

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

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №3**  
**по дисциплине «Программирование»**

Студент гр. 1302

\_\_\_\_\_

Новиков Г.В.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Калмычков В.А.

Санкт-Петербург

2021

## 1. Исходная формулировка

Рассматриваются ряды  $f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} u_i$ . Для каждого индивидуального задания определены вид элемента ряда  $u_i$ , функция  $f(x)$ , область сходимости  $D$ , если  $D \neq \mathbb{R}$ .

$$u(n) = (1/\sqrt{2\pi})(-1)^n x^{2n+1} / (2^n n! (2n+1))$$

$f(x) = \Phi(x)$  – “функция ошибок”

Найти первый  $n$ , при котором  $|u(n)| < \text{eps}$

## 2. Особенности задания

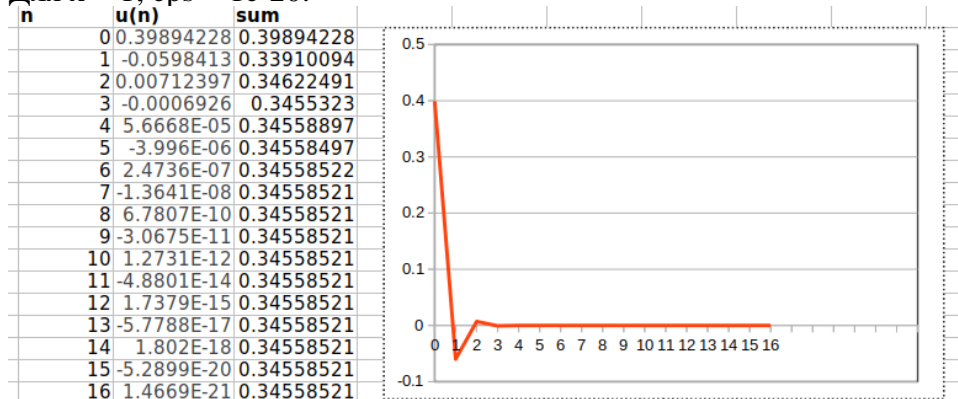
Двойной вывод: в текстовый файл и в консоль.

В моем задании (3) в формуле используется буква  $n$  вместо  $i$ , поэтому все  $i$  я заменил на  $n$ :

3.  $u(i) = (1/\sqrt{2\pi})(-1)^n x^{2n+1} / (2^n n! (2n+1))$ ;  $f(x) = \Phi(x)$  – “функция ошибок” [10, с.46].

## 3. Контрольный пример

Для  $x = 1$ ;  $\text{eps} = 1\text{e-}20$ :



Из чего следует, что  $n=16$ .

## 4. Формальная постановка задания

Дано  $\text{eps}$  и  $x$ .

$$0 < \text{eps} \leq 1\text{e-}20$$

Найти первый  $n$ , при котором  $|u(n)| < \text{eps}$

## 5. Формат хранения данных

Переменная	Тип	Назначение
x	double	Переменная x
eps	double	Значение эпсилон
eps_is_valid	bool	Правильность введенного эпсилон
file	ofstream	Вывод данных в файл
PI	double	Число ПИ
success	bool	Найдено ли искомое значение
Final_n	double	Искомое значение n
n	int	Переменная n
u	double	Значение u(n) на текущем шаге

sum	double	Сумма $u(n)$
-----	--------	--------------

## 6. Ограничения, обусловленные выполнением на компьютере

Тип double предоставляет доступ к вещественным числам в диапазоне от +/- 1.7E-308 до 1.7E+308.

## 7. Макет ввода и вывода

Приветствие	Author: Novikov G. Group: 1302 Start date: 25.10.2021 End date: 25.10.2021 Version: 3.1.01 Formulation: $((1/(\text{sqrt}(2*\text{PI})))*(-1)^n*x^{(2n+1)})/(2^n*n!*(2*n + 1))$						
Запрос x	Enter x:						
Ввод x	x						
Запрос eps	Enter eps(between 0 and 1e-20):						
Ввод eps	Eps						
Неверное значение eps	Invalid value(tries left: 2)						
Вывод таблицы в консоль	<table><tr><td colspan="3"></td></tr><tr><td>n</td><td>u(n)</td><td>sum</td></tr></table>				n	u(n)	sum
n	u(n)	sum					
Вывод таблицы в файл	<table><tr><td colspan="3"></td></tr><tr><td>n</td><td>u(n)</td><td>sum</td></tr></table>				n	u(n)	sum
n	u(n)	sum					
Результат(если найдено)	First EPS-locality occurence is attained at n = 16						
Результат(если не найдено)	Didn't find EPS-locality occurrences						

## 8. Средства обеспечения ввода и вывода

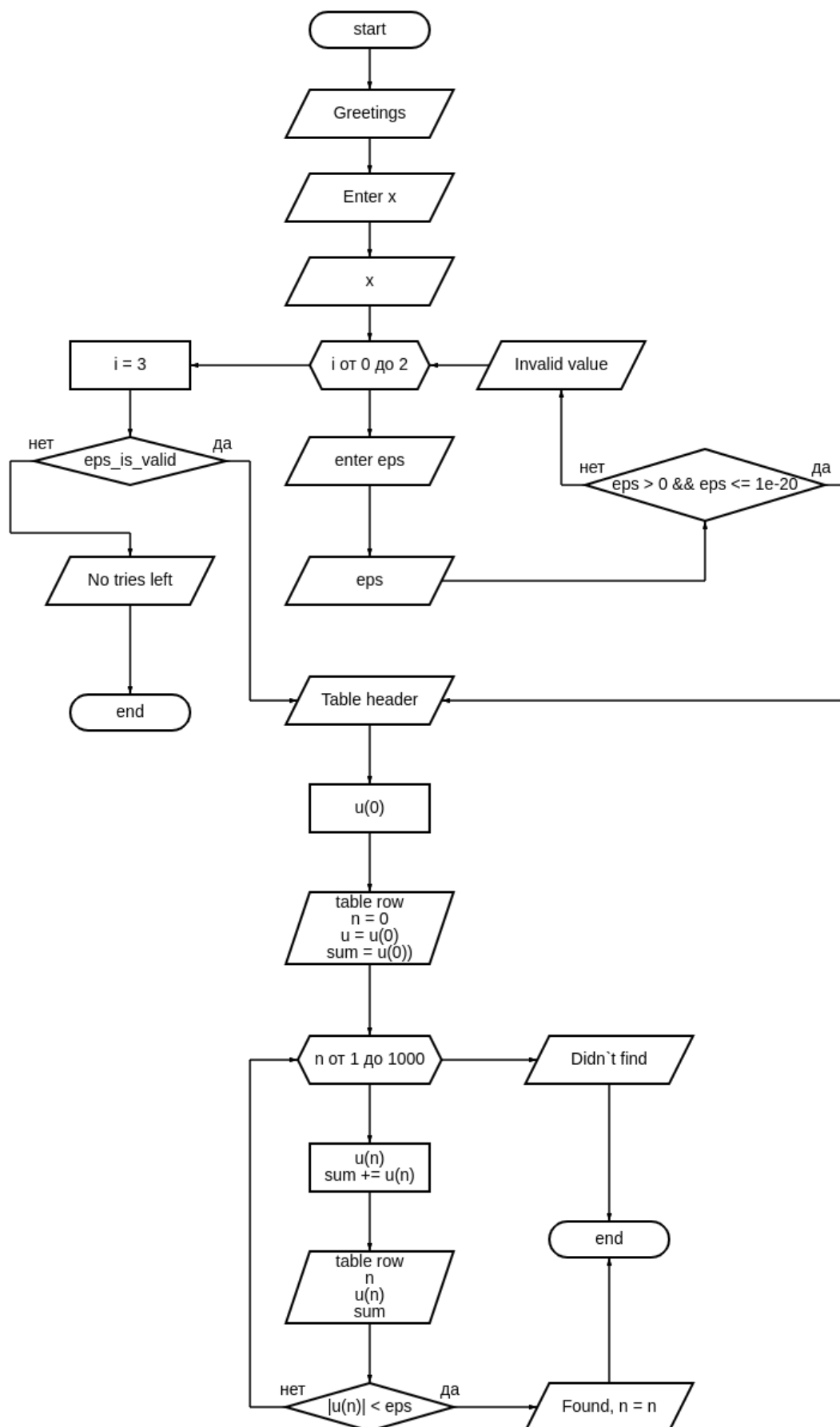
Библиотеки: iostream, fstream, iomanip

Средство обеспечения ввода: `cin>>`

Средство обеспечения вывода в консоль: `cout <<`

Средство обеспечения вывода в файл: `file <<`

## 9. Алгоритм решения



## 10.Программа

```
// Автор: Новиков Г.В.  
// Группа: 1302  
// Дата начала: 25.10.2021  
// Дата окончания: 25.10.2021  
// Версия: 3.1.01
```

```
#include <iostream>  
#include <iomanip>  
#include <fstream>
```

```
using namespace std;
```

```
void print_line(double n, double u, double sum) {  
    ofstream file;  
    file.open("out.txt", ios::app);  
  
    cout << setw(9) << n;  
    cout << "|";  
    cout << setw(23) << u;  
    cout << "|";  
    cout << setw(23) << sum << endl;  
  
    file << setw(9) << n;  
    file << "|";  
    file << setw(23) << u;  
    file << "|";  
    file << setw(23) << sum << endl;  
  
    file.close();  
}
```

```
double absolute(double num) {  
    if (num < 0) {  
        num = -num;  
    }  
    return num;  
}
```

```
double sqrt(double num) {  
    double res = num / 2;  
    for (int i = 0; i < 1000; i++) {  
        res = (res + num / res) / 2;  
    };  
    return res;  
}
```

```
double next_u(double u, int n, double x) {  
    return u * (-(x * x * (2 * n + 1)) / (2 * (n + 1) * (2 * n + 3)));  
};
```

```

int main(int argc, char const *argv[])
{
cout << "Author: Novikov G. \n"
"Group: 1302 \n"
"Start date: 25.10.2021 \n"
"End date: 25.10.2021 \n"
"Version: 3.1.01 \n"
"Formulation: ((1/(sqrt(2*PI)))*(-1)^n*x^(2n+1))/(2^n*n!*(2*n + 1))" << endl << endl;
double eps, x;
bool eps_is_valid = false;
cout << "Enter x: ";
cin >> x;
for (int i = 0; i < 3; i++) {
cout << "Enter eps(between 0 and 1e-20): ";
cin >> eps;
if (eps > 0 && eps <= 1e-20) {
eps_is_valid = true;
break;
};
cout << "Invalid value(tries left: " << 2 - i << ")" << endl;
};
if (!eps_is_valid) {
cout << "No tries left" << endl;
return 0;
};

ofstream file;
file.open("out.txt", ios::trunc);

for (int i = 0; i < 57; i++) {
cout << "_";
}
cout << endl;

cout << setw(5) << "n";
cout << setw(5) << "|";
cout << setw(13) << "u(n)";
cout << setw(11) << "|";
cout << setw(13) << "sum";
cout << setw(10) << endl;

for (int i = 0; i < 57; i++) {
file << "_";
}
file << endl;

file << setw(5) << "n";
file << setw(5) << "|";
file << setw(13) << "u(n)";
file << setw(11) << "|";
file << setw(13) << "sum";
file << setw(10) << endl;

file.close();

double PI = 3.141592653589793;
bool success = false;

```

```

int final_n;
int n = 0;
double u = 1 / sqrt(2 * PI);
double sum = u;
print_line(n, u, sum);

for (int n = 1; n <= 1000; n++) {
    u = next_u(u, n, x);
    sum += u;
    print_line(n, u, sum);
    if (absolute(u) < eps) {
        success = true;
        final_n = n;
        break;
    }
}

file.open("out.txt", ios::app);
if (success) {
    cout << "First EPS-locality occurence is attained at n = " << final_n << endl;
    file << "First EPS-locality occurence is attained at n = " << final_n << endl;
} else {
    cout << "Didn`t find EPS-locality occurencies" << endl;
    file << "Didn`t find EPS-locality occurencies" << endl;
}
file.close();

return 0;
}

```

## 11. Результаты работы программы

Консоль:

```

Author: Novikov G.
Group: 1302
Start date: 25.10.2021
End date: 25.10.2021
Version: 3.1.01
Formulation: ((1/(sqrt(2*PI)))*(-1)^n*x^(2n+1))/(2^n*n!*(2*n + 1))

Enter x: 1
Enter eps(between 0 and 1e-20): 1e-20

```

n	u(n)	sum
0	0.398942	0.398942
1	-0.0598413	0.339101
2	0.00712397	0.346225
3	-0.000692608	0.345532
4	5.66679e-05	0.345589
5	-3.99582e-06	0.345585
6	2.4736e-07	0.345585
7	-1.36412e-08	0.345585
8	6.7807e-10	0.345585
9	-3.06746e-11	0.345585
10	1.27306e-12	0.345585
11	-4.88005e-14	0.345585
12	1.73791e-15	0.345585
13	-5.77876e-17	0.345585
14	1.80198e-18	0.345585
15	-5.2899e-20	0.345585
16	1.46695e-21	0.345585

```

First EPS-locality occurence is attained at n = 16

```

Файл:

n	u(n)	sum
0	0.398942	0.398942
1	-0.0598413	0.339101
2	0.00712397	0.346225
3	-0.000692608	0.345532
4	5.66679e-05	0.345589
5	-3.99582e-06	0.345585
6	2.4736e-07	0.345585
7	-1.36412e-08	0.345585
8	6.7807e-10	0.345585
9	-3.06746e-11	0.345585
10	1.27306e-12	0.345585
11	-4.88005e-14	0.345585
12	1.73791e-15	0.345585
13	-5.77876e-17	0.345585
14	1.80198e-18	0.345585
15	-5.2899e-20	0.345585
16	1.46695e-21	0.345585

First EPS-locality occurence is attained at n = 16

## 12. Выводы о проделанной работе

Узнал о выводе результата программы в текстовый файл.