: " << eps << '\n';
        std::cout << "Введите eps: "; std::cin >> eps;
        i++;
    } while (i < 3 && (eps < 0 || eps > 1e-10));
    if (i == 3) {
        std::cout << "Не был введен корректный eps, программа завершена\n";
        exit(1);
    }
    std::cout << "Введите x: "; std::cin >> x;
    i = 0; s = 0;
    a = 1; s += a;
    std::cout << '|' << std::setw(5) << 'i' << '|' << std::setw(40) << 'a' << '|' <<
std::setw(40) << 's' << '|' << '\n';
    std::cout << '|' << std::setw(5) << std::noshowpos << i << '|' << std::setw(40)
<< std::showpos << std::fixed << std::setprecision(15) << std::scientific << a <<

```



```

'|' << std::setw(40) << std::setprecision(15) << std::scientific << s << '|' <<
'\n';
    temp = x * x * x * x; //x^4
    do {
        q = temp / (4.0 * i + 1.0) / (4.0 * i + 2.0) / (4.0 * i + 3.0) / (4.0 * i +
4.0);
        a *= q;
        s += a;
        i++;
        std::cout << '|' << std::setw(5) << std::noshowpos << i << '|' <<
std::setw(40) << std::showpos << std::fixed << std::setprecision(15) <<
std::scientific << a << '|' << std::setw(40) << std::setprecision(15) <<
std::scientific << s << '|' << '\n';
    } while (abs(a) >= eps && i < 1000);
    std::cout << "Всего " << i + 1 << " шагов\n";

    std::fstream f;
    f.open("C:\\Users\\Александр\\source\\repos\\Лаб 3.1\\out.txt");
    i = 0; s = 0;
    a = 1; s += a;
    f << '|' << std::setw(5) << 'i' << '|' << std::setw(40) << 'a' << '|' <<
std::setw(40) << 's' << '|' << '\n';
    f << '|' << std::setw(5) << std::noshowpos << i << '|' << std::setw(40) <<
std::showpos << std::fixed << std::setprecision(15) << std::scientific << a << '|'
<< std::setw(40) << std::setprecision(15) << std::scientific << s << '|' << '\n';
    temp = x * x * x * x; //x^4
    do {
        q = temp / (4.0 * i + 1.0) / (4.0 * i + 2.0) / (4.0 * i + 3.0) / (4.0 * i +
4.0);
        a *= q;
        s += a;
        i++;
        f << '|' << std::setw(5) << std::noshowpos << i << '|' << std::setw(40) <<
std::showpos << std::fixed << std::setprecision(15) << std::scientific << a << '|'
<< std::setw(40) << std::setprecision(15) << std::scientific << s << '|' << '\n';
    } while (abs(a) >= eps && i < 1000);
    f << "Всего " << i + 1 << " шагов\n";

    f.close();
}

```

Результаты работы программы

Задача: найти сумму числового ряда и количество итераций цикла, вычисляющего эту сумму

Автор: Коняев Александр Евгеньевич; Группа: 2302; Версия 3.2

Дата начала: 12.10.2022; Дата окончания:

Введите eps: 1e-20

Введите x: 5.74

i	a	s
0	+1.000000000000000e+00	+1.000000000000000e+00
1	+4.523101440666667e+01	+4.623101440666667e+01
2	+2.922635234651553e+01	+7.545736675318220e+01
3	+2.670580937453657e+00	+7.812794769063586e+01
4	+6.636982684403062e-02	+7.819431751747989e+01
5	+6.196025994118310e-04	+7.819493712007930e+01
6	+2.637422746132566e-06	+7.819493975750206e+01
7	+5.826290902407445e-09	+7.819493976332835e+01
8	+7.328393986213071e-12	+7.819493976333568e+01
9	+5.627208114220062e-15	+7.819493976333568e+01
10	+2.785034809974825e-18	+7.819493976333568e+01
11	+9.279485942132246e-22	+7.819493976333568e+01

Всего 12 шагов

C:\Users\Александр\source\repos\Лаб 3.2\64\Debug\Лаб 3.2.exe (процесс 54100) завершил работу с кодом 0.

Нажмите любую клавишу, чтобы закрыть это окно: █

```
*out.txt – Блокнот
Файл  Изменить  Просмотр

i | a | s |
0 | +1.000000000000000e+00 | +1.000000000000000e+00 |
1 | +4.523101440666667e+01 | +4.623101440666667e+01 |
2 | +2.922635234651553e+01 | +7.545736675318220e+01 |
3 | +2.670580937453657e+00 | +7.812794769063586e+01 |
4 | +6.636982684403062e-02 | +7.819431751747989e+01 |
5 | +6.196025994118310e-04 | +7.819493712007930e+01 |
6 | +2.637422746132566e-06 | +7.819493975750206e+01 |
7 | +5.826290902407445e-09 | +7.819493976332835e+01 |
8 | +7.328393986213071e-12 | +7.819493976333568e+01 |
9 | +5.627208114220062e-15 | +7.819493976333568e+01 |
10 | +2.785034809974825e-18 | +7.819493976333568e+01 |
11 | +9.279485942132246e-22 | +7.819493976333568e+01 |
Всего 12 шагов
```

Вывод о проделанной работе

Я узнал о числовых рядах, научился находить сумму бесконечного числового ряда с помощью цикла do-while и производить запись значений в файл с помощью библиотеки fstream.