

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Теоретический материал к данной теме содержится в [1, глава 4].

Отчет по лабораторной работе должен содержать постановку задачи, результаты расчетов и анализ результатов.

Варианты заданий к задачам 2.1-2.3 даны в *ПРИЛОЖЕНИИ 2.А.*

Задача 2.1. Методом простой итерации найти вещественные корни алгебраического уравнения $P(x) = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-8}$.

ПОРЯДОК РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ.

3. Для каждого корня определить итерационный параметр α и параметр q , используя формулы:

$$\alpha = \frac{2}{M1+m1} \quad , \quad M1 = \max_{[a,b]} P'(x), \quad m1 = \min_{[a,b]} P'(x) \quad , \quad q = \left| \frac{M1-m1}{M1+m1} \right|, \quad \text{здесь } [a,b] \text{ - отрезок}$$

локализации корня. Минимумы и максимумы можно найти приближенно, используя график, построенный в п.2.

4. Составить программу для нахождения корня с заданной точностью ε по методу простой итерации. В качестве расчетной формулы использовать метод простой итерации с параметром:

$$x_{n+1} = x_n - \alpha P(x_n).$$

3. Используя программу, найти все корни многочлена с указанной точностью ε .
4. Результаты свести в таблицу:

| | | | | | | | | | |
|-------------|---------|------|------|----------|-----|-----------------------------|--|----------------|--|
| ФИО | | | | | | Группа | | Номер варианта | |
| Уравнение: | | | | | | | | | |
| Корни: | $[a,b]$ | $M1$ | $m1$ | α | q | Корень с заданной точностью | | | |
| | | | | | | Число итераций | | | |
| 1-ый корень | | | | | | | | | |
| 2-ой корень | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Задача 2.2. Дано уравнение $f(x)=0$ Найти все корни уравнения с заданной точностью $\varepsilon = 10^{-12}$ на указанном отрезке $[a,b]$. Для решения задачи использовать метод Ньютона и метод, указанный в индивидуальном варианте. Сравнить количество итераций, потребовавшихся для достижения заданной точности каждым методом.

ПОРЯДОК РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

1. Локализовать корни уравнения.
2. Составить программу вычисления корня методом Ньютона, предусмотрев в ней подсчёт числа итераций. Найти с заданной точностью корни уравнения на указанном в задании отрезке $[a, b]$.
3. Составить программу вычисления корня методом, указанным в индивидуальном варианте, предусмотрев в ней подсчёт числа итераций. Найти с заданной точностью ε те же корни уравнения, что в п.2.

4. Сравнить результаты проведенных расчётов, сведя их в таблицу.
5. Модифицировать методы так, чтобы каждый метод делал заданное количество итераций и на каждом шаге сохранял значение модуля невязки $r_n = |f(x_n)|$. Методы должны возвращать массив, хранящий значения r_n . Для каждого корня вызвать модифицированные методы так, чтобы они проделали 10 итераций. Построить графики зависимости r_n от n , $n = 0..10$, в логарифмической шкале. Каждому корню должно соответствовать одно изображение, на котором нарисованы зависимости для двух методов. Полученный результат объясните.
- Примечание: для построения графика в логарифмической шкале воспользуйтесь командой `plt.yscale('log')`.

| Уравнение | | |
|--|----------------------------------|--------------------------|
| Расчетная формула метода Ньютона: | | |
| Расчетная формула индивидуального метода : | | |
| Задача 2.2 | | |
| Корни уравнения | Число итераций метода Ньютона | Число итераций метода |
| | | |
| | | |

Задача 2.3 . Найти корни уравнения и определить их кратность.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ 1

ВНИМАНИЕ! Номер варианта N для лабораторных работ вычисляется по следующей формуле:

- 1) $N = I$ для группы А-5-19;
- 2) $N = 10 + I$ для группы А-13а-19
- 3) $N = 20 + I$ для группы А-13б-19
- 4) $N = 30 + I$ для группы А-14-19
- 5) $N = 60 - I$ для группы А-16-19

(здесь I — индивидуальный номер студента по журналу).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.А.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ 2

Таблица к задаче 2.1

| N | $P(x)$ | | $P(x)$ |
|-------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| 2.1.1 | $0.9x^3 + 3.5x^2 - 0.3x - 1$ | 2.1.16 | $0.9x^3 + 3.5x^2 - 0.3x - 4$ |
| 2.1.2 | $0.7x^3 + 3.4x^2 - 12x + 1$ | 2.1.17 | $9.8x^3 + 10x^2 - 8.8x - 4.2$ |
| 2.1.3 | $-1.7x^3 - 23x^2 + 6x + 1$ | 2.1.18 | $-2.8x^3 + 2x^2 + 19x - 3.7$ |
| 2.1.4 | $-1.5x^3 + 4.5x^2 - 18x + 4$ | 2.1.19 | $0.9x^3 + 3.5x^2 + 3x - 0.1$ |
| 2.1.5 | $1.5x^3 - 8.4x^2 - 16x + 2$ | 2.1.20 | $0.6x^3 - 8.5x^2 + 4x + 1.3$ |
| 2.1.6 | $2.8x^3 - 13.6x^2 + 11x + 3$ | 2.1.21 | $1.3x^3 + 3x^2 - 2.3x - 5.2$ |
| 2.1.7 | $6.2x^3 + 1.3x^2 - 9.6x - 4$ | 2.1.22 | $1.6x^3 - 1.7x^2 - 10.45x + 13.1$ |
| 2.1.8 | $-5.8x^3 - 3.2x^2 + 10.1x - 2$ | 2.1.23 | $-1.6x^3 + 1.9x^2 + 9.25x - 11.4$ |
| 2.1.9 | $-0.8x^3 + 2.3x^2 + 14.1x - 3.7$ | 2.1.24 | $2.3x^3 + 10.6x^2 - 9.25x - 25.4$ |

| | | | |
|--------|--------------------------------|--------|------------------------------------|
| 2.1.10 | $-0.9x^3 + 3.5x^2 - 0.3x - 1$ | 2.1.25 | $-3.3x^3 - 11.6x^2 + 8.75x + 15.4$ |
| 2.1.11 | $1.1x^3 - 1.9x^2 - 2.5x + 1$ | 2.1.26 | $-4.1x^3 - 3.4x^2 + 12.3x - 2.4$ |
| 2.1.12 | $0.5x^3 - 1.1x^2 - 1.9x + 2.1$ | 2.1.27 | $2.1x^3 - 13.4x^2 + 2.3x + 4.4$ |
| 2.1.13 | $-1.8x^3 - 3.5x^2 + 1.2x + 3$ | 2.1.28 | $1.3x^3 + 4.6x^2 - 2.3x - 2.2$ |
| 2.1.14 | $5.9x^3 + 22x^2 - 8x - 1$ | 2.1.29 | $4.3x^3 + 6.6x^2 - 3.3x - 4.2$ |
| 2.1.15 | $4.6x^3 - 35x^2 + 4.8x + 1$ | 2.1.30 | $0.6x^3 - 2.7x^2 - 13.45x + 14.1$ |

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛИЦЫ 2.1.

| | |
|--------|--|
| 2.1.31 | $x^5 + 4.9x^4 + 7.5x^3 + 6.6x^2 + 6.7x + 1.7$ |
| 2.1.32 | $x^5 - 7.2x^4 + 17.1x^3 - 18.5x^2 + 16.1x - 8.8$ |
| 2.1.33 | $x^6 + 0.9x^5 - 0.2x^3 - 1.3x^2 - 0.7x + 0.1$ |
| 2.1.34 | $x^5 - 5.3x^4 + 9.8x^3 - 10x^2 + 8.8x - 4.2$ |
| 2.1.35 | $x^5 - 2.5x^4 + 2.1x^3 - 1.9x^2 + 1.1x - 0.1$ |
| 2.1.36 | $3x^4 - 1.87x^3 - 1.2x^2 + 1.93x + 0.69$ |
| 2.1.37 | $x^5 - 5.2x^4 + 19.8x^3 - 10x^2 + 8.8x - 5$ |
| 2.1.38 | $x^5 + 5.1x^4 + 9.7x^3 - 9.9x^2 - 8.8x + 5$ |
| 2.1.39 | $x^4 - 3.2x^3 + 7.1x^2 - 8.5x - 6.3$ |
| 2.1.40 | $x^4 + 0.1x^3 - 0.9x^2 - 0.1x + 0.1$ |
| 2.1.41 | $x^5 - 2.5x^4 + 2.1x^3 - 1.9x^2 + 1.1x + 0.5$ |
| 2.1.42 | $x^5 - 4.2x^4 + 3.5x^3 - 1.8x^2 + 2.5x + 2.3$ |
| 2.1.43 | $x^6 - 2.5x^5 + 1.4x^4 - 1.1x^2 + 2.6x - 1.3$ |
| 2.1.44 | $x^5 - 8x^4 + 22x^3 + 11x^2 - 22x + 5$ |
| 2.1.45 | $x^5 - 4.8x^4 + 7.5x^3 - 6.6x^2 + 6.8x - 4$ |
| 2.1.46 | $x^5 + 7.2x^4 + 17.1x^3 - 18.5x^2 - 16.1x + 11.8$ |
| 2.1.47 | $x^6 - 0.9x^5 + 0.2x^3 - 1.3x^2 + 0.7x + 0.1$ |
| 2.1.48 | $x^5 + 5.3x^4 + 9.8x^3 + 10x^2 + 8.8x - 4.2$ |
| 2.1.49 | $x^5 + 2.5x^4 + 2.1x^3 + 1.9x^2 + 1.1x - 0.1$ |
| 2.1.50 | $x^4 + 1.88x^3 - 1.76x^2 - 1.92x - 0.71$ |
| 2.1.51 | $x^5 + 5.2x^4 + 9.8x^3 + 9.9x^2 + 8.8x + 5$ |
| 2.1.52 | $x^5 - 5.1x^4 + 9.6x^3 + 9.8x^2 - 8.8x - 5$ |
| 2.1.53 | $x^4 - 3.2x^3 - 7.1x^2 - 8.5x - 1.4$ |
| 2.1.54 | $x^4 + 0.1x^3 - 1.1x^2 - 0.2x + 0.1$ |
| 2.1.55 | $x^5 - 2.5x^4 - 2.2x^3 - 1.9x^2 + 1.1x + 0.5$ |
| 2.1.56 | $3x^5 - 77x^3 + 6.5x - 13.31$ |
| 2.1.57 | $3x^4 - 3.5x^2 + 12.5x - 125$ |
| 2.1.58 | $-x^6 + 2.9x^5 - 5.5x^4 - 22x^3 - 1.3x^2 + 2.7x - 0.1$ |
| 2.1.59 | $x^5 - 3.6x^4 - 8.7x^3 + 5.5x^2 + 9.5x - 5.5$ |
| 2.1.60 | $3x^4 - 1.2x^3 - 1.8x^2 - 2x - 8.4$ |

Таблица к задаче 2.2

| № | f(x) | [a,b] |
|--------|---|--------|
| 2.2.1 | $e^x \sin(\pi x) + 2x \cos(\pi x) - 0.5$ | [2,6] |
| 2.2.2 | $\sin(3^x) - \cos(3x) + 0.3$ | [-1,2] |
| 2.2.3 | $5 \cdot 2^x \cos(\pi x) - 0.5x^2$ | [2,6] |
| 2.2.4 | $9e^{x/6} \sin(\pi x^2) + 2 - x / 6$ | [-2,1] |
| 2.2.5 | $4^{x/2} \cos(x^2 / 2) - x^2 + 1$ | [5,8] |
| 2.2.6 | $\ln(x) \cos(3x) + \sin(x / 3) + 3$ | [9,16] |
| 2.2.7 | $\sin^2(2x) + 0.2x$ | [-2,2] |
| 2.2.8 | $\sqrt{x} \cos^2(4x) - 0.4x + 0.8$ | [1,3] |
| 2.2.9 | $4^{x/3} \sin(\pi x) - \ln(3x) + 4$ | [7,11] |
| 2.2.10 | $6x^3 \cos(x) - 0.5x^3 - 0.6$ | [0,6] |
| 2.2.11 | $e^x \sin(3\pi x) - 2e^{\sin(x)} - x$ | [2,4] |
| 2.2.12 | $2\sin(2\pi x) - 2\sin(3^x) - x$ | [0,3] |
| 2.2.13 | $7 \cdot 2^x \cos(2\pi x) - 10 \cdot (x-3)^2$ | [2,4] |
| 2.2.14 | $\ln(x) \cos^2(x) - \ln(x-3) \cos(x^2)$ | [4,6] |
| 2.2.15 | $x^3 \sin(5x) + \cos(5x)$ | [-2,2] |
| 2.2.16 | $2\sqrt{x} \sin(x) - \cos(4x) - 2$ | [0,8] |
| 2.2.17 | $x \cos^2(3x) - 3^{-x-0.5}$ | [0,3] |
| 2.2.18 | $3\sin^2(2x) + e^{0.5x} - 2$ | [-2,2] |
| 2.2.19 | $10^{-x/2} + 3\sin(2\pi\sqrt{x})$ | [0,5] |
| 2.2.20 | $x^2 \sin(3x) + \cos(5x)$ | [-2,2] |
| 2.2.21 | $3x^2 \sin(x^2) - \sin(2x) - 0.3$ | [-2,2] |
| 2.2.22 | $10^{-\sqrt{x}} - \sin(\pi\sqrt{x}) - 0.9$ | [0,3] |

| | | |
|---------------|---|----------|
| 2.2.23 | $-3\sin(3x) + e^x - 2$ | [-3,2] |
| 2.2.24 | $x^3 \cos^2(3x) - 3^x \sin(3x)$ | [-2,2] |
| 2.2.25 | $\sin(x) - \sqrt{x} \cos(4x) - 1$ | [5,10] |
| 2.2.26 | $3x \sin(x) - \sin(3x^2) - 4$ | [-2,2] |
| 2.2.27 | $5\sin(3x) / x + 1 / x^2 + 1$ | [1.5] |
| 2.2.28 | $15x^3 \cos(6x) - 6\ln(x)$ | [6,8] |
| 2.2.29 | $4^{x/3} \cos(\pi x^2) + \operatorname{tg}(x)$ | [-1,1.5] |
| 2.2.30 | $\ln(x^3) \sin(6x) - \ln(x) \operatorname{tg}(x)$ | [8,11] |
| 2.2.31 | $12\sin(3^{-x}) - 2^{-x} - 0.5$ | [-2.5,0] |
| 2.2.32 | $5\sin(x^2) + 3e^{\cos(x)} - 2$ | [-2,4] |
| 2.2.33 | $\sin(3^x) - \cos(3x) + 0.3$ | [-1,2] |
| 2.2.34 | $5 \cdot 2^x \cos(\pi x) - 0.5x^2$ | [2,6] |
| 2.2.35 | $9e^{x/6} \sin(\pi x^2) + 2 - x / 6$ | [-2,1] |
| 2.2.36 | $4^{x/2} \cos(x^2 / 2) - x^2 + 1$ | [5,8] |
| 2.2.37 | $\ln(x) \cos(3x) + \sin(x / 3) + 3$ | [9,16] |
| 2.2.38 | $\sin^2(2x) + 0.2x$ | [-2,2] |
| 2.2.39 | $\sqrt{x} \cos^2(4x) - 0.4x + 0.8$ | [1,3] |
| 2.2.40 | $\sqrt{x} \cos(x^3 / 3) - \sin(x^2 / 2)$ | [0,4] |
| 2.2.41 | $4^{x/3} \sin(\pi x) - \ln(3x) + 4$ | [7,11] |
| 2.2.42 | $6x^3 \cos(x) - 0.5x^3 - 0.6$ | [0,6] |
| 2.2.43 | $e^x \sin(3\pi x) - 2e^{\sin(x)} - x$ | [2,4] |
| 2.2.44 | $2\sin(2\pi x) - 2\sin(3^x) - x$ | [0,3] |
| 2.2.45 | $7 \cdot 2^x \cos(2\pi x) - 10 \cdot (x - 3)^2$ | [2,4] |
| 2.2.46 | $\ln(x) \cos^2(x) - \ln(x - 3) \cos(x^2)$ | [4,6] |

| | | |
|--------|--|------------|
| 2.2.47 | $x^3 \sin(5x) + \cos(5x)$ | [-2,2] |
| 2.2.48 | $9\sin(2^{-2x}) - 3^{-x} - 0.5$ | [-2,2] |
| 2.2.49 | $2\cos(x^2) + e^{\sin(x)} - 2$ | [0,4] |
| 2.2.50 | $x^2 \sin(2^x) + \cos(3\pi x) - 1$ | [-1,2] |
| 2.2.51 | $\sqrt{x} \cos^2(4x) - 0.4x + 0.8$ | [1,3] |
| 2.2.52 | $\sqrt{x} \cos(x^2 / 3) - \sin(x^3 / 3)$ | [0,4] |
| 2.2.53 | $9e^{x/6} \sin(\pi x^2) + 2 - x / 6$ | [-2,1] |
| 2.2.54 | $15x^3 \cos(6x) - 6\ln(x)$ | [6,8] |
| 2.2.55 | $e^{0.5x} \cos(\pi x) + x \sin(\pi x) - 1$ | [2,6] |
| 2.2.56 | $2^{-x} \sin(x) + 3\cos(x^3)$ | [-2,3] |
| 2.2.57 | $\ln(x^2) \sin(3x) - \ln(x) \sin(5x)$ | [9,14] |
| 2.2.58 | $3^{x/3} \sin(\pi x^2) + \operatorname{tg}(x) / 3$ | [-1.5,1.5] |
| 2.2.59 | $5x^3 \cos(6x) - 2\ln(x)$ | [6,9] |
| 2.2.60 | $3\sin(5x) / x - 1 / x^2 + 0.5$ | [1,5] |

Таблица к задаче 2.3.

| N | $f(x)$ |
|-----------------|--|
| 2.3.1 2.3.31 | $4\operatorname{arctg}\left(\frac{x+\sqrt{2}-1}{x+\sqrt{2}+1}\right) - (4-2\sqrt{2})x + x^2 - 4\sqrt{2} + 5$ |
| 2.3.2 2.3.32 | $800\operatorname{arctg}\left(\frac{8x-15}{10x+16}\right) - 400x + 64x^2 + 525$ |
| 2.3.3 2.3.33 | $8(\sqrt{2}-1)\operatorname{arctg}x - \pi(\sqrt{2}-1) - 2x(2\sqrt{2}-1) + 7 - 4\sqrt{2} + x^2$ |
| 2.3.4 2.3.34 | $36\cos x + 18\sqrt{3}x + 9x^2 + \pi^2 - 18 - 6\sqrt{3}\pi - 6\pi x$ |
| 2.3.5 2.3.35 | $144\sin x + 12\sqrt{3}\pi + 36x^2 + \pi^2 - 72 - 12\pi x - 72\sqrt{3}x$ |
| 2.3.6 2.3.36 | $32\sqrt{2}\sin x + 8\pi + 16x^2 + \pi^2 - 32 - 8\pi x - 32x$ |
| 2.3.7 2.3.37 | $\operatorname{ctg}x + 2x + \pi x - 1 - \pi/2 - 2x^2 - \pi^2/8$ |
| 2.3.8 2.3.38 | $\sqrt{3}\operatorname{ctg}x + 4\sqrt{3}x + 4\pi x - 3 - 2\pi/\sqrt{3} - 12x^2 - \pi^2/3$ |
| 2.3.9 2.3.39 | $36\sin x - 18\sqrt{3} + 9\sqrt{3}x^2 + \sqrt{3}\pi^2 - 18x - 6\sqrt{3}\pi x + 6\pi$ |

| | |
|------------------|--|
| 2.3.10 2.3.40 | $36\sqrt{2}\cos x + 32x + 16x^2 + \pi^2 - 32 - 8\pi - 8\pi x$ |
| 2.3.11 2.3.41 | $9\operatorname{tg}x + 4(\pi - 3)x + 2\pi - \sqrt{3}\left(3 + 4x^2 + \pi^2/9\right)$ |
| 2.3.12 2.3.42 | $6\arcsin x + 24x - 12\sqrt{3}x^2 - 2\pi - 3\sqrt{3}$ |
| 2.3.13 2.3.43 | $\operatorname{tg}x + \pi x - 2x^2 + 0.5\pi - 2x - 1 - \frac{\pi^2}{8}$ |
| 2.3.14 2.3.44 | $48\sqrt{3}\cos x + 24\sqrt{3}x + 36x^2 - 4\pi\sqrt{3} - 12\pi x + \pi^2 - 72$ |
| 2.3.15 2.3.45 | $144(2 + \sqrt{3})\operatorname{tg}x + 48\pi + 96(2 - \sqrt{3})\pi x - 144 - 576x - (2 - \sqrt{3})(576x^2 + 4\pi^2)$ |
| 2.3.16 2.3.46 | $144(2 - \sqrt{3})\operatorname{ctg}x - 48\pi + 96(2 + \sqrt{3})\pi x - 144 + 576x - (2 + \sqrt{3})(576x^2 + 4\pi^2)$ |
| 2.3.17 2.3.47 | $16(3 - 2\sqrt{2})\sqrt{2}\operatorname{ctg}x + 8\pi + 16\sqrt{2}(4x + 1) - 32 + 16\pi x - \pi^2 - 64x^2 - 64x - 8\sqrt{2}\pi$ |
| 2.3.18 2.3.48 | $3\sqrt{3}\operatorname{ctg}x + 4\sqrt{3}x + \frac{8\pi x}{3} - 3 - \frac{4\pi}{\sqrt{3}} - 4x^2 - \frac{4\pi^2}{9}$ |
| 2.3.19 2.3.49 | $\sqrt{3} + \frac{\cos x}{9}\left(\pi\sqrt{3} - 5\pi x - 18 - 6\sqrt{3}x - 15x^2 - \frac{5\pi^2}{12}\right)$ |
| 2.3.20 2.3.50 | $6\sqrt{3}\arcsin x - 8x - 4x^2 - \pi\sqrt{3} + 5$ |
| 2.3.21 2.3.51 | $4\operatorname{arctg}\left(\frac{x-1}{x+1}\right) - 4x + x^2 + 3$ |
| 2.3.22 2.3.52 | $800\operatorname{arctg}\left(\frac{4x-11}{5x+21}\right) - 168x + 16x^2 + 341$ |
| 2.3.23 | $32\sqrt{2}\sin x + 8\pi + 16x^2 + \pi^2 - 32 - 8\pi x - 32x$ |
| 2.3.24 2.3.54 | $\operatorname{ctg}x + 2x + \pi x - 1 - \pi/2 - 2x^2 - \pi^2/8$ |
| 2.3.25 2.3.55 | $\sqrt{3}\operatorname{ctg}x + 4\sqrt{3}x + 4\pi x - 3 - 2\pi/\sqrt{3} - 12x^2 - \pi^2/3$ |
| 2.3.26 2.3.56 | $36\sin x - 18\sqrt{3} + 9\sqrt{3}x^2 + \sqrt{3}\pi^2 - 18x - 6\sqrt{3}\pi x + 6\pi$ |
| 2.3.27 2.3.57 | $36\sqrt{2}\cos x + 32x + 16x^2 + \pi^2 - 32 - 8\pi - 8\pi x$ |
| 2.3.28 2.3.58 | $9\operatorname{tg}x + 4(\pi - 3)x + 2\pi - \sqrt{3}\left(3 + 4x^2 + \pi^2/9\right)$ |
| 2.3.29 2.3.59 | $6\arcsin x + 24x - 12\sqrt{3}x^2 - 2\pi - 3\sqrt{3}$ |
| 2.3.30 2.3.60 | $\sqrt{3} + \frac{\cos x}{9}\left(\pi\sqrt{3} - 5\pi x - 18 - 6\sqrt{3}x - 15x^2 - \frac{5\pi^2}{12}\right)$ |

| Варианты | Метод решения |
|---|--------------------------|
| $N = 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49, 55$ | Упрощенный метод Ньютона |
| $N = 2, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 44, 50, 56$ | Метод ложного положения |
| $N = 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45, 51, 57$ | Метод секущих |
| $N = 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52, 58$ | Метод простой итерации |

| | |
|---|-------------------|
| $N = 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59$ | Метод бисекции |
| $N = 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60$ | Метод Стеффенсена |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. В

Расчетные формулы методов решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$.

Упрощенный метод Ньютона: $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_0)}, n=0, 1, \dots$

Метод ложного положения: $x_{n+1} = x_n - \frac{c - x_n}{f(c) - f(x_n)} f(x_n), n=0, 1, \dots;$

c -фиксированная точка из окрестности корня

Метод секущих: $x_{n+1} = x_n - \frac{x_{n-1} - x_n}{f(x_{n-1}) - f(x_n)} f(x_n), n=0, 1, \dots$

Метод Стеффенсена: $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f(x_n + f(x_n)) - f(x_n)} f(x_n), n=0, 1, \dots$

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. М.: Высшая школа, 1994.