ПРОГРАММИРОВАНИЕ В MATHCAD

Программирование в MathCAD

безмодульное программирование

реализуется записью соответствующих конструкций непосредственно в математических областях документа MathCAD. Используется для сравнительно простых алгоритмов

модульное программирование

реализуется в виде отдельных независимых алгоритмов вычисления, представляющих собой отдельные программные модули (*подпрограммы -функции* (*П-Ф*))

Безмодульное программирование в MathCAD

Программирование линейных алгоритмов

Особенность: строго последовательное выполнение всех операций алгоритма без пропусков и повторений вычислений.

Составить программу для вычисления корней квадратного уравнения

$$a := 2 \qquad b := 5 \qquad c := 8$$

$$d := b^2 - 4 \cdot a \cdot c$$

$$x_1 := \frac{-b + \sqrt{d}}{2 \cdot a} \qquad x_2 := \frac{-b - \sqrt{d}}{2 \cdot a}$$

$$x_1 = -1.25 + 1.561i \qquad x_2 = -1.25 - 1.561i$$

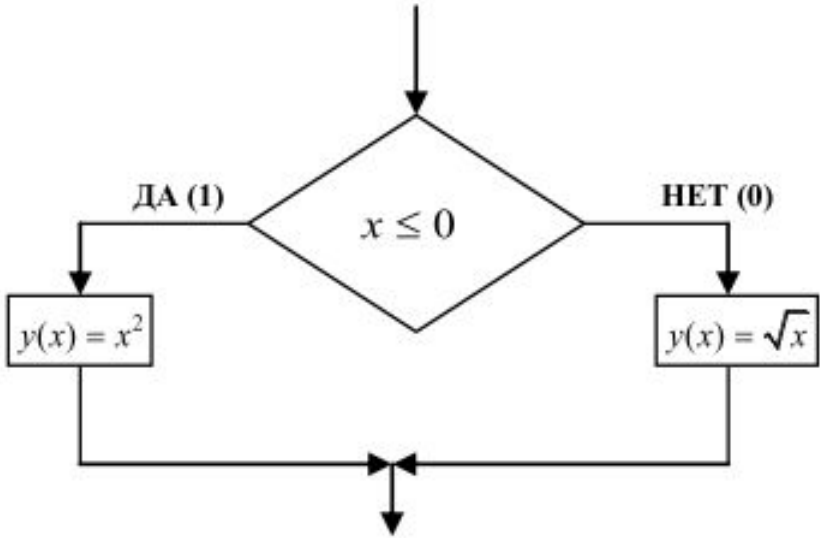
Проверка найденных корней:

$$a \cdot x_1^{\,2} + b \cdot x_1 + c = 0 \qquad a \cdot x_2^{\,2} + b \cdot x_2 + c = 0$$

Программирование разветвляющихся алгоритмов

Особенность: присутствие нескольких ветвей вычислительного процесса. Выбор конкретной ветви зависит от выполнения (или невыполнения) заданных условий.

$$y = \begin{cases} x^2, & \text{если } x \le 0; \\ \sqrt{x}, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$



Для проверки заданных условий в MathCAD используется:

- выражение отношений;
- логические операции;
- логические выражения.

Программирование разветвляющихся алгоритмов

Выражением отношений (или просто отношением) называется конструкция вида:

<выр.1> <операция отношения> <выр.2>

где **<выр.1>**, **<выр.2>** – произвольные арифметические выражения,

<операция отношения> – любая из следующих операций:

$$< \;|\; \leq \;|\; > \;|\; \geq \;|\; = \;|\; \neq$$

$x := 3 \qquad y := -2 \qquad z := 6$	
$x > y = 1$	$x - 2 \cdot y \geq 3 \cdot z = 0$
$0 \leq x \leq 5 = 1$	$-4 \leq x - y \leq 3 = 0$

Программирование разветвляющихся алгоритмов

Название операции	Знак
Логическое отрицание (NOT)	$\neg$
Логическое ИЛИ (OR)	$\vee$
Логическое И (AND)	$\wedge$
Исключающее ИЛИ (XOR)	$\oplus$

NOT $\neg$	AND $\wedge$	OR $\vee$	XOR $\oplus$
$0\neg = 1$	$0 \wedge 0 = 0$	$0 \vee 0 = 0$	$0 \oplus 0 = 0$
$1\neg = 0$	$0 \wedge 1 = 0$	$0 \vee 1 = 1$	$1 \oplus 0 = 1$
	$1 \wedge 0 = 0$	$1 \vee 0 = 1$	$0 \oplus 1 = 1$
	$1 \wedge 1 = 1$	$1 \vee 1 = 1$	$1 \oplus 1 = 0$

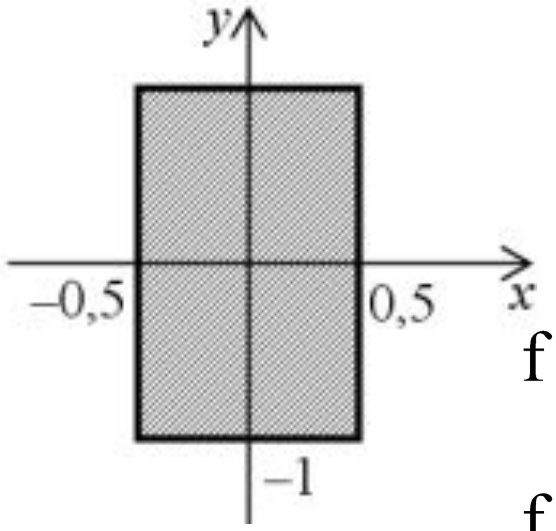
Программирование разветвляющихся алгоритмов

Логическое выражение – конструкция, состоящая из выражений отношений, логических операций и круглых скобок.

Принимает значения: 1 или 0.

Вычисляется слева направо с учетом приоритета входящих в выражение операций:

- круглые скобки;
- логическая операция И (AND);
- логические операции ИЛИ (OR) и исключающая ИЛИ (XOR);
- выражения отношений.



$x := 0.2 \qquad y := -0.8$

$(-0.5 \le x \le 0.5) \wedge (-1 \le y \le 1) = 1$

$f(x, y) := (-0.5 \le x \le 0.5) \wedge (-1 \le y \le 1)$

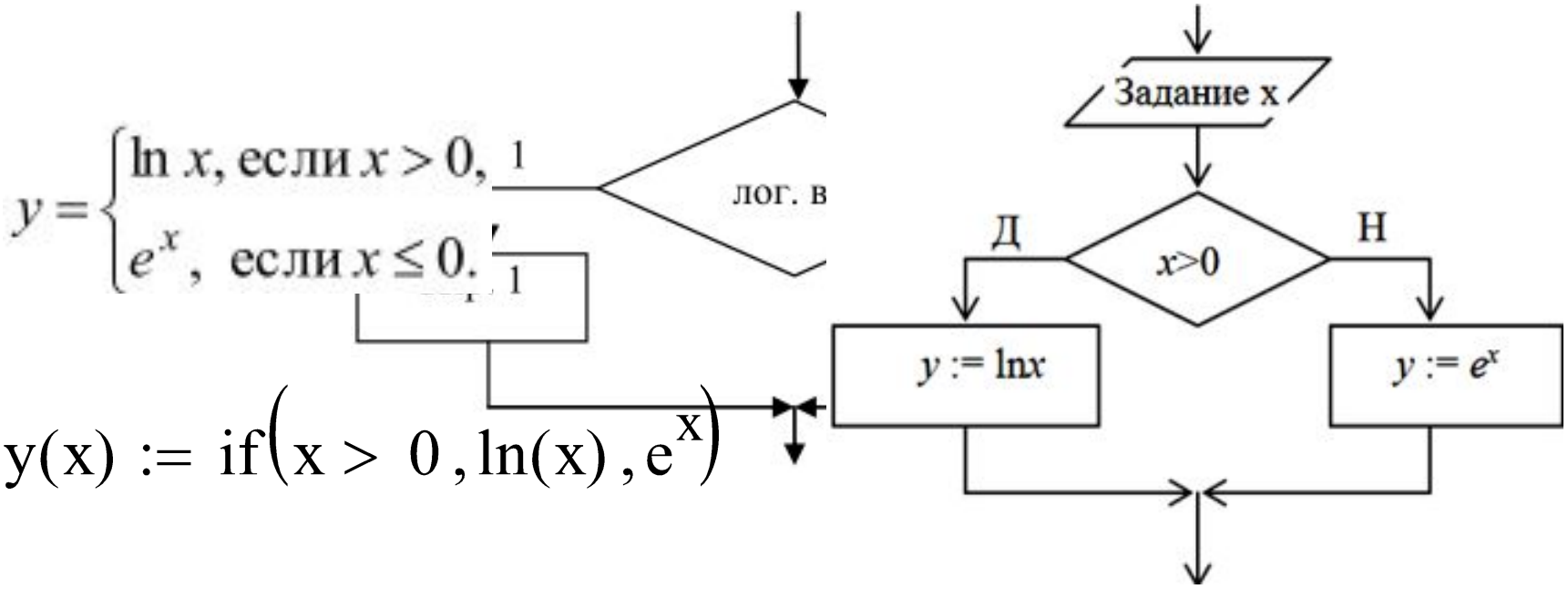
$f(-1, 0.3) = 0$

Условная функция *if*

***if* (<*логическое выражение*>, <*выр. 1*>, <*выр. 2*>)**

где имя функции ***if*** вводится с клавиатуры.

$$y = \begin{cases} \ln x, \text{ если } x > 0, \\ e^x, \text{ если } x \le 0. \end{cases}$$

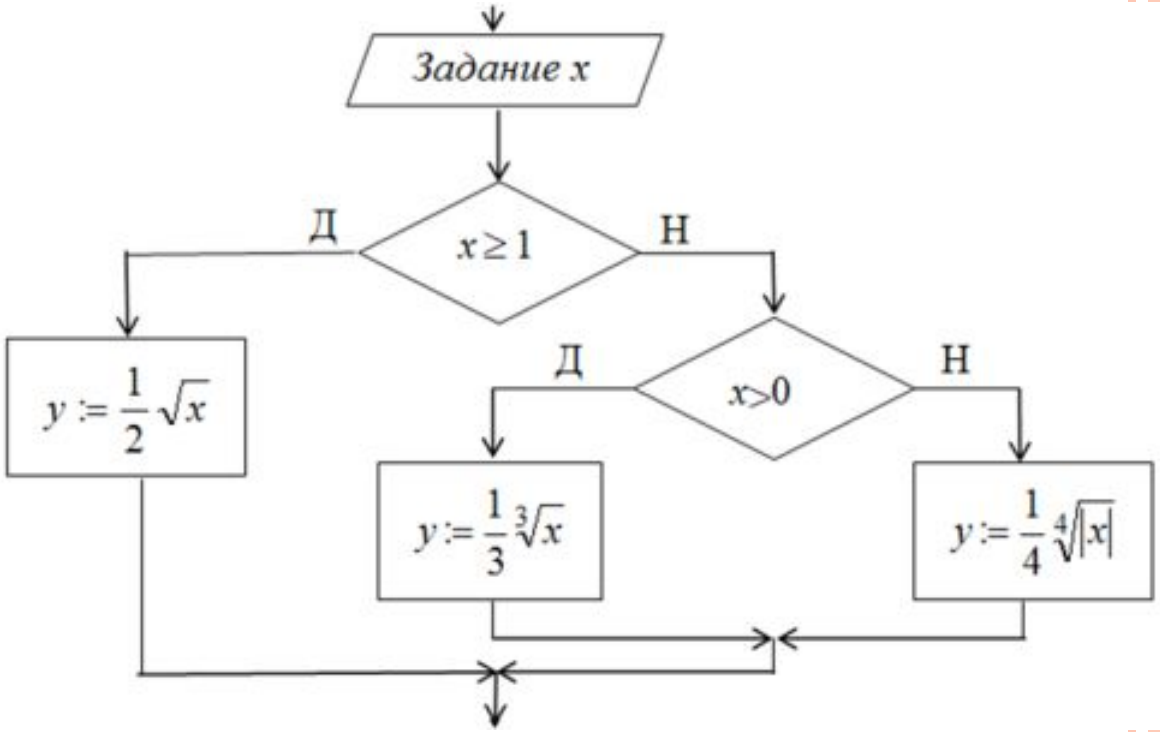


$$y(x) := \text{if}\left(x > 0, \ln(x), e^x\right)$$

$$y(-3) = 0.05 \qquad y(2.71) = 0.997$$

Вложенная условная функция *if*

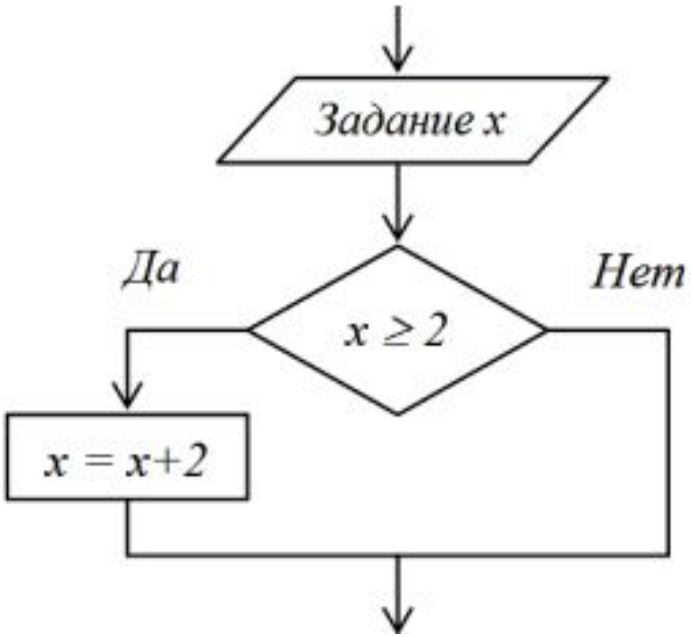
$$y=\begin{cases}\frac{1}{2}\sqrt{x}, & \text{если } x\ge 1,\\ \frac{1}{3}\sqrt[3]{x}, & \text{если } 0<x<1,\\ \frac{1}{4}\sqrt[4]{|x|}, & \text{если } x\le 0.\end{cases}$$



$$y(x) := \text{if}\left(x \ge 1, \frac{1}{2}\cdot\sqrt{x}, \text{if}\left(x > 0, \frac{1}{3}\cdot\sqrt[3]{x}, \frac{1}{4}\cdot\sqrt[4]{|x|}\right)\right)$$

$y(2) = 0.707 \qquad y(0.5) = 0.265 \qquad y(-2) = 0.297$

Запрограммировать алгоритм, вычисляющий величину ***x***, по следующему правилу: если ***x*** **< 2**, то значение ***x*** оставить без изменения, в противном случае величину ***x*** увеличить на 2.



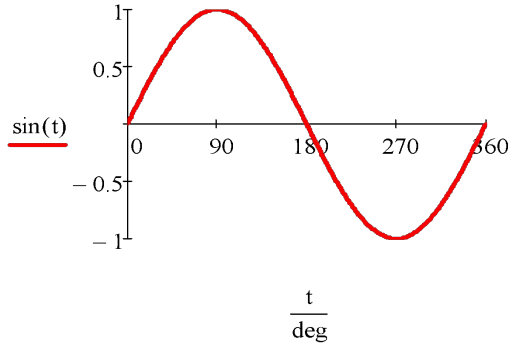
$$y(x) := \text{if}(x \geq 2, x + 2, x)$$

$$y(6) = 8 \qquad y(1) = 1$$

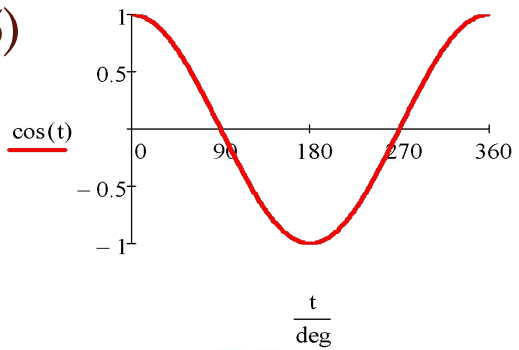
Составить функцию, осуществляющую построение графика в соответствии с рисунком (выполнить безмодульное программирование в MathCAD через условную функцию *if*).

Примеры графиков функций $f(t) = Sin(t)$ (рисунок а) и $f(t) = Cos(t)$ (рисунок б).

а)

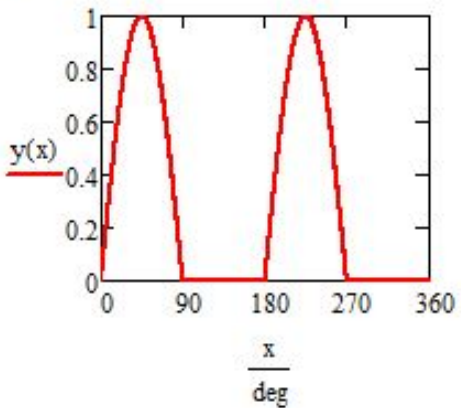


б)



$$y(x) := \text{if}\left[\left(0 \le x < \frac{\pi}{2}\right) \vee \left(\pi \le x < \frac{3\cdot\pi}{2}\right), \sin(2x), 0\right]$$

$x := 0, 0.001 .. 2\cdot\pi$



Программирование циклических алгоритмов

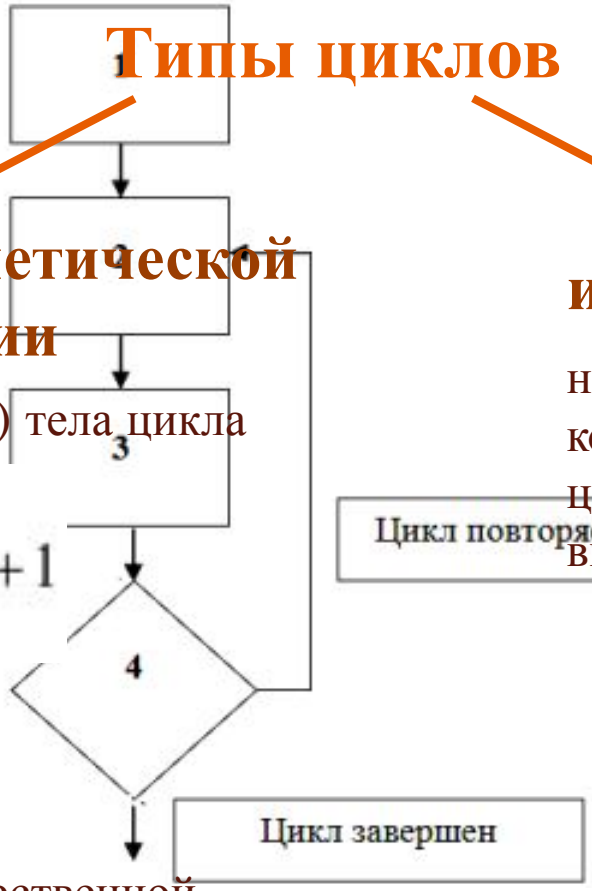
Особенность: содержит вычисления, повторяющиеся при различных значениях некоторой переменной, названной параметром цикла, а сами повторяющиеся вычисления составляют тело цикла.

Типы циклов

цикл типа арифметической прогрессии

количество повторений (***n***) тела цикла

$$n = \left[\frac{x_k - x_0}{d_x} \right] + 1$$



x_0 – начальное значение;
x_k – конечное значение;
d_x – заданный шаг;
[z] – целая часть вещественной величины z.

итерационный цикл

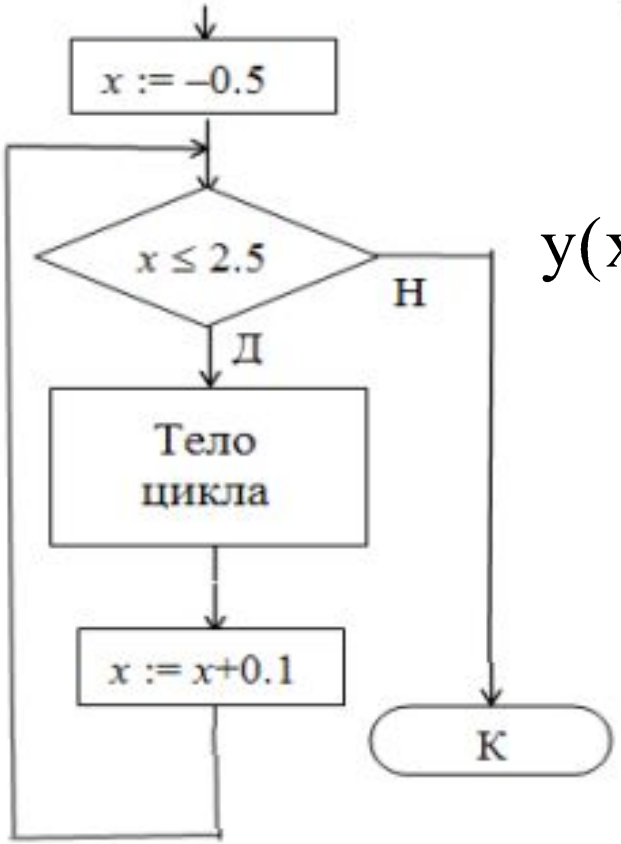
невозможно определить количество повторений тела цикла, не выполняя вычислений

Цикл типа арифметической прогрессии

Вычислить значения функции

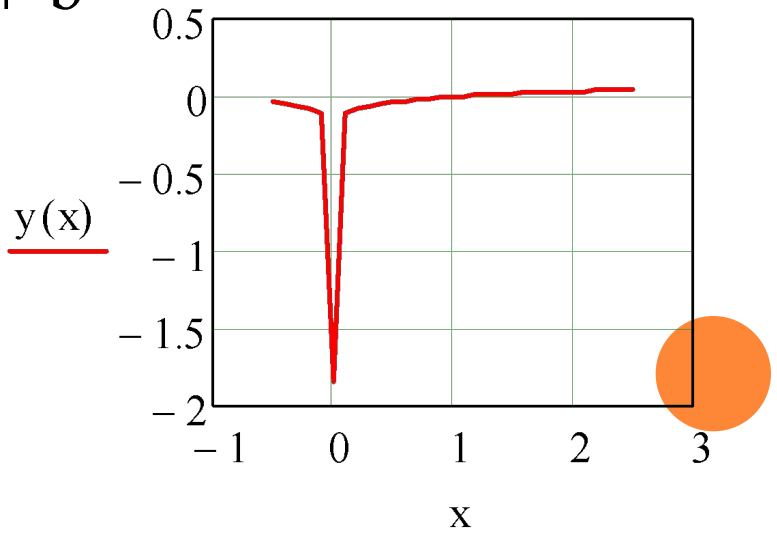
$$y(x) = \frac{\ln|x|}{a^2 + b^2}$$

и построить график этой функции для всех x, изменяющихся в интервале [–0.5, 2.5] с шагом $\Delta x = 0.1$; a, b – заданные вещественные числа.



$$a := 2 \qquad b := 4$$

$$y(x) := \frac{\ln(|x|)}{a^2 + b^2} \qquad x := -0.5, -0.4 .. 2.5$$



Цикл типа арифметической прогрессии

Сформировать матрицу (двумерный массив) ***B*** по следующему правилу:

$$B_{i,j} = \frac{1}{i+j+1};\ i = 1,\ \ldots,\ 4;\ j = 1,\ \ldots,\ 6$$

$$\mathrm{ORIGIN} := 1$$

$$n := 3 \qquad m := 6$$

$$i := 1\ ..\ n \qquad j := 1\ ..\ m$$

$$B_{i,j} := \frac{1}{i + j + 1}$$

$$B = \begin{pmatrix} 0.333 & 0.25 & 0.2 & 0.167 & 0.143 & 0.125 \\ 0.25 & 0.2 & 0.167 & 0.143 & 0.125 & 0.111 \\ 0.2 & 0.167 & 0.143 & 0.125 & 0.111 & 0.1 \end{pmatrix}$$

Итерационный цикл

Решить методом Ньютона

$$f(x) := 5\cdot\sin(x) - 4\cdot x^2 + 5.8 \qquad \varepsilon := 10^{-4} \qquad x_0 := 3$$

$$n := 100 \qquad i := 1 .. n \qquad df(x) := \frac{d}{dx} f(x) \qquad df(x) \rightarrow (5\cdot\cos(3) - 24)$$

Вычисление первого приближения по формуле Ньютона

$$x_1 := x_0 - \frac{f(x_0)}{df(x_0)} \qquad x_1 = 1.981$$

$$x_{i+1} := \text{until}\left(\left|x_i - x_{i-1}\right| - \varepsilon, x_i - \frac{f(x_i)}{df(x_i)}\right)$$

$$x^T = (3 \quad 1.9811938 \quad 1.6833021 \quad 1.6429796 \quad 1.6421985 \quad 1.6421982)$$

Определение числа итераций, за которые итерационный процесс сошелся:

$$j := \text{last}(x) \qquad j = 5$$