

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
Образовательное учреждение высшего образования  
ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт инженерных наук  
Кафедра информационно-коммуникационных технологий

***ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2***  
**ОТДЕЛЕНИЕ И УТОЧНЕНИЕ КОРНЕЙ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ**  
Вариант 7

Выполнили: студенты  
Антонова П.С., Разгонова Е.В.  
Группа: 0432-04  
Проверил: Трофимов В.М.

Псков  
2021

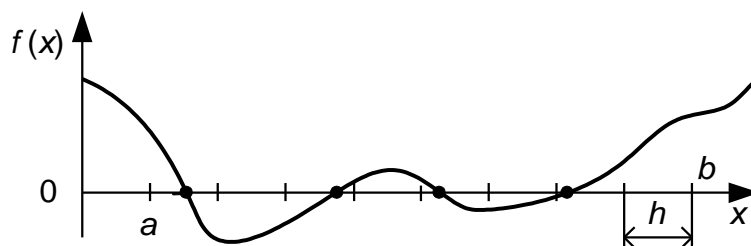
## Постановка задачи

Целью лабораторной работы является написание программы для уточнения корня нелинейного уравнения  $5 \sin(10\sqrt{x}) - x = 0$ , при заданной точности  $\varepsilon = 10^{-3}$  на промежутке  $[2; 5]$ .

## Теоретическая справка

Данная работа аналогична лабораторной работе №1, с уточнением, что здесь задан ориентировочный участок функции, где могут быть один или несколько корней. Поэтому сначала необходимо отделить и определить небольшой участок, где есть корень, методом проб, а затем уточнить значение корня быстросходящимся методом.

Так как корней на заданном участке может быть несколько, то после уточнения корня необходимо проверять наличие корней и далее до конца участка.



При выполнении задания для метода проб отрезок предлагается делить на 20 частей. Из-за сложности анализа функций на сходимость для уточнения корней использовать метод половинного деления с заданной точностью.

## Разработка программного решения

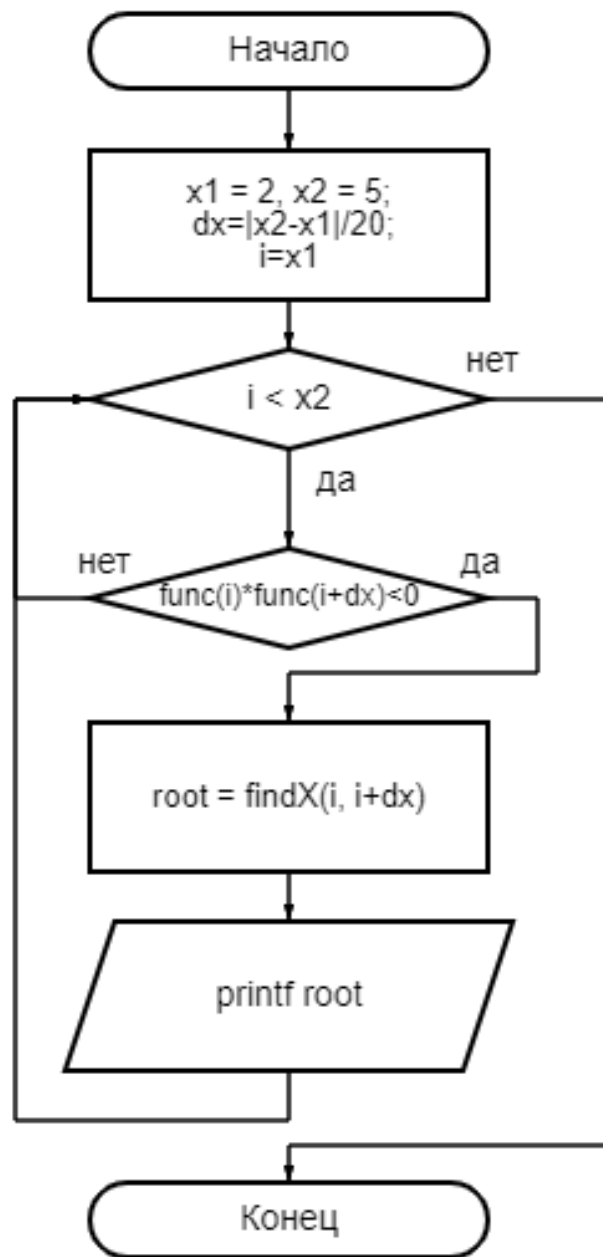


Рис. 1. Общая блок-схема метода

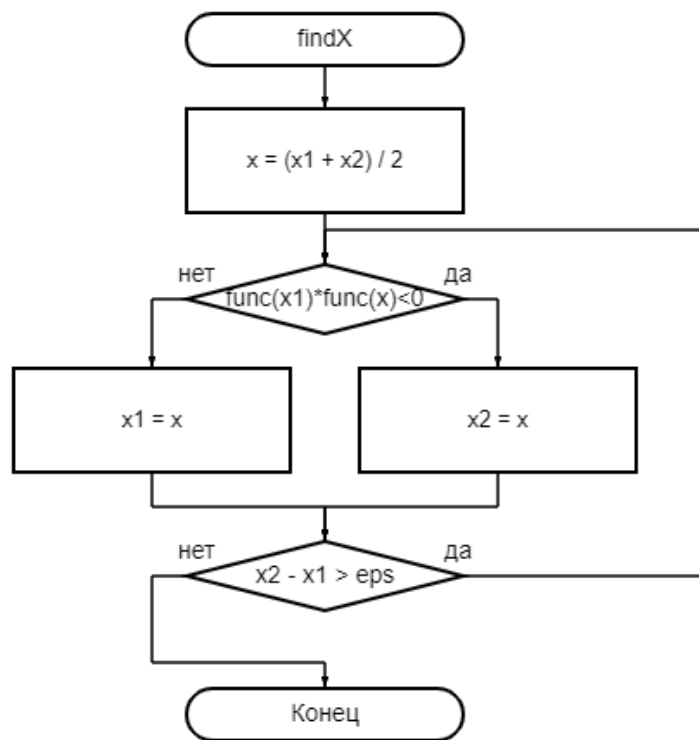


Рис. 2. Блок-схема подпрограммы

// Отделение и уточнение корней нелинейных уравнений

```

#include<iostream>
#include<cmath>

using namespace std;

const double eps = 1e-3;

double func(double x)
{
    return 5 * sin(10 * sqrt(x)) - x;
}

double findX(double x1, double x2)
{
    double x;
    do
    {
        x = (x1 + x2) / 2;
        if ((func(x1) * func(x)) < 0.0)
        {
            x2 = x;
        }
        else
        {
            x1 = x;
        }
    } while ((x2 - x1) > eps);
}

```

```

    return x;
}

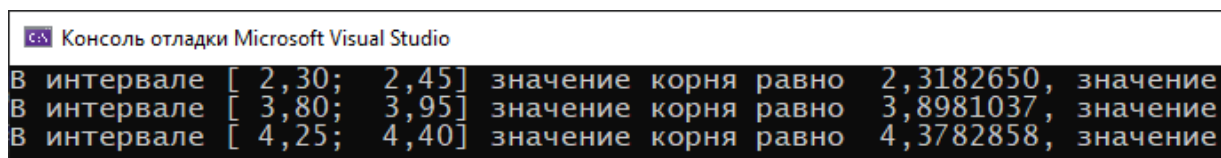
int main()
{
    setlocale(0, "");

    const double x1 = 2., x2 = 5.;
    const double dx = fabs(x2 - x1) / 20.0;

    for (double i = x1; i < x2; i += dx)
    {
        if ((func(i) * func(i + dx)) < 0.0)
        {
            double root = findX(i, i + dx);
            printf("В интервале (%5.2f; %5.2f) значение корня равно
%10.7f, значение функции f(x)=%10.7f\n", i, i + dx, root, func(root));
        }
    }

    return 0;
}

```



Консоль отладки Microsoft Visual Studio

```

В интервале [ 2,30; 2,45] значение корня равно 2,3182650, значение
В интервале [ 3,80; 3,95] значение корня равно 3,8981037, значение
В интервале [ 4,25; 4,40] значение корня равно 4,3782858, значение

```

Рис. 2. Результат работы программы

### Расчёт корня уравнения при разных точностях

ε	Интервал	Корень	Значение функции F(x <sub>1</sub> )
1e-03	[2.3 ; 2.45]	2.3181641	0.0015685
	[3.8 ; 3.95]	3.8978516	-0.0017480
	[4.25 ; 4.4]	4.3783203	-0.0002339
1e-05	[2.3 ; 2.45]	2.3182648	0.0000028
	[3.8 ; 3.95]	3.8980988	-0.0000342
	[4.25 ; 4.4]	4.3782928	-0.0000479
1e-07	[2.3 ; 2.45]	2.3182650	-0.0000006
	[3.8 ; 3.95]	3.8981037	0.0000000
	[4.25 ; 4.4]	4.3782858	0.0000000

$$f(x) := 5 \cdot \sin(10 \cdot \sqrt{x}) - x$$

$$x := 2, 2.15 \dots 5$$

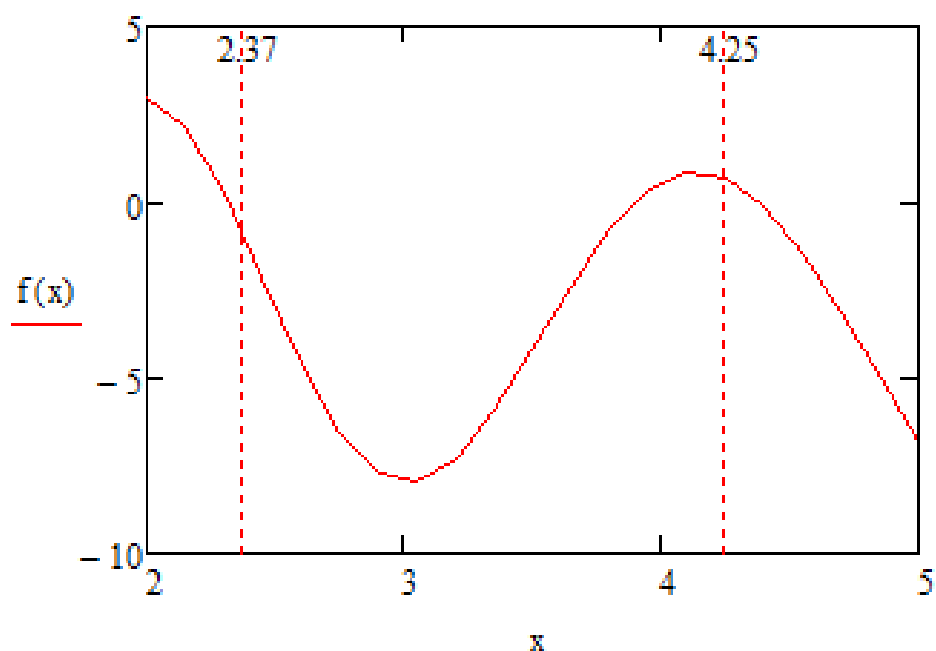


Рис. 3. Проверка решения в Mathcad

Вывод: грамотно комбинируя различные методы, можно с большой точностью отделять и вычислять корни нелинейных уравнений: в силу своих особенностей метод проб используется для отделения корней, а метод половинного деления используется для нахождения корня на конкретном промежутке. Результаты выполнения программы совпадают с результатом вычисления в MathCAD.