

## Лабораторна робота №2. Дискретна змінна. Графіки.

### Виконання завдання "Арифметичний цикл"

#### **Мета:**

- набути навиків перекладу циклічного з параметром алгоритму розв'язання задачі з мови блок-схем на вхідну мову MathCAD;
- навчитися використовувати дискретну змінну для табулювання функцій і побудування графіків при програмуванні в робочому листку;
- засвоїти прийоми форматування двовимірних графіків;
- вивчити правила застосування оператора арифметичного циклу **for** при програмуванні в тілі програм-функцій;
- виконати індивідуальне завдання "Арифметичний цикл".

#### **Теоретичні відомості**

##### **Дискретна змінна (Range Variable)**

Дискретна змінна (ДЗ) - спеціальна змінна, яка приймає при кожному її використанні обмежений ряд значень, що змінюються з однаковим кроком, тобто рівномірно розподілені в деякому діапазоні. ДЗ використовується для табулювання функцій, для побудування графіків, для організації циклів із параметром (арифметичних циклів) і для присвоєння та виведення значень елементів вектора або матриці.

##### **Визначення дискретної змінної**




###### Формат ДЗ:

**< ім'я > := < перше значення > [, < друге значення >] .. < останнє значення >**

Тут елементи формату мають такі значення:

**< перше значення >** - перше значення  $x_1$  діапазону визначення ДЗ;

**[, < друге значення >]** - друге значення  $x_2$  діапазону визначення ДЗ, яке може бути задане (повний формат ДЗ) або ні (скорочений формат ДЗ);

**..** - горизонтальна двокрапка, яка є суцільним символом діапазону, уводиться кнопкою  **Range Variable** (Дискретна змінна, діапазон) на панелі інструментів **Matrix** (Матриці), або гарячою клавішею  **Semicolon** (Крапка з комою), і не може бути введена із клавіатури клавішею  **Point** (Крапка).

**< останнє значення >** - останнє значення  $x_n$  діапазону визначення ДЗ.

Якщо друге значення необхідно задавати (повний формат ДЗ), то його можна представити:

а) власним значенням, тоді **MathCAD** обчислює значення кроку як різницю між заданими другим і першим значенням:  $\Delta x = x_2 - x_1$ ;

б) як суму першого значення та кроку зміни ДЗ  $x_2 = x_1 + \Delta x$ , щоб крок зміни ДЗ дорівнював заданому нами  $\Delta x$ .




Якщо крок зміни ДЗ за умовами задачі дорівнює 1 чи -1, то друге значення не задають (скорочений формат ДЗ). У цьому випадку **MathCAD** крок зміни ДЗ за умовчанням установлює рівним 1, якщо  $x_1 < x_n$ , у протилежному випадку значення кроку дорівнює -1.

### Приклад.

$x := -2 .. 2$	$x =$	$x := 2 .. -2$	$x =$										
$\Delta x = 1$	<table><tr><td>-2</td></tr><tr><td>-1</td></tr><tr><td>0</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2	$\Delta x = -1$	<table><tr><td>2</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>0</td></tr><tr><td>-1</td></tr><tr><td>-2</td></tr></table>	2	1	0	-1	-2
-2													
-1													
0													
1													
2													
2													
1													
0													
-1													
-2													


У загальному випадку повний формат ДЗ використовується для визначення дійсної ДЗ. Як правило, скорочений формат ДЗ використовується для визначення цілої ДЗ. Наприклад, оператор  $i := 1 .. 5$  створює цілу ДЗ зі значеннями  $i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ .

Щоб задати ДЗ, необхідно зробити наступне:

1. Надрукувати ім'я ДЗ.
2. Увести оператор присвоювання "==" кнопкою  **Definition** (Визначення) на панелі інструментів **Calculator** (Калькулятор) або клавішами **Shift** + **:**.
3. Сформувані діапазон зміни ДЗ:
  - а) надрукувати перше значення ДЗ;
  - б) натиснути клавішу  **Comma** (Кома – команда на створення списку значень) і ввести друге значення ДЗ (у випадку скороченого формату цей пункт пропустити);
  - в) ввести символ діапазону ".." - горизонтальну двокрапку кнопкою  **Range Variable** (Дискретна змінна, діапазон) на панелі інструментів **Matrix** (Матриці), або клавішею **;**;
  - г) надрукувати останнє значення ДЗ.

Для зручності формування ДЗ доцільно представляти друге значення як суму першого значення та кроку зміни ДЗ. Наприклад,

$$x := x_{.1}, x_{.1} + \Delta x .. x_{.n}$$

де використані тільки прості змінні з нижніми літеральними індексами, набраними за допомогою клавіші  **Point** (Крапка).

Для визначення діапазону ДЗ можна використовувати довільні скалярні вирази. Тому може так трапитися, що вказане у форматі ДЗ останнє значення буде більше суми першого значення ДЗ і цілого числа  $n$  кроків, і менше аналогічної суми для  $(n + 1)$  кроків:

$$x_{.1} + n \cdot \Delta x < x_{.n} < x_{.1} + (n + 1) \cdot \Delta x$$

тоді сума  $x_{.1} + n \cdot \Delta x$  і буде насправді останнім значенням ДЗ. Наприклад, останнім значенням ДЗ  $x := 2, 5 .. 10$  буде сума  $x_{.3} := x_{.1} + 2 \cdot (5 - 2) = 8 < 10$ .

Приклад. Задати ДЗ із множиною значень

$$a = \{ 1,2; 1,4; \dots ; 2 \}.$$

Тут  $a_1 = 1,2$  - < перше значення >;  $\Delta a = 1,4 - 1,2 = 0,2$  - крок зміни;  $a_n = 2$  - < останнє значення >. Лістинг виконання цього прикладу має вигляд:

### Початкові дані

$a_{.1} := 1.2$  - перше значення ДЗ.  $a_{.2} := 1.4$  - друге значення ДЗ.

$\Delta a := a_{.2} - a_{.1} = 0.2$  - крок, з яким змінюється ДЗ.

$a_{.n} := 2$  - останнє значення ДЗ.

### Задати ДЗ можна одним із способів:

$a := 1.2, 1.4 .. 2$

$a := a_{.1}, a_{.2} .. a_{.n}$

$a := a_{.1}, a_{.1} + \Delta a .. a_{.n}$

## Використання дискретної змінної

Дискретна змінна, хоча зовнішньо їй схожа на вектор, але принципово відрізняється від нього: не можна звернутися до окремого значення ДЗ і скористатися ним. ДЗ завжди опрацьовується в **MathCAD** як нероздільна множина чисел, для кожного з яких один раз розраховується результат.


При виведенні ДЗ оператором обчислення значень  $\mathbf{:=}$ , у робочому листку завжди з'являється **Output Table** (Таблиця результатів), у якій за умовчанням виключений показ номерів рядків та стовпчиків. Це наочно показує відмінність ДЗ від векторів та матриць. Таблиця значень ДЗ може містити максимум 16 рядків. Якщо ж ДЗ має більше 16 значень, то в 16-му рядку з'являється символ **Ellipsis** (Три крапки), а праворуч від таблиці - смуга прокрутки для перегляду наступних значень ДЗ.


Дискретна змінна не може бути використана для визначення значень іншої змінної. Наприклад, якщо після оператора  $\mathbf{i := 1 .. 5}$  розмістити визначення  $\mathbf{j := i + 1}$ , змінна  $i$  буде виділена червоним кольором, і спливе повідомлення про помилку: **"This value must be a scalar or a matrix"** (Ця величина повинна бути скаляром чи матрицею).

Дискретну змінну можна використовувати у виразах. У результаті вираз буде мати множину значень, розрахованих у відповідності до значень ДЗ, тобто сам стане дискретною змінною, але в загальному випадку вже нерівномірно розподіленою у своєму діапазоні. Наприклад, для дискретної змінної  $\mathbf{i := 1 .. 5}$  вираз  $\mathbf{i^2 + 1}$  сформує нерівномірну дискретну множину значень  $\{2, 5, 10, 17, 26\}$ . Цю множину не можна занести в нову змінну, але можна використовувати в подальших виразах.

Дискретну змінну можна використовувати в якості фактичного параметра функції. При цьому **MathCAD** знаходить значення функції для кожного значення ДЗ, і в результаті функція повертає також дискретну змінну. Це дозволяє дуже просто складати таблиці функцій, інакше кажучи, табулювати функції.

## Побудування графіків функцій

Для побудування графіків в **MathCAD** передбачено використання різноманітних шаблонів, які доступні за командою головного меню **Insert/Graph** (Вставка/Графік), або кнопкою  **Graph Toolbar** (панель інструментів "Графік") на панелі інструментів **Math** (Математика) (рис. 1).

На панелі інструментів **Graph** (Графік) розташовані кнопки для введення шаблонів графіків у робочий листок. Для виконання даної лабораторної роботи необхідно скористатися кнопкою  **X-Y Plot** (X-Y Графік), або натиснути гарячі клавіші **Shift** + **@**, щоб увести в робочий листок шаблон для побудування графіка у двовимірній декартовій системі координат (прямокутній системі координат) (рис. 2).

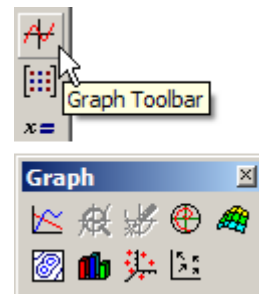


Рис. 1. Кнопка **Graph Toolbar** і панель **Graph**

Розглянемо основні елементи шаблону X-Y Графік.

**1, 3** - поля для введення границь вертикальної осі ординат **Y**, які **MathCAD** заповнює автоматично з аналізу діапазону значень зображуваної функції. У ці поля користувач потім може ввести власні значення.

**2** - поле для введення імені функції з аргументом у круглих дужках.

**4, 7** - поля для введення границь горизонтальної осі абсцис **X**, які **MathCAD** заповнює автоматично наступними величинами: за умовчанням це -10 та 10, якщо аргумент функції в робочому листку не визначений, або це мінімальне та максимальне значення з діапазону значень аргументу (незалежної змінної) зображуваної функції. У ці поля користувач потім може ввести власні значення.

**6** - поле для введення імені аргументу функції.

**5, 8, 9** - маркери границь області графіка, призначені для зміни його розмірів за допомогою миші.

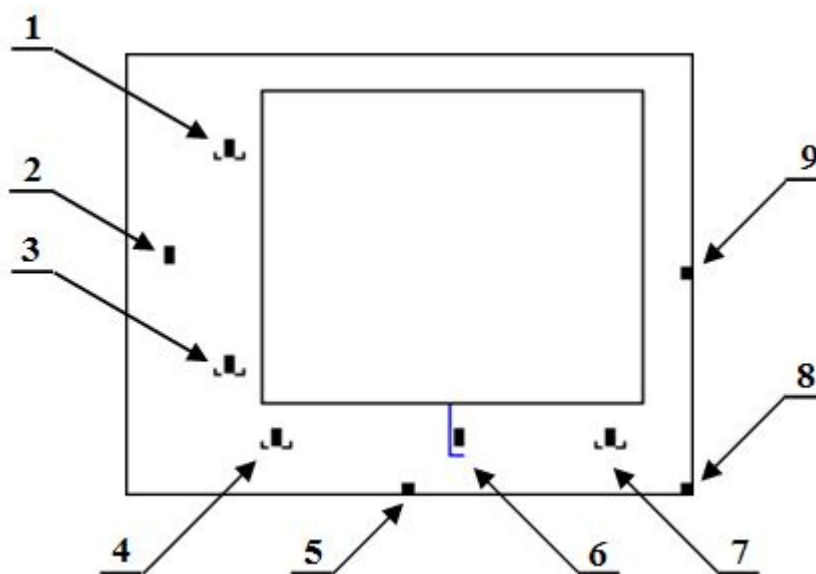


Рис. 2. Шаблон **X-Y Plot** (X-Y Графік)

## Швидкий X-Y графік функції (QuickPlot)

Для побудування швидкого X-Y графіка функції необхідно:

- 1) вставити в робочий листок шаблон "X-Y Графік";
- 2) у полі введення аргументу функції (рис. 2, 6) надрукувати будь-яке ім'я змінної, що не визначена у робочому листку (наприклад,  $t$ );
- 3) у полі введення імені функції (рис. 2, 2) надрукувати ім'я зображуваної функції з тим самим аргументом у дужках (наприклад,  $\tan(t)$ );
- 4) клацнути ЛКМ за межами графіка.

Графік функції буде побудований, за умовчанням, у діапазоні значень аргументу  $[-10, 10]$  (рис. 3). Аналіз створеного графіка дозволяє вивчити поведінку даної функції, установити наявність розривів та екстремумів.

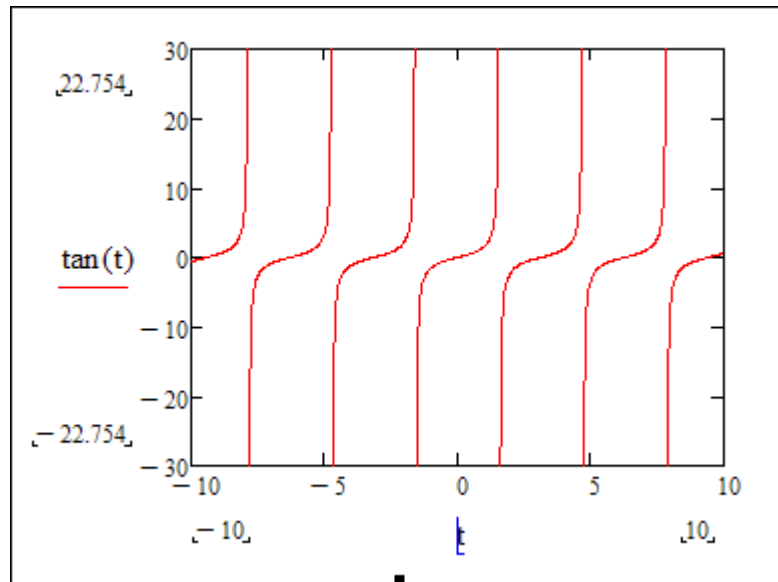


Рис. 3. Швидкий X-Y Plot (X-Y Графік) функції  $\tan x$

## X-Y графік функції у визначеному діапазоні

Для візуалізації поведінки функції на деякому відрізку значень аргументу використовується другий спосіб побудування X-Y графіка. Для цього необхідно:

- 1) визначити аргумент функції як дискретну змінну, наприклад:

$$x := 0, 0.1 \dots \pi$$

- 2) вставити в робочий листок шаблон "X-Y Графік";
- 3) у полі введення аргументу функції надрукувати  $x$ ;
- 4) у полі введення імені функції (рис. 2, 2) надрукувати ім'я зображуваної функції з аргументом  $x$  у дужках, наприклад  $\tan(x)$ ;
- 5) клацнути ЛКМ за межами графіка.

Визначений діапазон  $[0, \pi]$  містить точку розриву другого роду  $x_d = \pi/2$ , але **MathCAD** вважає, що функція неперервна і тому з'єднає відрізком дві точки на графіку, які розташовані по різні боки від розриву (рис. 4).

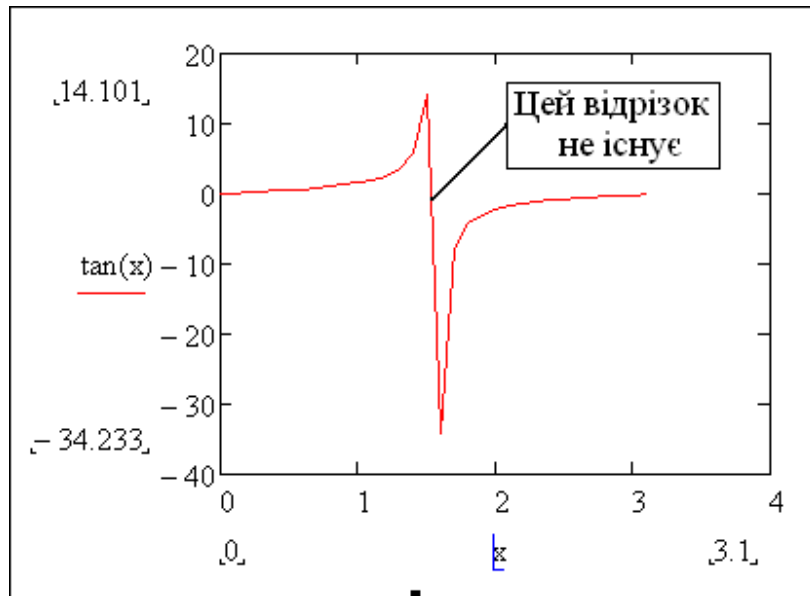


Рис. 4. **X-Y Plot** (X-Y Графік) функції **tg x** у діапазоні  $[0, \pi]$

Для коректного зображення розривної функції слід будувати її графік окремо до точки розриву, і окремо після точки розриву (рис. 5). При цьому необхідно на одному графіку побудувати дві різні частини функції, для чого після імені **tan(x<sub>DL</sub>)** слід натиснути клавішу **,** (Кома), і в новому полі введення внизу ввести друге ім'я **tan(x<sub>DR</sub>)**. Аналогічно вводиться список незалежних змінних у поле введення аргументу функції нижче осі **X**: **x<sub>DL</sub>**, **x<sub>DR</sub>**. Безумовно, ці дискретні змінні повинні бути визначені перед графіком операторами:

$$x_{DL} := 0, 0.1 \dots \frac{\pi}{2} - 0.1 \quad x_{DR} := \frac{\pi}{2} + 0.1, \frac{\pi}{2} + 0.2 \dots \pi$$

За умовчанням **MathCAD** зображує кожен функцію різним кольором і різним типом лінії. Зразки цих ліній показуються під іменами функцій біля осі **Y**.

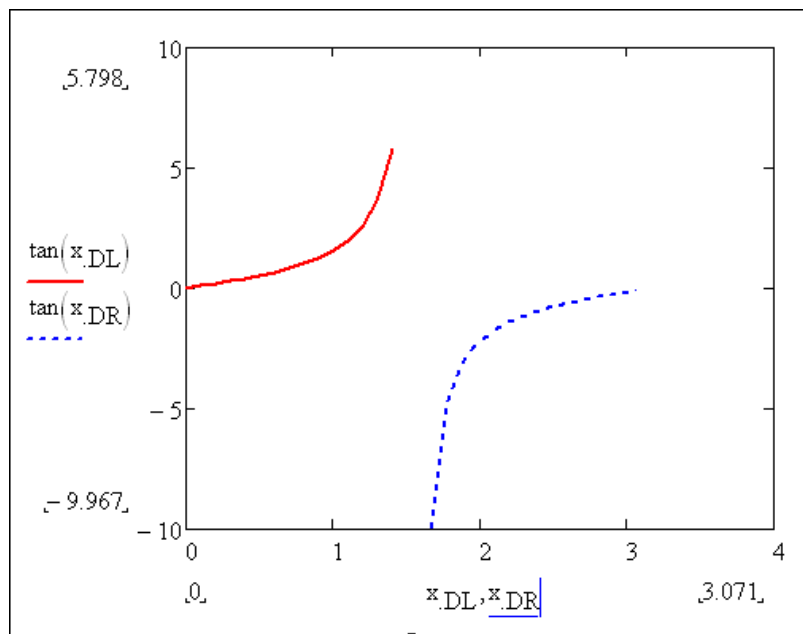


Рис. 5. **X-Y Plot** (X-Y Графік) функції **tg x** у діапазоні  $[0, \pi]$  з виключеною точкою розриву

## Форматування X-Y графіка функції

Виділений за допомогою ЛКМ X-Y графік функції можна відформатувати командою головного меню **Format/Graph/X-Y Plot...** (Форматувати/Графік/X-Y графік...), яка відкриває діалогове вікно **Formatting Currently Selected X-Y Plot** (Форматування вибраного X-Y графіка). Це вікно швидше можна відкрити подвійним клацанням ЛКМ на графіку (рис. 6).


За умовчанням у цьому вікні активна вкладка **X-Y Axes** (X-Y осі). Для виконання даної лабораторної роботи слід знати наступні елементи цієї вкладки.

1. Прапорець **Grid Lines** (Лінії сітки) дозволяє показати на графіку лінії сітки замість поділок шкали для відповідної осі координат.

2. Колір ліній сітки (за умовчанням зелений) можна вибрати з палітри кольорів, яка відкривається подвійним клацанням ЛКМ на віконці з кольором навпроти прапорця **Grid Lines**.

3. Кількість поділок шкали кожної осі координат можна задати, якщо зняти прапорець **Auto Grid** (Автоматична шкала). Тоді стане активне поле введення **Number of grids** (Кількість поділок) і в ньому можна буде змінити значення за умовчанням 2 на необхідне.

Вкладка **Traces** (Сліди) дозволяє змінювати спосіб представлення на графіку зображуваної функції (рис. 7). На одному графіку через кому можна зобразити максимум 16 функцій. Кожній функції відповідає один рядок на вкладці де в стовпчиках можна змінювати параметри зображення цієї функції.

У стовпчику **Symbol** (Символ) можна клацнути ЛКМ поле зі списком, потім навести покажчик миші на штовхач , що з'явився, натиснути ЛКМ і в списку наявних символів вибрати бажаний (рис. 7).

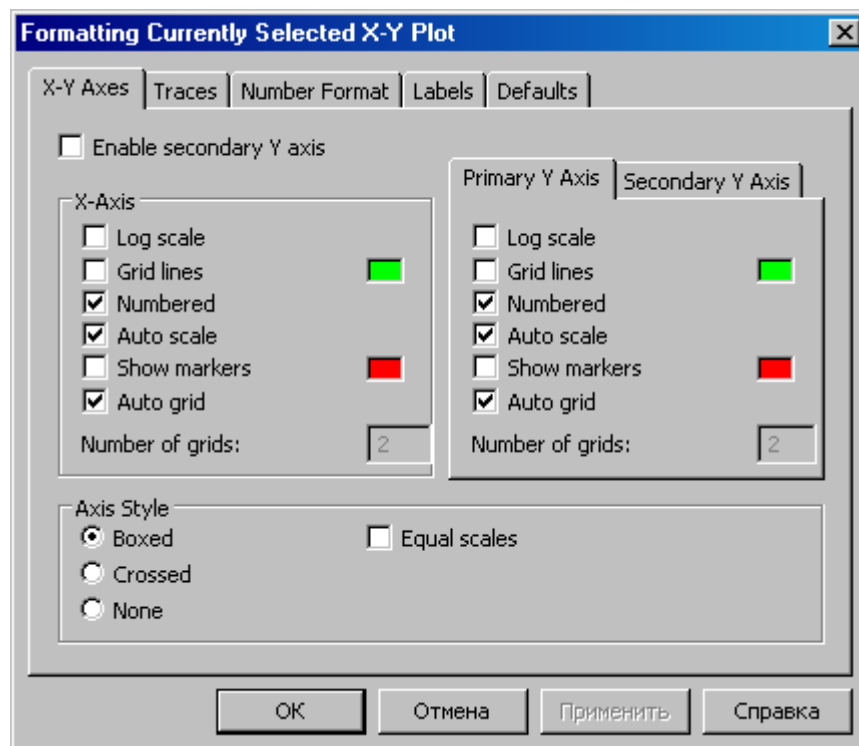


Рис. 7. Вкладка **X-Y Axes** (X-Y осі)



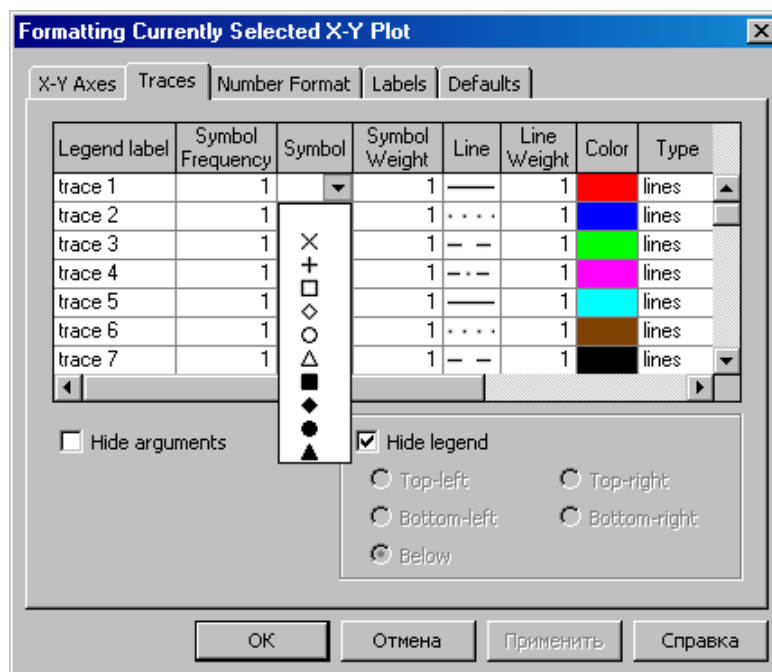


Рис. 8. Вкладка **Traces** (Сліди): список **Symbol** (Символ)

Стовпчик **Symbol Weight** (Розмір символу) призначений для зміни розміру символу.

У стовпчику **Line** (Лінія) вибирається тип лінії:

— суцільна    ... пунктирна    - - штрихова    - . - штрих-пунктирна

Стовпчик **Line Weight** (Товщина лінії) містить список товщини ліній.

У стовпчику **Color** (Колір) вибирається колір лінії.

Стовпчик **Type** (Тип) дозволяє вибрати тип графіка: **lines** (лінії), **points** (точки) та ін.

Слід зауважити, що за умовчанням **MathCAD** автоматично вибирає для зображення декількох функцій на одному графіку різний тип лінії та колір, щоб їх було легко візуально розрізнити.


## Оператор арифметичного циклу **for**

Оператор арифметичного циклу **for** (для), інакше кажучи, оператор циклу з параметром, застосовується для організації обчислювального процесу із заданим числом повторень виконання однієї й тієї ж послідовності операторів, яка являється його *тілом*. Такий обчислювальний процес коротко називається *арифметичним циклом*. Формат оператора **for** має наступну структуру:

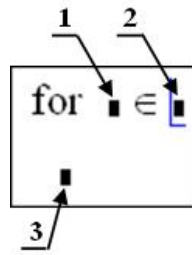
```

for < параметр циклу > ∈ < діапазон зміни параметра циклу >
|
|   < оператор_1 >
|   < оператор_2 >
|   ...
|   < оператор_n >

```

Оператор **for** вводиться в програму-функцію (ПФ) кнопкою  **For Loop** (Цикл Для) на панелі інструментів *Програмування*. При цьому в ПФ з'являється шаблон із трьома полями для введення його операндів:





У поле 1 вводиться ім'я параметра циклу, який буде змінюватися після завершення кожного циклу обчислень. У поле 2 вводиться діапазон зміни параметра циклу:

< перше значення >, < друге значення > .. < останнє значення >, тобто така сама структура, як при визначенні дискретної змінної. Наприклад, 1 .. 5 (крок зміни за умовчанням дорівнює 1), або  $x_1, x_1 + \Delta x \dots x_n$ .

Число повторень циклу визначається за формулою:

$$n = \left[ \frac{x_n - x_1}{\Delta x} \right] + 1,$$

де квадратні дужки [...] позначають цілу частину виразу.

У поле 3 вводиться будь-який оператор, або оператор **Add Line** для створення багатьох полів введення, у яких розміщується послідовність операторів, тобто тіло оператора **for**.

Дія оператора:

- 1) параметру циклу присвоюється перше значення;
- 2) якщо значення параметра циклу не перевищує останнього значення, то цикл виконується; у протилежному випадку цикл завершується;
- 3) значення параметра циклу збільшується на крок його зміни, і здійснюється перехід до пункту 2.

Після завершення обчислень параметр циклу дорівнює:  $x = x_n + \Delta x$ .

За межами ПФ параметр циклу не визначений.

## ***виконання лабораторної роботи***

**Умова.** Скласти блок-схему та програму для обчислення значень функції:

$$y(x) = \frac{\arctg(b x)}{1 + \sin^2 x}; \quad b = 0,75; \quad x = \{1,35; 1,4; 1,45; \dots; 2,0\},$$

де  $x$  змінюється від  $x_1$  до  $x_n$  із кроком  $\Delta x$ . Результати обчислень вивести у вигляді таблиці значень  $x$  та  $y$ . Значення  $y$  вивести із чотирма знаками після коми.

### **Порядок виконання роботи**

1. Складіть циклічний алгоритм із параметром  $x$  для обчислення значень функції  $y(x)$ , та накресліть його блок-схему.

2. Перекладіть алгоритм із мови блок-схем на вхідну мову **MathCAD**.

3. Відкрийте документ попередньої

4. Відредагуйте першу текстову область: а) змініть номер лабораторної роботи з №1 на №2; б) замініть речення "Лінійний алгоритм" на "Арифметичний цикл". Іншу частину робочого листка можна очистити.

5. У розділі "**Початкові дані**" задайте значення вхідних параметрів:

$$b := 0.75 \quad x_1 := 1.35 \quad \Delta x := 0.05 \quad x_n := 2$$

де крок зміни аргументу  $x$  знайдений як різниця між його другим і першим значенням:  $\Delta x = x_2 - x_1 = 1,4 - 1,35 = 0,05$ .

6. У наступному рядку створить дискретну змінну та опис однорядкової функції користувача, яка буде обчислювати значення  $y(x)$  відповідні значенням  $x$ :

$$x := x_1, x_1 + \Delta x .. x_n \quad y(x) := \frac{\text{atan}(b \cdot x)}{1 + \sin(x)^2}$$

7. Після цього можна вивести значення  $x$ , та викликати функцію  $y(x)$  для виведення її значень.

8. У наступному розділі побудуйте швидкий графік функції  $y(x)$  для візуального аналізу її поведінки. Якщо в заданому діапазоні зміни  $x$  у функції існують точки розриву, знайдіть їхні координати з виразу функції.

### Побудування графіка функції $y(x)$

9. Далі побудуйте графік функції  $y(x)$  у визначеному діапазоні зміни  $x$  (рис. 9).

10. Як показує аналіз виразу зображуваної функції, вона не має точок розриву, тому її графік існує у всьому заданому діапазоні зміни аргументу  $x$ .

11. Тепер слід відформатувати графік, щоб надати йому вигляду, відповідному до вимог представлення графічної інформації в друкованих роботах.

### Блок-схема

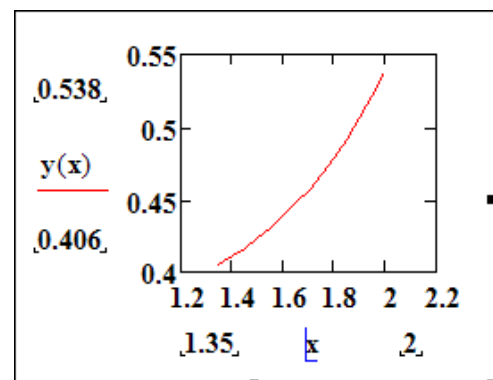
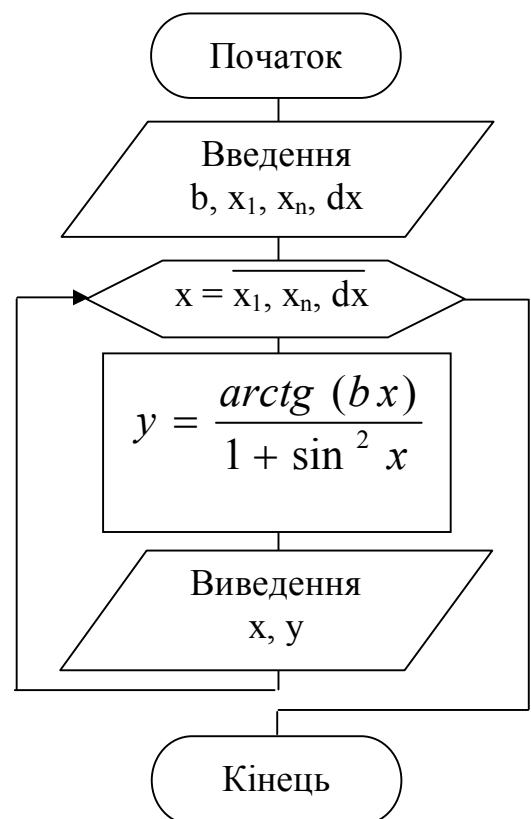




Рис. 9. Графік функції у визначеному діапазоні за умовчанням

вісь X: замість **1.35** введіть  $x_1 - \Delta x$ ;      вісь Y: замість **0.406** введіть **0.4**;  
              замість **2** введіть  $x_1 + \Delta x$ ;                  замість **0.538** введіть **0.55**.

$$n_x := \frac{(x_n + \Delta x) - (x_1 - \Delta x)}{\Delta x} = 15 - \text{кількість проміжків у сітці по осі } X$$

$$n_y := \frac{0.55 - 0.4}{0.05} = 3 \quad - \text{кількість проміжків у сітці по осі Y}$$


14. Двічі клацніть ЛКМ на графіку, щоб відкрити діалогове вікно **Formatting Currently Selected X-Y Plot** (Форматування вибраного X-Y графіка.

18. У стовпчику **Symbol** (Символ) клацніть ЛКМ поле зі списком, наведіть покажчик миші на штовхач , що з'явився, натисніть ЛКМ і в списку наявних символів виберіть символ  (Пустий квадрат).

21. Натисніть на графіку ПКМ, у контекстному меню виберіть пункт **Properties...** (Властивості...), установіть прапорець **Show Border** (Показати рамку).




11

## Реалізація завдання за допомогою оператора for


23. Спочатку сформууйте опис програми-функції з ім'ям **MakeMxy**( $x_1, x_n, \Delta x$ ) (Створити Матрицю значень  $x$  та  $y$ ). Зверніть увагу на те, що нижні індекси у формальних параметрах  $x_1$  та  $x_n$  є літеральними, тобто їх слід набирати за допомогою клавіші  (Крапка).

24. Перший оператор ПФ:  $i \leftarrow 0$  ініціалізує лічильник номерів рядків створюваної матриці.

25. Другий оператор організує арифметичний цикл **for**, тіло якого містить наступні оператори:

- $i \leftarrow i + 1$  (лічильник рядків матриці);
- $Mxy_{i,1} \leftarrow x$  (визначення елемента в  $i$ -му рядку першого стовпчика поточним значенням  $x$ ); нижні індекси набрані за допомогою клавіші , кнопки  **Subscript** (Нижній індекс) на панелі інструментів **Matrix** (Матриці), або кнопки кнопки  **Subscript** (Нижній індекс) на панелі інструментів **Formatting** (Форматування);
- $Mxy_{i,2} \leftarrow y(x)$  (визначення елемента в  $i$ -му рядку другого стовпчика значенням функції  $x(x)$ ); оскільки це останній рядок ПФ, то результатом функції буде матриця **Mxy**.

26. Викличте ПФ **MakeMxy**( $x_1, x_n, \Delta x$ ) і виведіть результати розрахунків.

27. Виділіте з матриці **Mxy** кнопкою  **Matrix Column** (Стовпець матриці) на панелі інструментів **Matrix** (Матриці, див. рис. 2.15 на с. 37) перший, а потім другий стовпець, і занесіть їх у змінні  $vx$  та  $vy$ , відповідно.

28. Побудуйте графік залежності  $vy$  від  $vx$ .

29. Лістинг виконання зразка лабораторної роботи з MathCAD №3 наведений на рис. 11.1 - 11.3.

**Лабораторна робота з MathCAD**  
**"Арифметичний цикл"**  
**Варіант №0 (Зразок)**  
**Група, Прізвище**

**Початкові дані**

$b := 0.75 \quad x_1 := 1.35 \quad \Delta x := 0.05 \quad x_n := 2$

**Застосування дискретної змінної**

<b>Дискретна змінна</b>	<b>Однорядкова функція користувача</b>
$x := x_1, x_1 + \Delta x .. x_n$	$y(x) := \frac{\text{atan}(b \cdot x)}{1 + \sin(x)^2}$

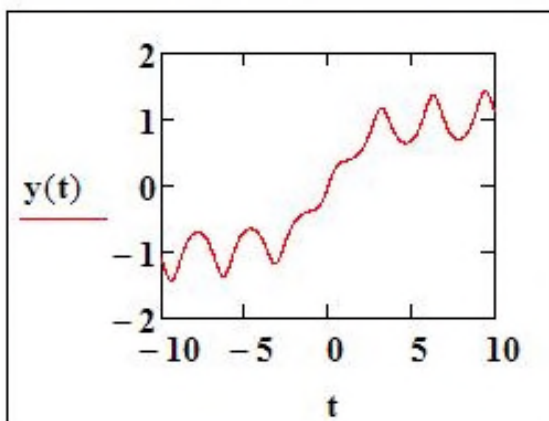
Рис. 11.1. Лістинг виконання зразка ЛР з MathCAD №2: початкові об'єкти

## Результати розрахунку

### MathCAD

$x =$	$y(x) =$
1.35	0.4055
1.40	0.4108
1.45	0.4167
1.50	0.4231
1.55	0.4303
1.60	0.4382
1.65	0.4470
1.70	0.4566
1.75	0.4673
1.80	0.4790
1.85	0.4918
1.90	0.5059
1.95	0.5212
2.00	0.5380

#### Швидкий графік функції ( $t$ - невизначена змінна)



#### Графік функції у визначеному діапазоні за умовчанням

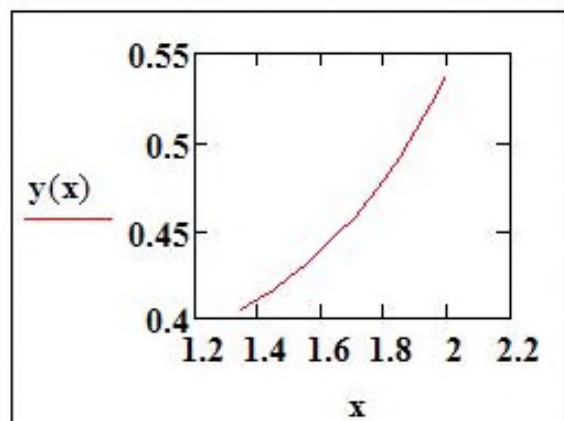
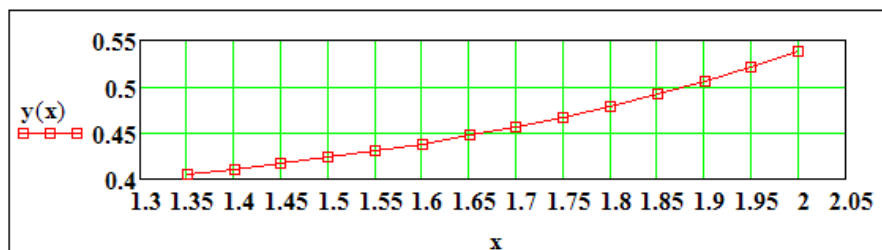


Рис. 11.2. Продовження лістингу виконання зразка ЛР з MathCAD №2:  
застосування дискретної змінної для табулювання функції та  
побудування X-Y графіка функції

### Форматування графіка функції

$$n_x := \frac{(x_n + \Delta x) - (x_1 - \Delta x)}{\Delta x} = 15 - \text{кількість проміжків у сітці по осі X}$$

$$n_y := \frac{0.55 - 0.4}{0.05} = 3 - \text{кількість проміжків у сітці по осі Y}$$



### Застосування оператора арифметичного циклу for

ORIGIN := 1

MakeMxy( $x_1, x_n, \Delta x$ ) :=	$i \leftarrow 0$ <b>for</b> $x \in x_1, x_1 + \Delta x .. x_n$ $i \leftarrow i + 1$ $Mxy_{i,1} \leftarrow x$ $Mxy_{i,2} \leftarrow y(x)$
------------------------------------	--

Матриця  
(таблиця)  
значень  
функції

$$Mxy := \text{MakeMxy}(x_1, x_n, \Delta x) =$$

	1	2
1	1.35	0.4055
2	1.4	0.4108
3	1.45	0.4167
4	1.5	0.4231
5	1.55	0.4303
6	1.6	0.4382
7	1.65	0.447
8	1.7	0.4566
9	1.75	0.4673
10	1.8	0.479
11	1.85	0.4918
12	1.9	0.5059
13	1.95	0.5212
14	2	0.538

Вектори  
значень  
аргументу vx  
та  
функції vy

$$vx := Mxy^{(1)}$$

$$vy := Mxy^{(2)}$$

### Побудування графіка функції, заданої в табличному вигляді

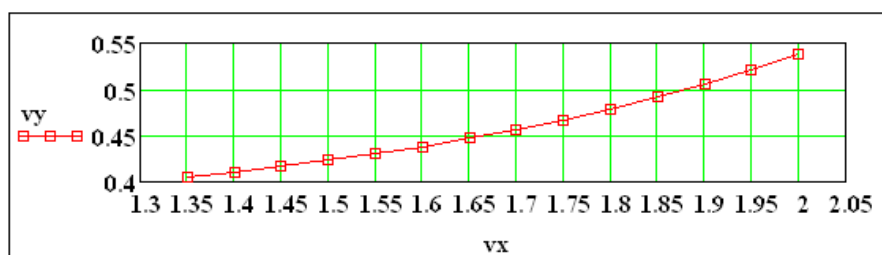


Рис. 11.3. Закінчення лістингу виконання зразка ЛР з MathCAD №2:  
застосування оператора **for** для табулювання функції та  
побудування графіка функції, заданої в табличному вигляді

30. Оформіть звіт про виконання лабораторної роботи за наступними пунктами:  
Назва роботи, Тема роботи, Варіант, Група, Прізвище; Умова варіанту, Схема алгоритму, Результати розрахунків; Висновки: перелік засвоєних елементів вхідної мови **MathCAD**.

31. Захистіть роботу у викладача, давши відповіді на контрольні запитання.