ИТМО
Кафедра ВТ
Вычислительная Математика

Лабораторная работа №1
«Численные методы решения нелинейных уравнений»

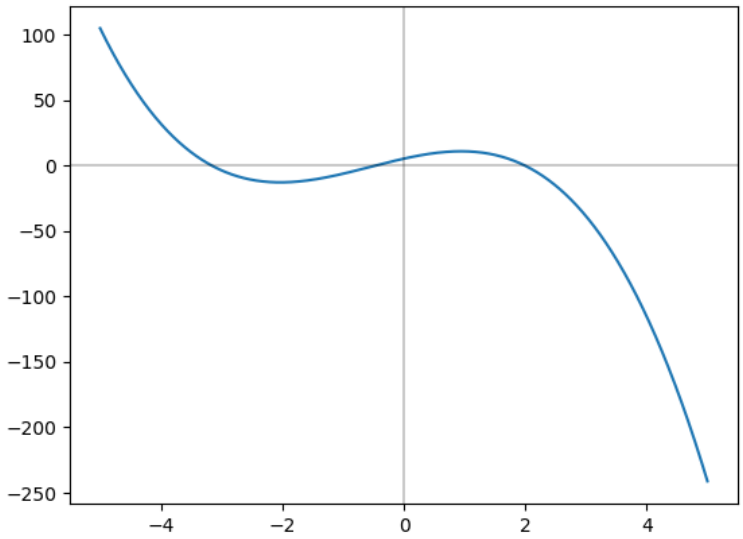
Нестеров Дали Константинович
Группа P3202
Вариант 9

Санкт-Петербург
2018 год

Цель: реализовать методы половинного деления и Ньютона для решения нелинейных уравнений.

Порядок выполнения работы:

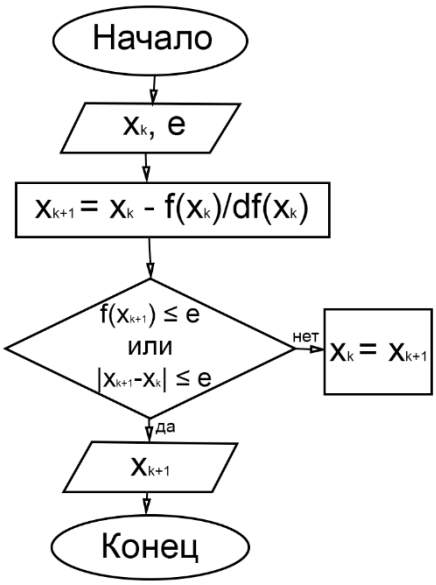
1. Построить график уравнения $y = -1.8x^3 - 2.94x^2 + 10.37x + 5.38$ (вариант 9)



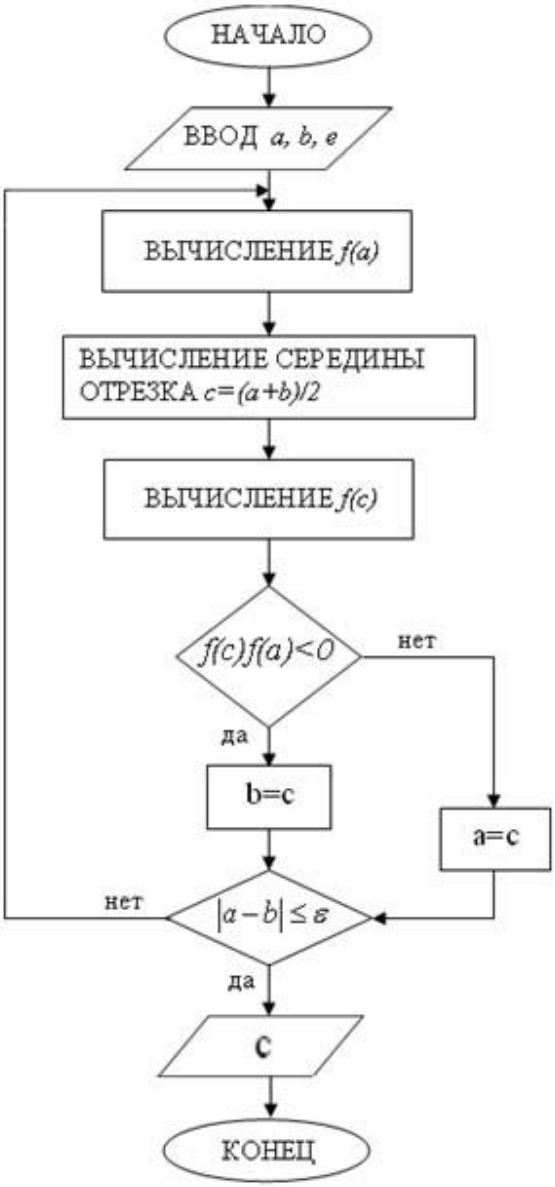
2. Определить корни уравнения графически
3. Определить интервалы изоляции корней
   (-4, -2), (-1, 0), (1.4, 2.4)
4. Заполнить Таблицы 1 и 2 (см. ниже)
5. Написать программную реализацию задачи

Блок-схемы используемых методов и их рабочие формулы:

Блок-схема метода Ньютона



Блок-схема метода половинного деления



Рабочие формулы

Метод половинного деления:

$$x_n = \frac{a_n + b_n}{2}$$

Метод Ньютона:

$$x_n = x_{n-1} - \frac{f(x_{n-1})}{f'(x_{n-1})}$$

Таблицы:

Таблица вычислений правого крайнего корня нелинейного уравнения методом половинного деления с точностью e = 10^{-2} с удержанием 3 знаков после запятой.

Таблица 1

№ шага	a	b	x	f(a)	f(b)	f(x)	|a-b|
1	1.4	2.4	1.9	9.196	-11.550	2.123	1.0
2	1.9	2.4	2.15	2.123	-11.550	-3.804	0.5
3	1.9	2.15	2.025	2.123	-3.804	-0.623	0.25
4	1.9	2.025	1.962	2.123	-0.623	0.803	0.125
5	1.962	2.025	1.994	0.803	-0.623	0.103	0.062
6	1.994	2.025	2.009	0.103	-0.623	-0.257	0.031
7	1.994	2.009	**2.002**	0.103	-0.257	-0.076	0.016

Таблица вычислений левого крайнего корня нелинейного уравнения методом Ньютона с точностью e = 10^{-2} с удержанием 3 знаков после запятой.

Таблица 2

№ итерации	x_k	$f(x_k)$	$f'(x_k)$	X_{k+1}	$\|x_k - x_{k+1}\|$
1	-3.6	13.92640	-38.44600	-3.23777	0.36223
2	-3.23777	2.07945	-27.20087	-3.16132	0.07645
3	-3.16132	0.08420	-25.00871	**-3.15795**	0.00337

Листинг программы:

```
def y(x):  # Заданная функция
    return -1.8 * x ** 3 - 2.94 * x ** 2 + 10.37 * x + 5.38


def dy(x): # Производная функции
    return -1.8 * 3 * x ** 2 - 2.94 * 2 * x + 10.37


def bisection_method(a, b, e): # Метод половинного деления
    n = 0
    c = "Ошибка"
    while abs(a - b) > e:
        c = (a + b) / 2
        n = n+1
        if y(c) == 0:
            return "Найденный корень = " + str(
                c) + ", число итераций = " + str(n) + ", значение функции в
найденном корне = " + str(y(c))
        if y(a) * y(c) < 0:
            b = c
        else:
            a = c
    if c == "Ошибка":
        return c
    else:
        return "Найденный корень = " + \
```

```
                str(c) + ", число итераций = " + str(n) + ", значение функции в
найденном корне = " + str(y(c))


def newton_method(x0, e): # Метод Ньютона
    n = 1
    xn = x0 - y(x0) / dy(x0)
    while abs(x0 - xn) > e or y(xn) > e:
        x0 = xn
        xn = x0 - y(x0) / dy(x0)
        n = n+1
    return "Найденный корень = " + \
           str(xn) + ", число итераций = " + str(n) + ", значение функции в
найденном корне = " + str(y(xn))


x = np.arange(-5, 5, step = 0.001) # Вывод графика
plt.plot(x, y(x))
plt.axhline(0, color='black', linewidth=0.3)
plt.axvline(0, color='black', linewidth=0.3)
plt.savefig("Graph.png")


while True: # Обеспечение интерактивности
    print("Введите 1 для метода половинного деления, 2 для метода ньютона или
exit для выхода")
    choice = input()
    if choice == "exit":
        break
    print("Введите 1 для ввода из консоли или 2 для ввода из файла")
    inp = input()
    print("Введите 1 для вывода в консоль или 2 для вывода в файл")
    outp = input()
    if choice == str(1):
        if inp == str("1"):
            print("Введите начало интервала")
            result = False
            while not result:
                try:
                    a = float(input())
                except ValueError:
                    print("Вы ввели не число")
                else:
                    result = True
            print("Введите конец интервала")
            result = False
            while not result:
                try:
                    b = float(input())
                except ValueError:
                    print("Вы ввели не число")
                else:
                    result = True
            print("Введите точность вычислений")
            result = False
            while not result:
                try:
                    e = float(input())
                except ValueError:
                    print("Вы ввели не число")
                else:
```

```
                result = True
            if y(a)*y(b) < 0:
                if outp == str(1):
                    print(bisection_method(a, b, e))
                if outp == str(2):
                    print("Введите путь к файлу для вывода")
                    try:
                        with open(input(), 'w') as f:
                            f.write(bisection_method(a, b, e))
                    except OSError:
                        print("Некорректный путь к файлу")
                    else:
                        result = True
            else:
                print("Некорректный интервал!")

        if inp == "2":
            result = False
            while not result:
                print("Введите путь к файлу для ввода")
                try:
                    with open(input(), 'r') as f:
                        string = [float(v) for v in f.read().split(' ')]
                except OSError:
                    print("Некорректный путь к файлу")
                else:
                    result = True
            if y(string[0])*y(string[1]) < 0:
                if outp == str(1):
                    print(bisection_method(string[0], string[1], string[2]))
                if outp == str(2):
                    print("Введите путь к файлу для вывода")
                    try:
                        with open(input(), 'w') as f:
                            f.write(bisection_method(string[0], string[1],
string[2]))
                    except OSError:
                        print("Некорректный путь к файлу")
                    else:
                        result = True
            else:
                print("Некорректный интервал!")

    if choice == str(2):
        if inp == str(1):
            print("Введите начальное приближение")
            result = False
            while not result:
                try:
                    x0 = float(input())
                except ValueError:
                    print("Вы ввели не число")
                else:
                    result = True
            print("Введите точность вычислений")
            result = False
            while not result:
                try:
                    e = float(input())
                except ValueError:
                    print("Вы ввели не число")
```

```
                else:
                    result = True
            if outp == str(1):
                print(newton_method(x0, e))
            if outp == str(2):
                print("Введите путь к файлу для вывода")
                try:
                    with open(input(), 'w') as f:
                        f.write(newton_method(x0, e))
                except OSError:
                    print("Некорректный путь к файлу")
                else:
                    result = True
        if inp == str(2):
            result = False
            while not result:
                print("Введите путь к файлу для ввода")
                try:
                    with open(input(), 'r') as f:
                        string = [float(v) for v in f.read().split(' ')]
                except OSError:
                    print("Некорректный путь к файлу")
                else:
                    result = True
            if outp == str(1):
                print(newton_method(string[0], string[1]))
            if outp == str(2):
                print("Введите путь к файлу для вывода")
                try:
                    with open(input(), 'w') as f:
                        f.write(newton_method(string[0], string[1]))
                except OSError:
                    print("Некорректный путь к файлу")
                else:
                    result = True
```

Результаты выполнения программы:

```
Введите 1 для метода половинного деления, 2 для метода ньютона или exit для
выхода
1
Введите 1 для ввода из консоли или 2 для ввода из файла
1
Введите 1 для вывода в консоль или 2 для вывода в файл
1
Введите начало интервала
-1
Введите конец интервала
0
Введите точность вычислений
0.001
Найденный корень = -0.4736328125, число итераций = 10, значение функции в
найденном корне = 0.00015171144157655192
Введите 1 для метода половинного деления, 2 для метода ньютона или exit для
выхода
2
Введите 1 для ввода из консоли или 2 для ввода из файла
1
Введите 1 для вывода в консоль или 2 для вывода в файл
1
```

```
Введите начальное приближение
55
Введите точность вычислений
0.00000000000000000000000000000000001
Найденный корень = 1.9982583005213421, число итераций = 14, значение функции в
найденном корне = 8.881784197001252e-16
Введите 1 для метода половинного деления, 2 для метода ньютона или exit для
выхода
1
Введите 1 для ввода из консоли или 2 для ввода из файла
1
Введите 1 для вывода в консоль или 2 для вывода в файл
1
Введите начало интервала
-4
Введите конец интервала
-2
Введите точность вычислений
0.0000000000001
Найденный корень = -3.1579461190275993, число итераций = 45, значение функции в
найденном корне = -1.2780887459484802e-12
Введите 1 для метода половинного деления, 2 для метода ньютона или exit для
выхода
exit

Process finished with exit code 0
```

График выводится в файл Graph.png (см. Порядок выполнения работы п.1)

Вывод: В ходе лабораторной работы я научился программно реализовывать решение нелинейных уравнений методом половинного деления и методом касательных.