

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи
«Методичні вказівки до лабораторної роботи за темою
«Обчислення наближених значень функцій
інтерполяційними методами
за допомогою середовища MathCad 15»

з курсу «Чисельні методи»
для студентів спеціальності 124 – Системний аналіз

Затверджено редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 3 від 06.10.2021.

Харків
НТУ «ХПІ»
2021

Методичні вказівки до лабораторної роботи за темою «Обчислення наближених значень функцій інтерполяційними методами за допомогою середовища MathCad 15» з курсу «Чисельні методи» для студентів спеціальності 124 – Системний аналіз / Укладачі: Г. Ю. Сидоренко, І. І. Марченко, М. М. Малько, Н. А. Марченко – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 44 с.

Укладачі: Г. Ю. Сидоренко
І. І. Марченко
М. М. Малько
Н. А. Марченко

Рецензент О. Б. Ахієзер

Кафедра системного аналізу та інформаційно-аналітичних систем

ВСТУП

Методичні вказівки містять теоретичний матеріал для виконання лабораторної роботи за темою «Обчислення наближених значень функцій інтерполяційними методами» з дисципліни «Чисельні методи».

Для дослідження поведінки наведених вище законів розподілу найчастіше використовують різноманітні математичні пакети для ЕОМ. У методичних вказівках розглянуто основні поняття, можливості та способи розв'язання різних задач математичної статистики за допомогою математичного пакета Mathcad 15. Одним із пріоритетів цього пакета є те, що можна отримувати документи, які повністю готові до друку у друкарні та сумісні з усіма офісними програмами. Також у методичних вказівках викладені основні поняття теорії алгебраїчної інтерполяції та розглянуті основні чисельні методи для знаходження приблизних значень функцій.

У методичних вказівках міститься велика кількість екранних копій робочого вікна Mathcad. Це полегшує розуміння викладеного матеріалу, що робить можливим використання методичних вказівок студентами ВНЗ та іншими користувачами, які володіють навичками роботи в середовищі Windows.

Мета роботи – освоєння знаходження приблизних значень функцій за допомогою інтерполяційних методів та програмного засобу Mathcad 15.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

1.1. Основні теоретичні відомості з алгебраїчної інтерполяції

При проведенні фізичних чи технічних експериментів, обробці даних економічних спостережень та багатьох інших видів робіт виконавець одержує результати у вигляді числових даних. Для зручності роботи дані зводяться у таблиці. Тим самим завершується перший етап роботи – етап оформлення результатів. Метою другого етапу – етапу обробки та прийняття рішення є осмислення одержання числових даних і розробка стратегії подальшої дії. Функціональні залежності можна представити аналітично, графічно та таблично.

Аналітичний спосіб задання функції (у вигляді формули) відрізняється точністю, лаконічністю, можливістю проведення обчислень для будь-яких

значень аргумента та застосуванням різноманітних прийомів дослідження. Але він недостатньо наочний.

Графічний спосіб задання функції дає наочну інформацію про властивості і характер поведінки функції та дозволяє в разі потреби знаходити (приблизно) потрібні чисельні дані. Однак точність такої чисельної інформації невелика.

Табличне представлення функції подає готову чисельну інформацію про функцію, яку можна взяти з таблиці, без використання допоміжних вимірювань і обчислень. Таблиці функцій відрізняються простотою, зручністю зберігання (табл. 1). Але цей спосіб представлення не відрізняється наочністю та достатньою точністю.

Таблиця 1 – Представлення чисельних даних

i	x_i	y_i
0	x_0	y_0
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
...
i	x_i	y_i
$i + 1$	x_{i+1}	y_{i+1}
...
$N - 1$	x_{N-1}	y_{N-1}
N	x_N	y_N

На практиці поширений спосіб оформлення даних у вигляді таблиці, в якій для набору значень упорядкованих аргументів $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ заданий відповідний набір значень функцій $y_0, y_1, y_2, \dots, y_N$. Кожна пара значень $(x_i; y_i)$ називається вузлом. Для зручності кожний рядок нумерують поточним індексом, як правило, цілим.

На другому етапі роботи з числовими даними можлива побудова функції, яка б проводилася безпосередньо через сукупність заданих вузлів. При цьому в кожному вузлі за номером значення аргументу і полінома точно дорівнюють заданим x_N і y_N . Така процедура називається інтерполяцією. Найпоширенішою є алгебраїчна інтерполяція, коли за інтерполюючу функцію використовується багаточлен відповідного степеня. В результаті цієї чисельної процедури за числовими даними відтворюються функціональні залежності, що дозволяють зробити певні

$$R_N(x) = \frac{\max_x |y^{(N+1)}(x)|}{(N+1)!} (x-x_0)(x-x_1) \dots (x-x_N).$$

Інтерполяційний поліном Ньютона

На практиці таблиця може доповнюватися новими даними (на початку або в кінці). В таких випадках, коли дані розширюються, зручніше користуватися інтерполяційними алгоритмами, відмінними від полінома Лагранжа.

Обчислення значень функції для аргументів, що містяться на початку таблиці, зручно проводити, користуючись інтерполяційною формулою Ньютона. Для випадку рівновіддалених вузлів $x_i = x_0 + ih$ з кроком $h = \frac{x_N - x_0}{N}$ інтерполяційний поліном має вигляд

$$P_N(x^*) = y_N + \frac{\Delta y_0}{h} (x^* - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2! h^2} (x^* - x_0)(x^* - x_1) + \dots + \frac{\Delta^N y_0}{N! h^N} (x^* - x_0)(x^* - x_1) \dots (x^* - x_{N-1}),$$

де $\Delta^i y_0$ – кінцева різниця i -го порядку ($i = 0, 1, \dots, N$), яка визначається рекурентно (табл. 1). Ця формула називається *першою інтерполяційною формулою Ньютона*.

При обчисленні значень функцій y у точці з абсцисою x за першою інтерполяційною формулою Ньютона доцільно брати за x_0 найближчий до цієї абсциси вузол інтерполювання.

Перша формула Ньютона використовується для інтерполювання в точках x , близьких до початкової точки таблиці x_0 .

Для інтерполювання в кінці таблиці інтерполяційний багаточлен зручно подати у вигляді

$$P_N(x^*) = y_N + \frac{\Delta y_{N-1}}{h} (x^* - x_N) + \frac{\Delta^2 y_{N-2}}{2! h^2} (x^* - x_N)(x^* - x_{N-1}) + \dots + \frac{\Delta^N y_0}{N! h^N} (x^* - x_N)(x^* - x_{N-1}) \dots (x^* - x_1).$$

Ця формула називається *другою інтерполяційною формулою Ньютона*.

Таблиця 1 – Кінцеві різниці для інтерполяційного полінома Лагранжа

x_i	y_i	Δy_i	$\Delta^2 y_i$	...	$\Delta^j y_i$	...	$\Delta^{N-1} y_i$	$\Delta^N y_i$
x_0	y_0	Δy_0 $= y_1 - y_0$	$\Delta^2 y_0$ $= \Delta y_1$ $- \Delta y_0$	...	$\Delta^j y_0$ $= \Delta^j y_1$ $- \Delta^j y_0$	...	$\Delta^{N-1} y_0$ $= \Delta^{N-2} y_1$ $- \Delta^{N-3} y_0$	$\Delta^N y_0$ $= \Delta^{N-1} y_1$ $- \Delta^{N-1} y_0$
x_1	y_1	Δy_1 $= y_2 - y_1$	$\Delta^2 y_1$ $= \Delta y_2$ $- \Delta y_1$	...	$\Delta^j y_1$ $= \Delta^j y_2$ $- \Delta^j y_1$	...	$\Delta^{N-1} y_1$ $= \Delta^{N-2} y_2$ $- \Delta^{N-2} y_1$	
x_2	y_2	Δy_2 $= y_3 - y_2$	$\Delta^2 y_2$ $= \Delta y_3$ $- \Delta y_2$	...	$\Delta^j y_2$ $= \Delta^j y_3$ $- \Delta^j y_2$...		
...			
x_i	y_i	Δy_i $= y_{i+1} - y_i$	$\Delta^2 y_i$ $= \Delta y_{i+1}$ $- \Delta y_i$...				
...					
x_{N-1}	y_{N-1}	Δy_N $= y_N - y_{N-1}$						
x_N	y_N							

Оцінка похибки $R(x)$ інтерполяційної формули Ньютона має вигляд:

$$R_N(x) = \frac{y^{(N+1)}(x)}{(N+1)!} (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{N-1}).$$

Інтерполяційний поліном Гаусса

Перша інтерполяційна формула Гаусса (для інтерполявання вперед)

має вигляд

$$\begin{aligned}
 P_N(x) = & y_0 + \frac{\Delta y_0}{h} (x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_{-1}}{2! h^2} (x - x_0)(x - x_1) + \\
 & + \frac{\Delta^3 y_{-1}}{3! h^3} (x - x_{-1})(x - x_0)(x - x_1) + \\
 & + \frac{\Delta^4 y_{-2}}{4! h^4} (x - x_{-1})(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \\
 & + \frac{\Delta^5 y_{-2}}{5! h^5} (x - x_{-2})(x - x_{-1})(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \dots \\
 & + \frac{\Delta^{2N-1} y_{-(N-1)}}{(2N-1)! h^{2N-1}} \left(x - x_{-\frac{N}{2}+1} \right) \dots \left(x - x_{\frac{N}{2}-1} \right) + \\
 & + \frac{\Delta^{2N} y_{-N}}{(2N)! h^{2N}} \left(x - x_{-\frac{N}{2}+1} \right) \dots \left(x - x_{\frac{N}{2}} \right).
 \end{aligned}$$

де $h = \frac{x_N - x_0}{N}$ – крок інтерполяції.

Різниці $\Delta y_0, \Delta^2 y_{-1}, \dots, \Delta^{2N} y_{-N}$, що використовуються в цій формул, утворюють нижню ланану лінію в таблиці різниць (як приклад в табл. 2 показано для 9-ти точок):

x_i	y_i	Δy_i	$\Delta^2 y_i$	$\Delta^3 y_i$	$\Delta^4 y_i$	$\Delta^5 y_i$	$\Delta^6 y_i$	...
x_{-4}	y_{-4}	Δy_{-4} $= y_{-3} - y_{-4}$	$\Delta^2 f_{-4}$ $= \Delta f_{-3}$ $- \Delta f_{-4}$	$\Delta^3 y_{-4}$ $= \Delta^2 y_{-3}$ $- \Delta^2 y_{-4}$	$\Delta^4 y_{-4}$ $= \Delta^3 y_{-3}$ $- \Delta^3 y_{-4}$	$\Delta^5 y_{-4}$ $= \Delta^4 y_{-3}$ $- \Delta^4 y_{-4}$	$\Delta^6 y_{-4}$ $= \Delta^5 y_{-3}$ $- \Delta^5 y_{-4}$	...
x_{-3}	y_{-3}	Δy $= y_{-2} - y_{-3}$	$\Delta^2 y_{-3}$ $= \Delta y_{-2}$ $- \Delta y_{-3}$	$\Delta^3 y_{-3}$ $= \Delta^2 y_{-2}$ $- \Delta^2 y_{-3}$	$\Delta^4 y_{-3}$ $= \Delta^3 y_{-2}$ $- \Delta^3 y_{-3}$	$\Delta^5 y_{-3}$ $= \Delta^4 y_{-2}$ $- \Delta^4 y_{-3}$	$\Delta^6 y_{-3}$ $= \Delta^5 y_{-2}$ $- \Delta^5 y_{-3}$	...
x_{-2}	y_{-2}	Δy_{-2} $= y_{-1} - y_{-2}$	$\Delta^2 y_{-2}$ $= \Delta y_{-1}$ $- \Delta y_{-2}$	$\Delta^3 y_{-2}$ $= \Delta^2 y_{-1}$ $- \Delta^2 y_{-2}$	$\Delta^4 f_{-2}$ $= \Delta^3 f_{-1}$ $- \Delta^3 f_{-2}$	$\Delta^5 y_{-2}$ $= \Delta^4 y_{-1}$ $- \Delta^4 y_{-2}$	$\Delta^6 y_{-2}$ $= \Delta^5 y_{-1}$ $- \Delta^5 y_{-2}$	
x_{-1}	y_{-1}	Δy_{-1} $= y_0 - y_{-1}$	$\Delta^2 y_{-1}$ $= \Delta y_0$ $- \Delta y_{-1}$	$\Delta^3 y_{-1}$ $= \Delta^2 y_0$ $- \Delta^2 y_{-1}$	$\Delta^4 y_{-1}$ $= \Delta^3 y_0$ $- \Delta^3 y_{-1}$	$\Delta^5 y_{-1}$ $= \Delta^4 y_0$ $- \Delta^4 y_{-1}$		
x_0	y_0	Δy_0 $= y_1 - y_0$	$\Delta^2 y_0$ $= \Delta y_1$ $- \Delta f_0$	$\Delta^3 y_0$ $= \Delta^2 y_1$ $- \Delta^2 y_0$	$\Delta^4 y_0$ $= \Delta^3 y_1$ $- \Delta^3 y_0$			
x_1	y_1	Δy_1 $= y_2 - y_1$	$\Delta^2 y_1$ $= \Delta y_2$ $- \Delta y_1$	$\Delta^3 y_1$ $= \Delta^2 y_2$ $- \Delta^2 y_1$				
x_2	y_2	Δy_2 $= y_3 - y_2$	$\Delta^2 y_2$ $= \Delta y_3$ $- \Delta y_2$					
x_3	y_3	Δy_3 $= y_4 - y_3$						
x_4	y_4							

Необхідно звернути увагу на те, що нумерація починається з середини таблиці. Якщо кількість заданих вузлів парна, то за нульовий елемент береться $\left(\frac{N}{2} + 1\right)$ -й елемент (де N – кількість заданих вузлів).

Остаточний член $R(x)$ інтерполяційної формули Гауса має вигляд:

$$R_N(x) = \frac{f^{(2N+1)}(x)}{(2N+1)!} (x - x_0)^2 (x - x_1)^2 \dots (x - x_N)^2.$$

Інтерполяційна формула Гауса використовується для інтерполювання в середині таблиці біля x_0 , тобто, якщо добавляються в середину таблиці нові вузли.

Зворотна інтерполяція

У прямій інтерполяції знаходять приблизне значення функції для того значення аргумента, який знаходиться між двома заданими аргументними вузлами. Зворотна інтерполяція – алгоритм, за допомогою якого знаходять значення функції, яке лежить між двома заданими функціональними вузлами.

Формула Лагранжа для зворотного інтерполювання:

$$x^*(y^*) = P_N(y^*) = \sum_{i=0}^N x_i \prod_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^N \frac{(y^* - y_j)}{(y_i - y_j)}.$$

Зворотна інтерполяція широко використовується для знаходження коренів рівнянь за вихідною таблицею. Вибір методів інтерполяції обмежується нерівномірністю розподілу значень аргумента.

Якщо в інтерполяційній формулі Лагранжа підставити абсциси $x = 0$, то отримаємо значення

$$y^*(0) = \sum_{i=0}^N y_i \prod_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^N \frac{(-x_j)}{(x_i - x_j)}.$$

Аналогічно, можна отримати те значення аргументу, для якого інтерполяційний поліном обертається в нуль, тобто $y(x) = 0$. З цією метою у попередньому виразу замінемо всюди місцями x та y :

$$x^*(0) = P_N(0) = \sum_{i=0}^N x_i \prod_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^N \frac{(-y_j)}{(y_i - y_j)}.$$

Слайн-інтерполювання

Сплайни мають широке призначення в обчислювальній математиці. Це група кубічних багаточленів, в місцях сполучення яких перша та друга похідні неперервні. Такі функції називають *кубічними сплайнами*. Для їх побудови необхідно задати коефіцієнти, які однозначно визначають багаточлен у проміжку даних точок.

Нехай потрібно задати набір із m кубічних функцій $q_1(x), q_2(x), \dots, q_m(x)$. Ці багаточлени мають вигляд:

$$q_i(x) = k_{1i} + k_{2i}x + k_{3i}x^2 + k_{4i}x^3,$$

де $i = 1, 2, \dots, m$, $\{k_{1i}, k_{2i}, k_{3i}, k_{4i}\}$ – набір із $4m$ кубічних сталих, що визначають однозначність сплайн-інтерполювання через сукупність із $m + 1$ даних вузлів $\{(x_i; y_i)\}$.

Перші $2m$ умови висунуті, щоб сплайни з'єднувались у заданих точках:

$$q_i(x_i) = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$q_{i+1}(x_i) = y_i, \quad i = 0, 2, \dots, m - 1.$$

Наступні $2m - 2$ умови будуть потрібні, щоб в місцях сполучення сплайнів були рівні перші та другі похідні:

$$q'_i(x_j) = q'_{i+1}(x_j), \quad i = 1, 2, \dots, m - 1, \quad j = 4, 7, 10, \dots;$$

$$q''_i(x_j) = q''_{i+1}(x_j), \quad i = 1, 2, \dots, m - 1, \quad j = 4, 7, 10, \dots.$$

Необхідною умовою існування розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь є умова, що число рівнянь повинно відповідати числу невідомих. Тому необхідні ще дві умови:

$$q''_1(x_0) = 0 \quad \text{та} \quad q''_m(x_m) = 0.$$

Отриманий таким чином сплайн називається *природним кубічним сплайном*. Знайдені коефіцієнти сплайна використовують для побудови кусочно-гладкої поліноміальної функції. Існують сплайни вищих порядків, які використовуються при інтегруванні та розв'язанні диференціальних рівнянь.

1.2. Використання Mathcad для інтерполювання

Найчастіше інтерполювання виконується засобами обчислювальної техніки у спеціалізованих математичних пакетах. Один з найпопулярніших таких засобів є Mathcad. Розглянемо його більш детально.

1.2.1. Робоче вікно Mathcad

Для запуску Mathcad необхідно двічі лівою кнопкою миші нажати на іконку програми Mathcad 15 або в групі MathSoft Apps. Після короткої заставки відкривається робоче вікно програми, показане на рис. 1.

Робоче вікно Mathcad має вигляд, характерний для всіх додатків Windows, зі стандартними органами управління, вікном і переглядом документа. Відразу під заголовком вікна, в якому також вказується ім'я поточного файлу, і смугою меню Mathcad розташована панель кнопок, кожна з яких відкриває палітру символів, що служать для вставки операторів, грецьких букв, графіків тощо. Нижче панелі кнопок знаходиться панель інструментів, необхідних для швидкого виклику найбільш використовуваних команд меню. Під панеллю інструментів розташована панель шрифтів. Вона містить шаблони вибору та кнопки, що застосовуються для змін характеристик шрифтів у рівняннях і тексті. Під горизонтальною полозою прокрутки розташований рядок стану, що відображає режим роботи Mathcad та іншу додаткову інформацію. Будь-яка з панелей, при необхідності, може бути прибрана з робочого вікна вибором відповідної опції з меню Window.

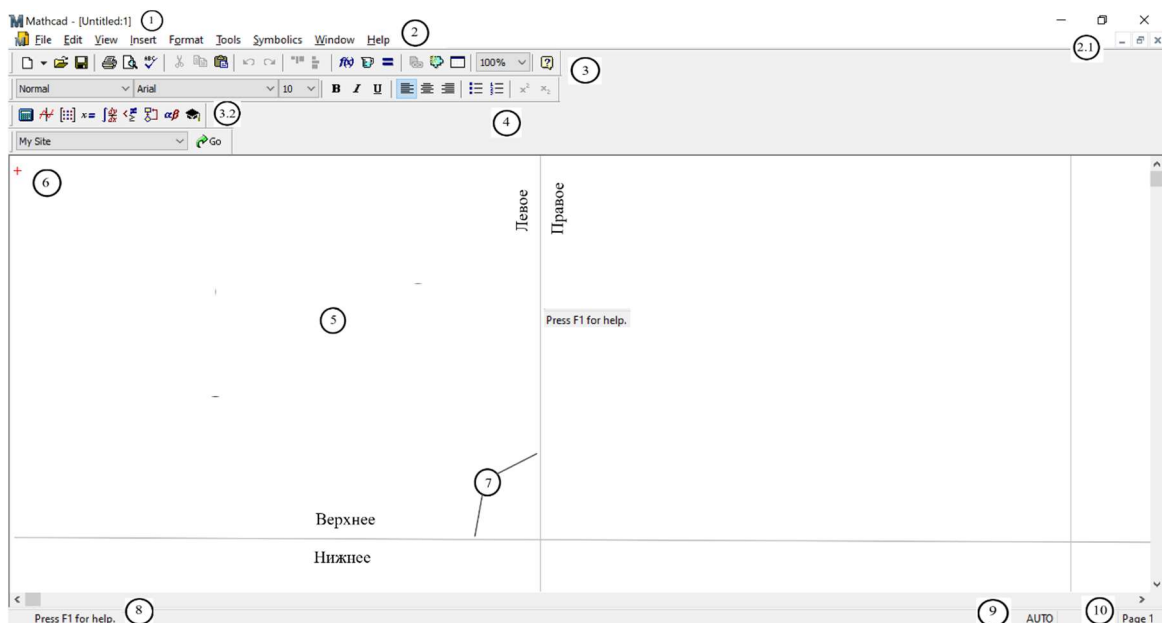


Рис. 1. Вигляд робочого вікна Mathcad 15 в середі Windows 10:

- 1 – заголовок вікна;
- 2 – рядок меню;
- 2.1 – кнопки управління вікнами;
- 3 – панель інструментів;
- 3.1 – «Стандартна»;
- 3.2 – математична панель Math;
- 4 – панель форматування (основне призначення цієї панелі: форматування текстових областей);

- 5 – область документу;
- 6 – маркер вставки області (оскільки елементи можуть розташовуватися на аркуші як завгодно, то потрібно пам'ятати правило, що Mathcad «читає» спочатку зліва направо, а потім зверху вниз. Якщо вираз написаний десь на аркуші, то можна його використовувати нижче і правіше, за винятком глобальних змінних);
- 7 – поля сторінки (розмір, орієнтація, колонтитули – як у Word);
- 8 – рядок стану (вказуються деякі підказки та поточні дії);
- 9 – рядок стану (вказується поточний стан функціонування системи);
- 10 – рядок стану (номер сторінки, на якій знаходиться курсор).

1.2.2. Області робочого документа

За замовчуванням існує три типи областей:

1. Математична.
2. Текстова (текстові області можуть містити математичні. Наприклад: нехай, тоді, якщо ...).
3. Графічна:
 - а – двовірна;
 - б – тривимірна.

За замовчуванням створюється математична область. Якщо під час введення символів, але до введення оператора, натиснути пробіл, то математична область перетвориться в текстову.

Підтримка кирилиці є, але здійснюється не дуже добре. Тому для текстових областей необхідно створити прототип, виділити текстову область і застосувати текст з написом.

Всередину текстової області може бути впроваджена математична. Ці області враховуються і використовуються в розрахунках. Текстові області можуть розташовуватися в будь-якому місці документа, а також мають властивість займати всю ширину сторінки. До елементів текстової області можна застосовувати різні стилі.

Графічні області створюються шляхом активізації меню **Insert** → **Graph**.

1.2.3 Панелі інструментів

Панель інструментів може бути викликана шляхом натискання у меню **View** -> **Toolbars** (рис.2).

Вона містить такі елементи:

- Стандартна.
 - Панель форматування.
 - Математична Math (за замовчуванням відкривається в документі та призначена для виклику всіх інших додаткових панелей інструментів).
- View → Toolbars – виклик всіх панелей.

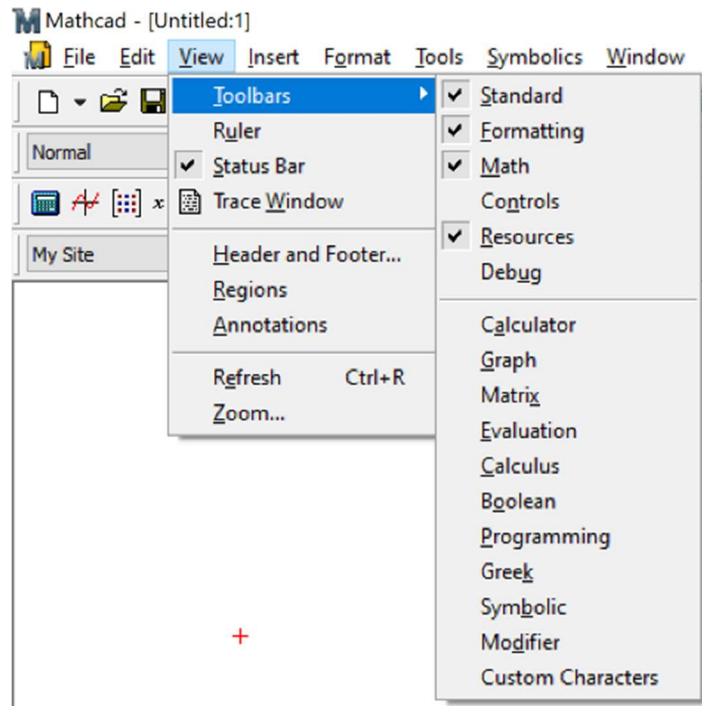


Рис. 2. Доступні панелі інструментів



Рис. 3. Вигляд математичної панелі Math на головному екрані

Розглянемо всі інструменти панелі Math (рис.4):

Calculator – містить основні математичні функцій та обчислювальні операції.

Graph – дозволяє створювати графічні області, відповідного типу (виклик Insert → Graph).

Matrix Toolbar – містить головні операції з матрицями.

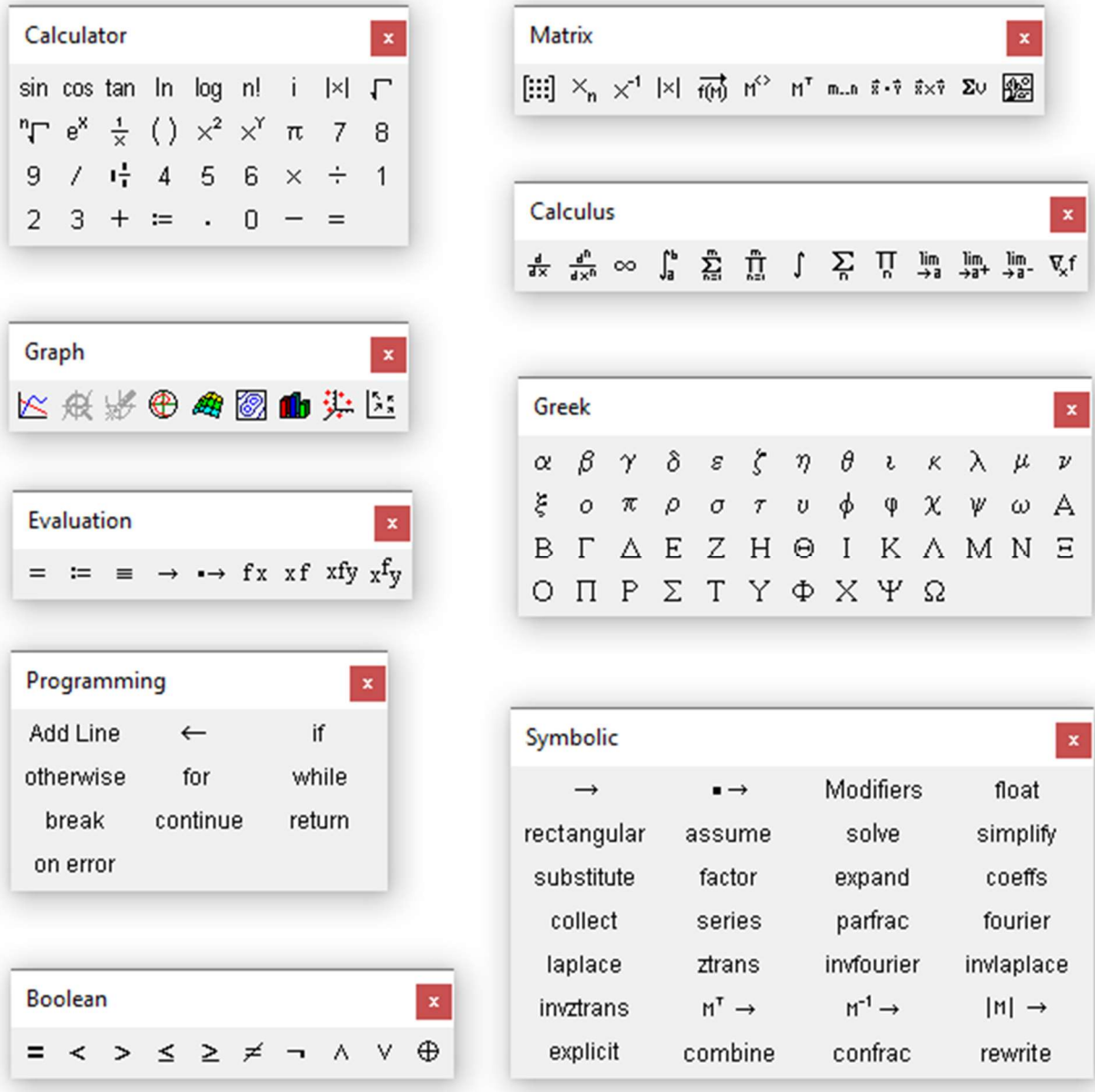


Рис. 4. Інструменти панелі Math

Calculus – задає шаблони похідних, інтегралів, сум, меж, добутку.

Evaluation – створює 2 способи присвоєння (глобальне, локальне), 3 способи обчислення (чисельне, символічне, символічне з ключовим словом), шаблони операторів користувача.

Boolean – задає оператори співвідношень: і, або, ні тощо.

Programming – задає шаблони операторів вбудованої системи програмування.

Greek – дозволяє вводити в програму грецькі символи (α , β , ...). Можна грецькі літери вводити з клавіатури: «латинські букви + | Ctrl + g |».

Symbolic – вставляє в шаблони ключових слів, символів.

1.2.4. Налаштування і програми

Для відображення налаштувань головної області відображення тексту необхідно натиснути **View** → **Format** (рис. 5).

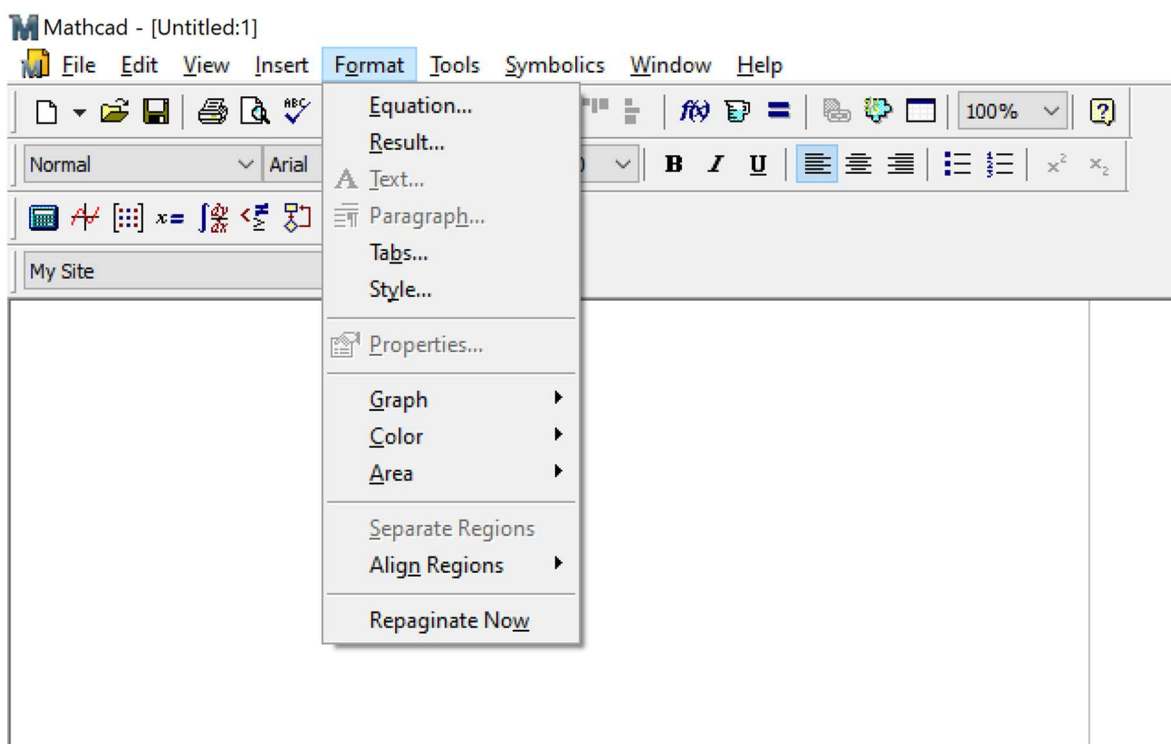


Рис. 5. Меню Format

У пункті **Format** → **Equation** встановлюється стиль відображення виразів (рис. 6). Так, у полі **Variables** задається стиль змінних і функцій **Constants** – стиль чисел.

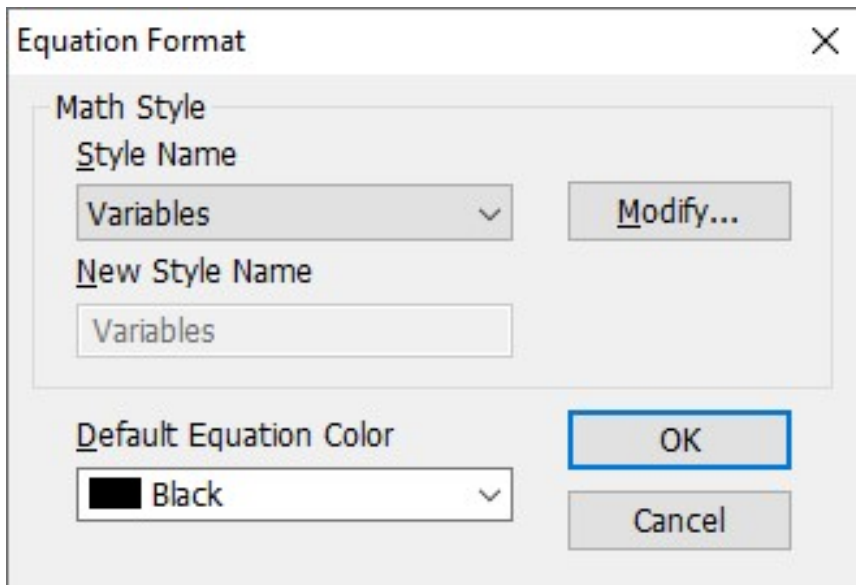


Рис. 6. Вікно Equation Format

За допомогою пункту **Format** → **Result** є можливість форматування механізму результату (рис. 7).

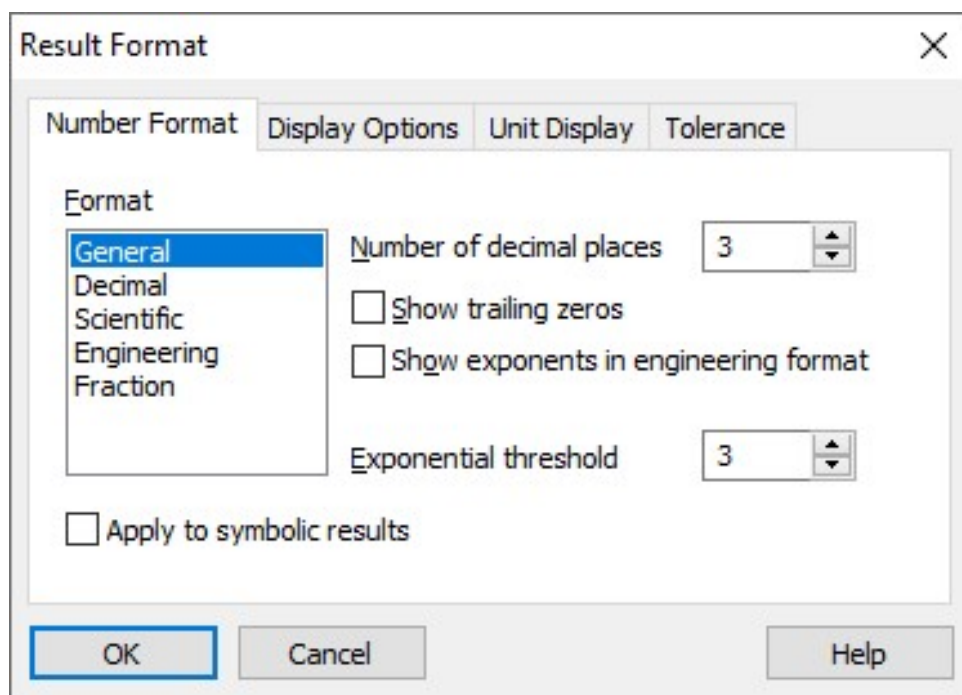


Рис. 7. Вікно Result format

За допомогою **Format** → **Text** форматується шрифт (рис. 8).

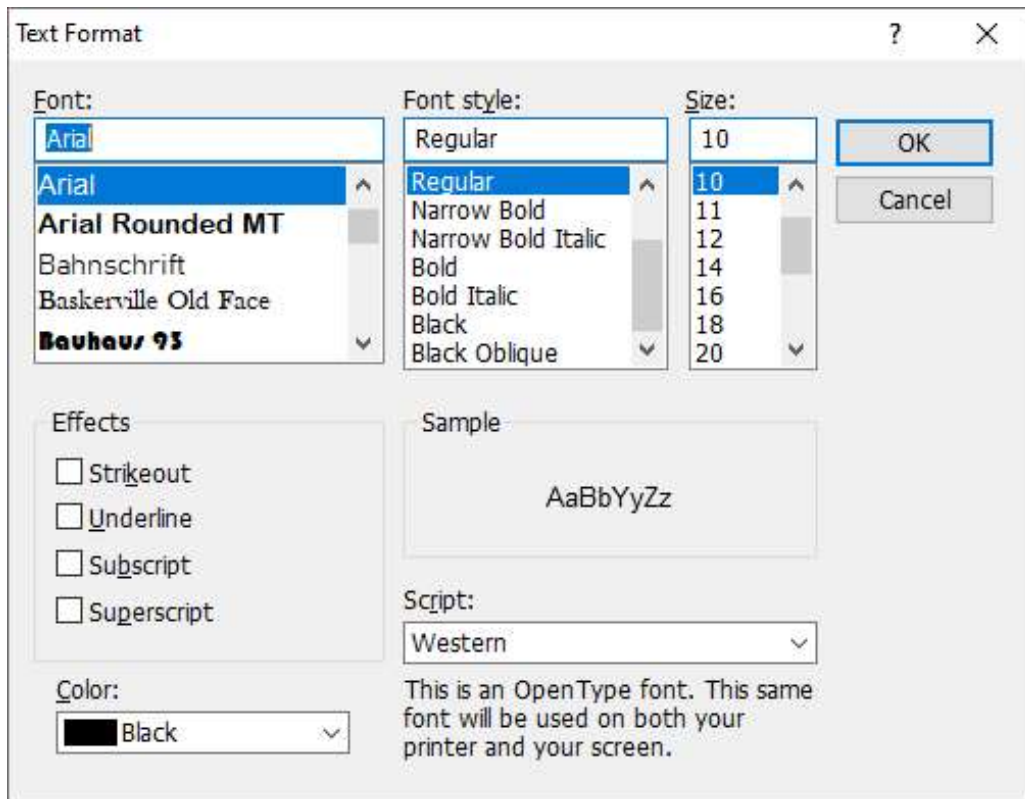


Рис. 8. Вікно Text Format

За допомогою **Format** → **Paragraph** форматується розташування тексту (рис. 9).

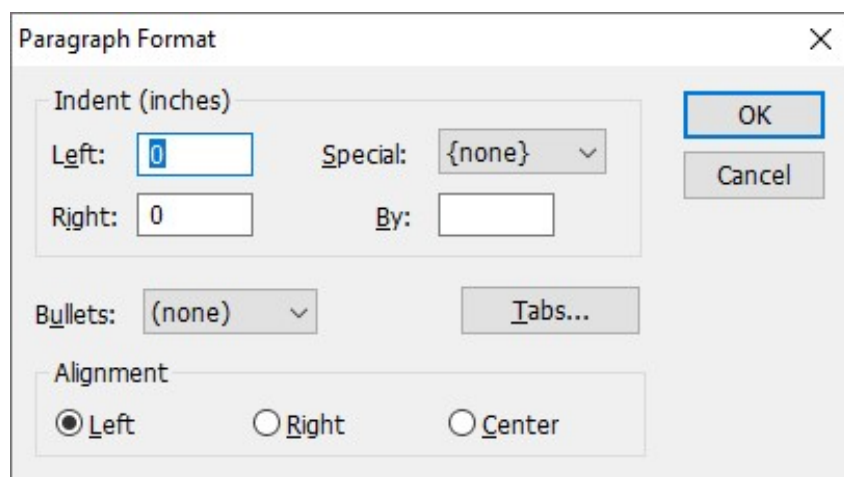


Рис. 9. Вікно Paragraph Format

Використовуючи **Format** → **Tabs**, можна задати довжину табуляції (рис. 10).

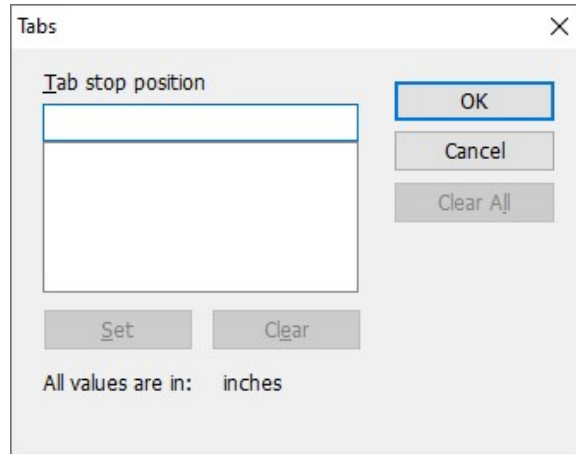


Рис. 10. Вікно Tabs

За допомогою **Format** → **Styles** форматується розташування тексту (рис. 11).

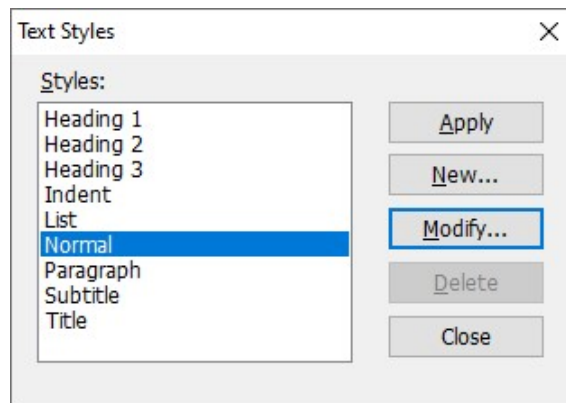


Рис. 11. Вікно Text Styles

Format → **Properties** дає можливість форматувати властивості екрана, обчислень тощо (рис. 12).

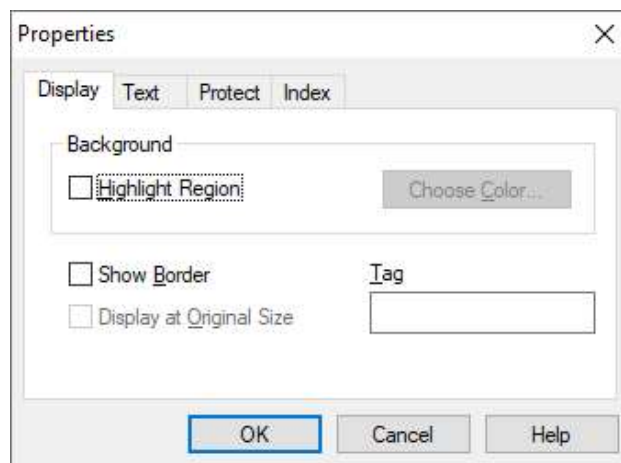


Рис. 12. Вікно Properties

У пункті **Format** → **Graph** є можливість форматувати графічні об'єкти (рис. 13).

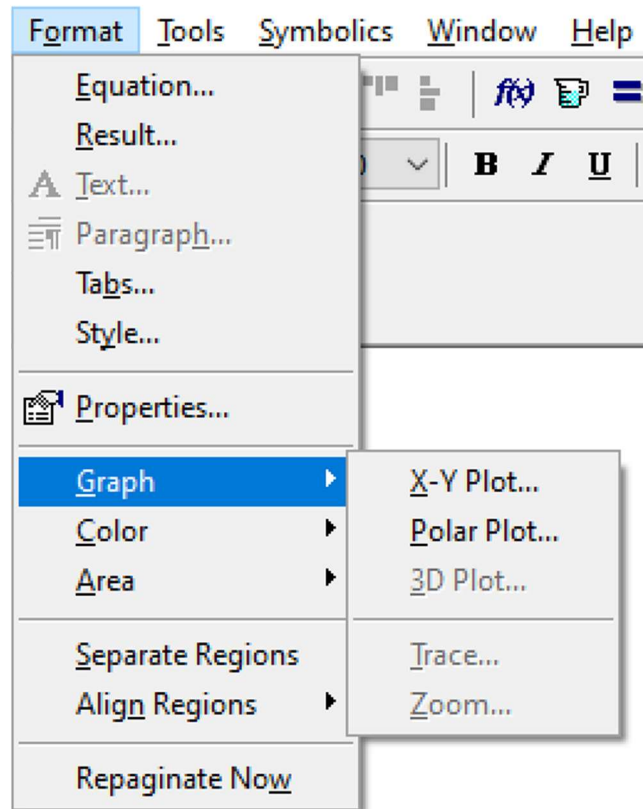


Рис. 13. Підменю Graph

Format → **Color** дає можливість змінити кольорову палітру (рис. 14).

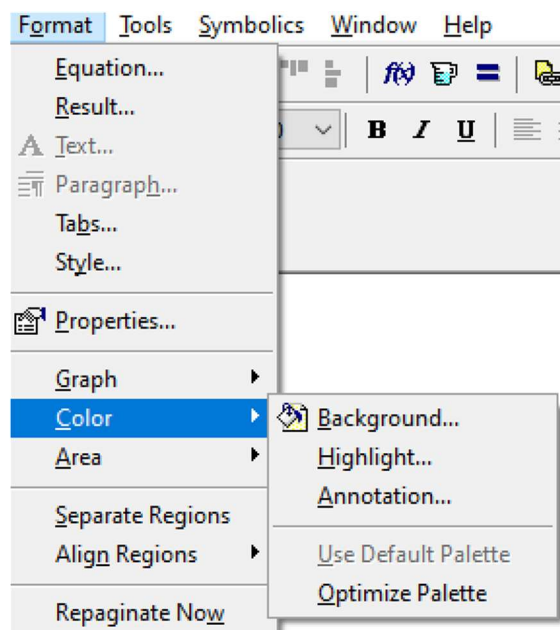


Рис. 14. Підменю Color

У пункті **Format** → **Area** задається область, де можна залишати коментарі (рис. 15).

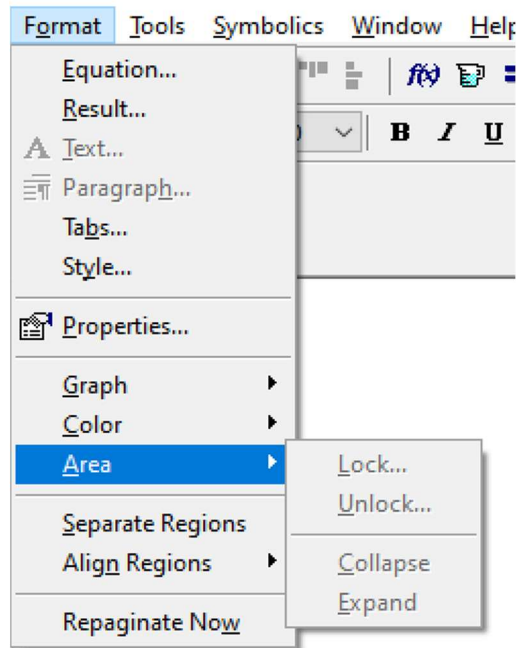


Рис. 15. Підменю Area

Tools → **Calculate** – управляє механізмами обчислення (рис. 16).

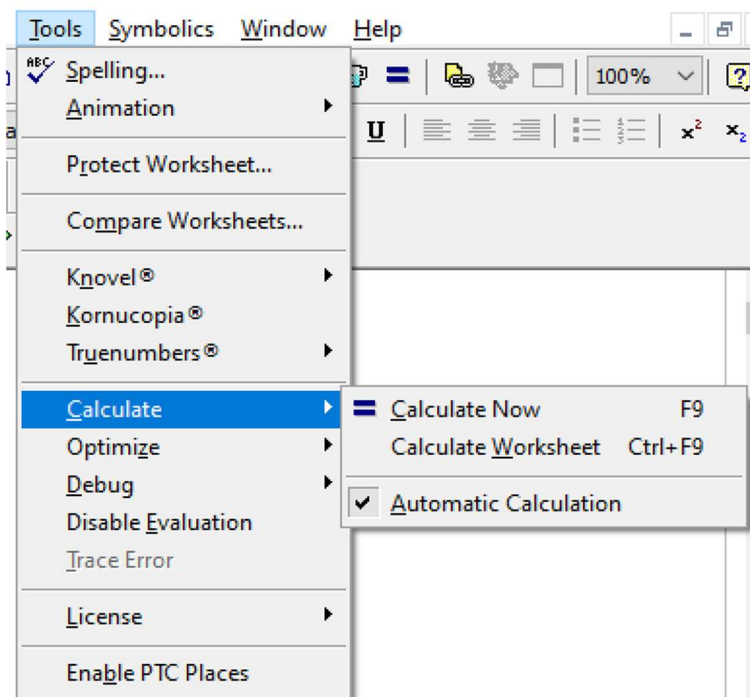



Рис. 16. Підменю Calculate

За замовчуванням встановлена опція «Автоматичного перерахунку документа»). Також є можливість обчислювати тільки робочу область або обчислювати тільки після натискання кнопки .

1.2.5. Змінні та функції

Усі обчислювальні алгоритми Mathcad мають модульну структуру. Тому, якщо в даний момент якісь математичні можливості не потрібні, то можна вважати, що вони просто відсутні. Завдяки цьому Mathcad можна легко використовувати навіть як простий калькулятор. Для цього необхідно:

- клацнути мишкою в будь-якому місці робочого документа, після чого на екрані з'явиться невеликий червоний хрестик, що позначає місце поле введення;
- надрукувати потрібний вираз, використовуючи стандартні символи математичних операцій або вибираючи необхідні оператори з наведених палітр;
- після набору знака « \Rightarrow » Mathcad обчислює вираз і виводить результат.

Наприклад, необхідно обчислити значення виразу $15 - 8/104.5$. Вираз, відповідний цим діям, показано на рис. 17.

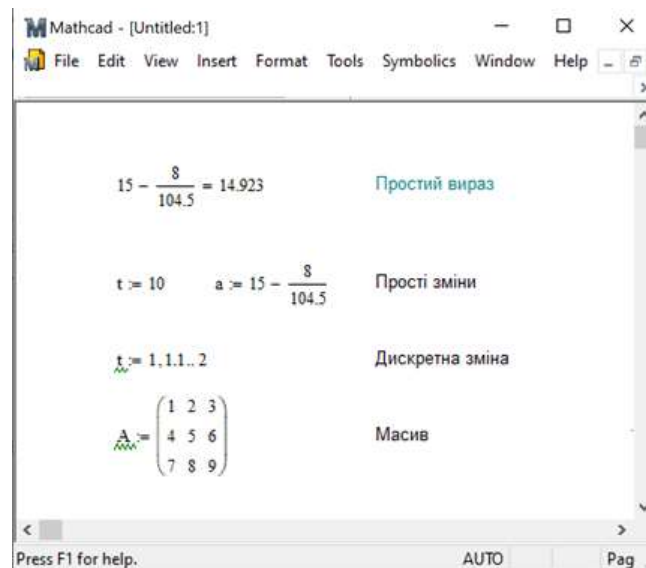



Рис. 17. Приклади визначення змінних

Назви змінних залежать від регістра, можуть мати будь-яку довжину і можуть містити будь-яку комбінацію допустимих символів:

- *Літери* – літери верхнього та нижнього регістру.








- *Цифри* – від 0 до 9. Ім'я не може починатися з цифр. Mathcad інтерпретує цифри на початку імені у поєднанні з літерами або як уявне число ($2i$ або $3j$), або як множник для змінної ($3x$).
- *Точка* – єдиний символ пунктуації, точка може використовуватись у будь-якому місці, навіть як перший символ.
- Символ підкреслення «_» тощо.

При роботі зі змінними слід розрізняти знаки присвоєння та обчислення:

- Двокрапка () – глобальне присвоєння.
- Чисельне присвоєння ()
- Символьне присвоєння ()
- Обчислення логічного виразу () =.

Також у Mathcad 15 є таке поняття, як «вбудовані змінні», тобто константи (Math → Options → Built-in Variables). Варіанти існуючих констант у Mathcad 15 представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вбудовані константи Mathcad 15

Назва	Послідовність натискання клавіш	Опис
∞		$\infty = 1 \times 10^{307}$
e або exp		$e = 2.718$
π		$\pi = 3.1415926535898$
γ		Константа Ойлера $\gamma = 0.577215664902$
NaN		Не число
i або j	 або 	Уявна одиниця

У системі MatCAD розрізняють вбудовані функції (функції, заздалегідь введені розробником системи) та функції користувача (створені користувачем). Для роботи з функціями їх імена потрібно набрати з клавіатури. При цьому слід пам'ятати, що імена вбудованих функцій чутливі до регістру, їх слід вводити точно так, як вони наведені в системі. Параметри вбудованих функцій знаходяться у дужках. Як параметр може

бути константа, змінна або математичне вираз, у програмі «константа», «змінна», «вираз» мають бути визначені раніше (рис. 18).

Імена функцій та змінних починаються з букви. Ім'я функції може містити цифри, букви, а ім'я змінних – точку, якою поділяють компоненти імені.

Mathcad, як і в мовах програмування, має можливість завдання функцій користувача. Імена функцій користувача підпорядковуються тим самим правилам, що і імена змінних. Для завдання функції користувача потрібно ввести ім'я, а потім у круглих дужках через кому ввести всі аргументи. Для аргументів можна використовувати будь-які імена, що підпорядковуються тим самим правилам, як і імена змінних. Далі, як завжди, треба ввести оператор присвоювання і після нього – вираз, що залежить від введених аргументів. Усі змінні, присутні праворуч у виразі визначення функції або мають входити до списку аргументів функції, або мають бути визначені раніше. В іншому випадку буде виведено повідомлення про помилку, причому ім'я невизначеної змінної буде виділено червоним кольором.

Приклад об'явлення функцій користувача наведено на рис. 19.

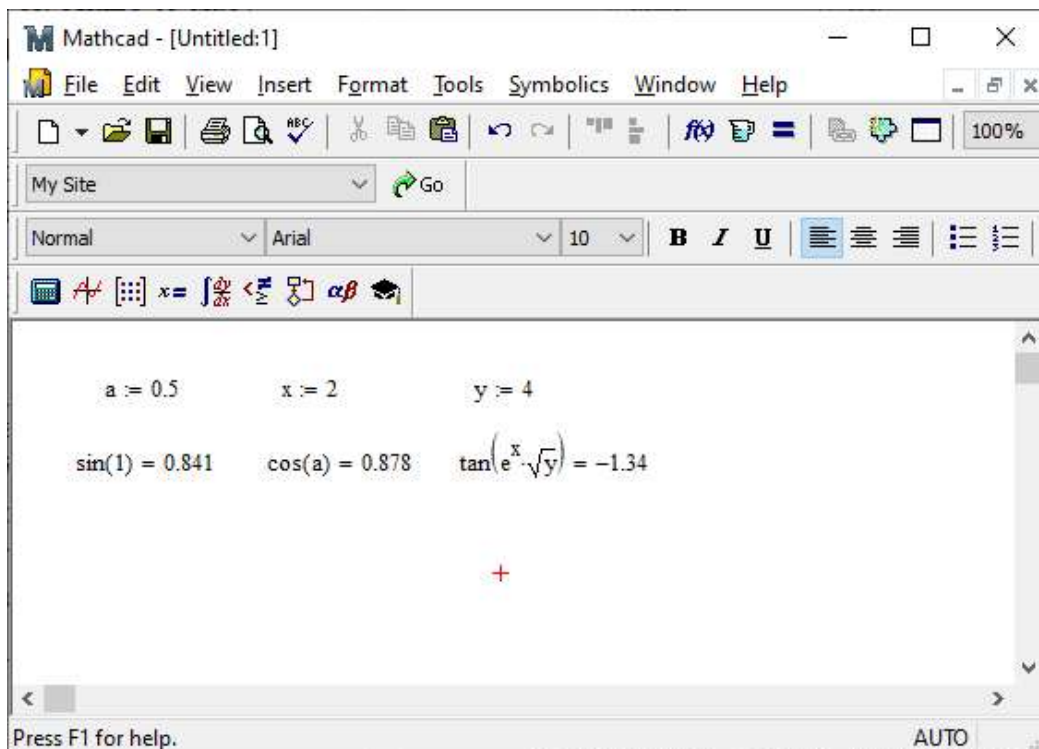


Рис. 18. Приклад роботи зі вбудованими функціями

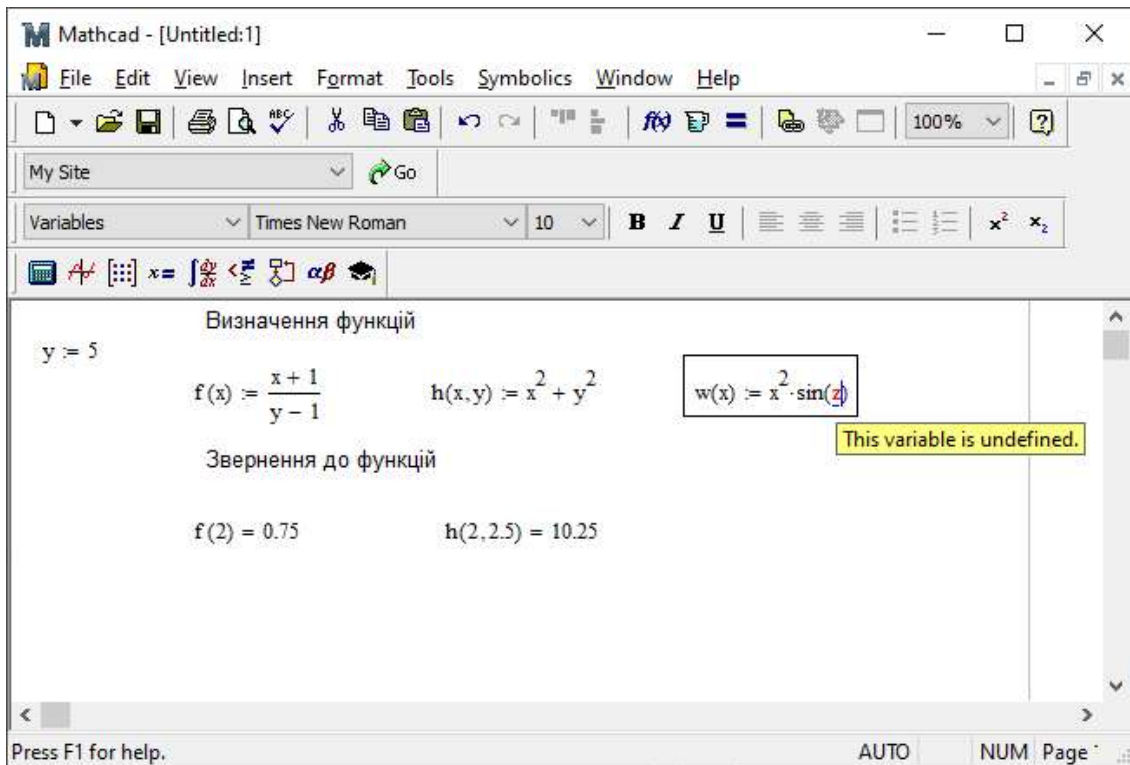


Рис. 19. Приклад визначення та звернення до функцій

1.2.6. Типи даних

У Mathcad 15 існують такі типи даних:

- Числові.
- Строкові.
- Масиви.

Розглянемо їх більш детально.

Числові дані. Числові дані в свою чергу поділяються на такі:

- *Речові* (вводяться числа в інтервалі $[10^{307}; 10^{307}]$);
- *Комплексні* (вводяться числа: речова частина \pm уявна частина,

див. рис. 20):

- $\text{Re}(z)$ – речова частина (real);
- $\text{Im}(z)$ – уявна частина (imaginary).

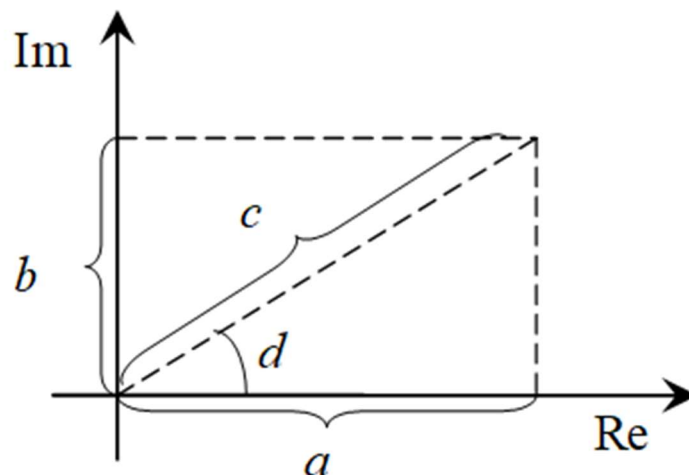


Рис. 20. Визначення комплексозначних чисел

- 101 b – число в двійковій системі зчислення (5);
- 550 – число в восьмиричній системі зчислення (45);
- FFh – число в шістнадцятиричній системі зчислення (1517).

Всередині одного виразу можна використовувати різні системи зчислення.

Строкові змінні. Строкові змінні описуються у лапках. Строкові змінні не є масивами. Дії над строковими змінними виконуються за допомогою спеціальних функцій.

Дискретний аргумент або ранжована змінна. Дискретні змінні необхідні для обчислення діапазонних значень функції або звернення до елементів масиву, або створення масивів великої розмірності, або створення ітеративних обчислень (цикл).

Для введення дискретного аргументу необхідно зробити такі дії:

- у місці введення, позначеному хрестиком, надрукуйте ім'я змінної, яку потрібно визначити, наприклад i (види імен змінних описуються в пункті, що описаний вище);
- надрукуйте символ двокрапки `␣`, який вводить символ визначення, на екрані це відобразиться як `[: =]`;
- надрукуйте перше число діапазону, наприклад se , потім символ крапки з комою `␣`, після – останній елемент, наприклад fe .

$$i := se..fe$$

Приклад дискретної змінної показаний на рис. 21.

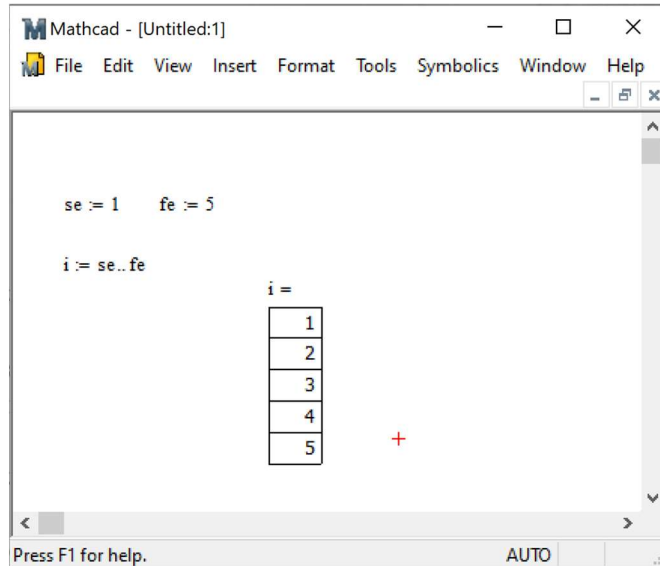


Рис. 21. Приклад дискретної змінної

Як видно з рис. 21, всередині діапазону, за замовчуванням, значення буде змінюватись з кроком 1. Для зміни кроку необхідно повторити попередні дії тільки з однією змінною: після першого числа діапазону через кому вказати наступне число діапазону: $i := se, ne .. fe$.

Крок – це різниця між першим і другим елементом.

Для роботи з масивами крок повинен бути цілочисельним значенням (рис. 22).

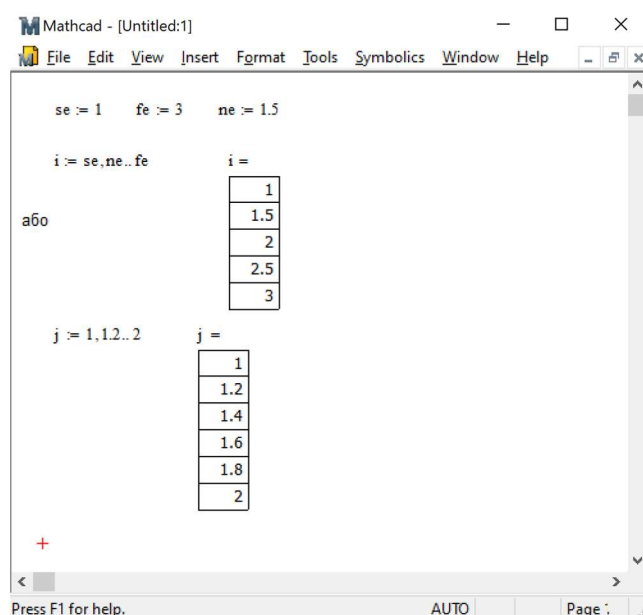


Рис. 22. Приклад дискретної змінної

Масиви. Елементом масиву може бути будь-який вираз. Створити масив можна трьома способами:

1. Створення масивів малої розмірності (за допомогою панелі інструментів)

Меню → Insert → Matrix (або  + ).

Відкриється діалогове вікно (див. рис. 23), в якому потрібно буде ввести кількість строк (Rows) та стовбців (Columns).

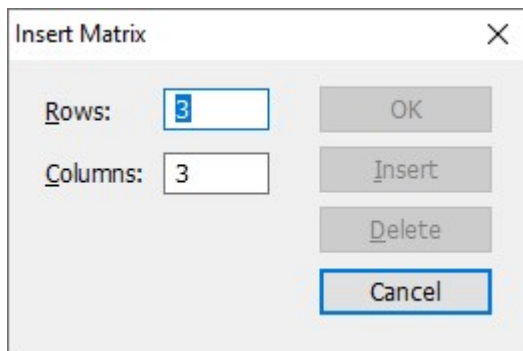


Рис. 23. Діалогове вікно Insert Matrix

В цьому ж вікні є дві кнопки Insert та Delete – доповнення та видалення відповідно строк та стовпців. Ставимо курсор на тому елементі, після якого потрібно додати Insert → Matrix: пишемо кількість стовпців – 0, рядків – будь-яке число. Так само і з рядками. Аналогічно працює механізм видалення.

Після вводу кількості строк (Rows) та стовпців (Columns), що дорівнюють 3, на екрані з'явиться пуста матриця (рис. 24). Таким способом можна створити матрицю розмірністю не більше ніж 100 x 100.

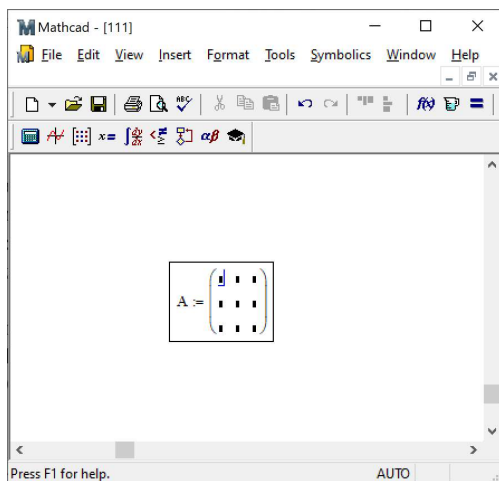


Рис. 24. Створена пуста матриця A

2. Завантаження даних із файлу.

Для завантаження масиву з файлу вибираємо: Меню → Insert → Component, після чого з'явиться діалогове вікно (рис. 25).

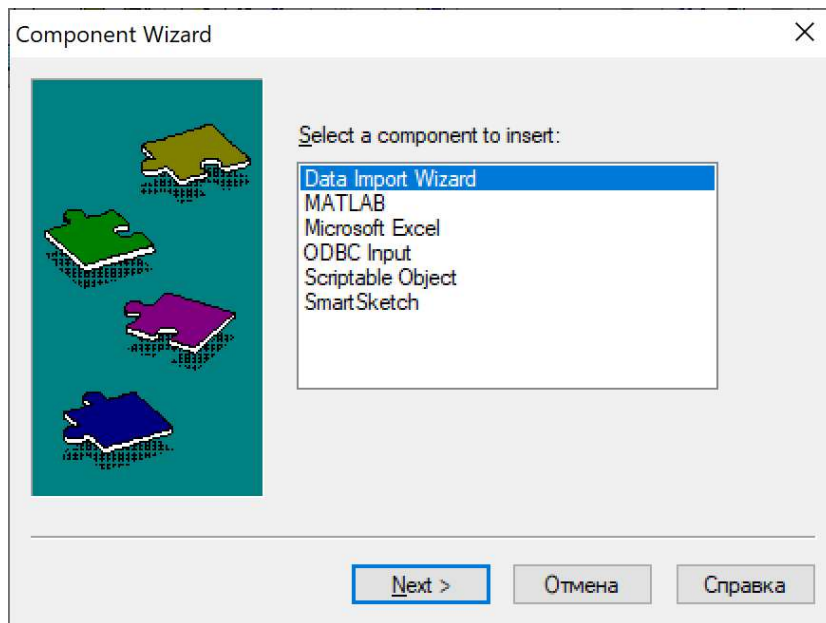


Рис. 25. Діалогове вікно для завантаження даних із файлу

Можна завантажити файли з такого переліку: Data Import Wizard, MATLAB, Microsoft Excel, ODBC Input, Scriptable Object, Smart Sketch.

3. Створення масивів шляхом обчислення елементів.

Для обчислення можна використовувати і вирази, і функції, всередині яких будуть використовуватися індекси рядків і стовпців.

Для створення масиву необхідно визначити необхідну кількість дискретних змінних, наприклад (рис. 26).

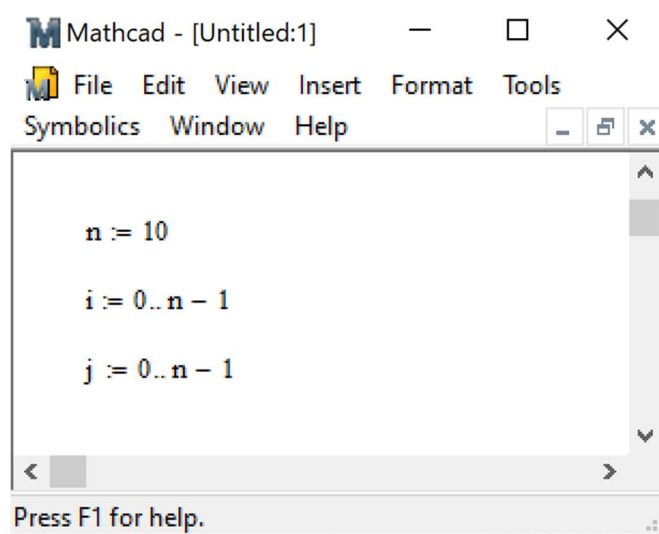


Рис. 26. Оголошення змінних для створення масиву

За замовчуванням у масиві індекси починаються з нуля. Матрицю можна сформувати за допомогою функції або арифметичної дії, як вказано на рис. 27. Для звернення до елемента масиву достатньо вказати ім'я масиву, натиснути \square та ввести індекси через \square (якщо це багатомірний масив), де розташований зазначений елемент.

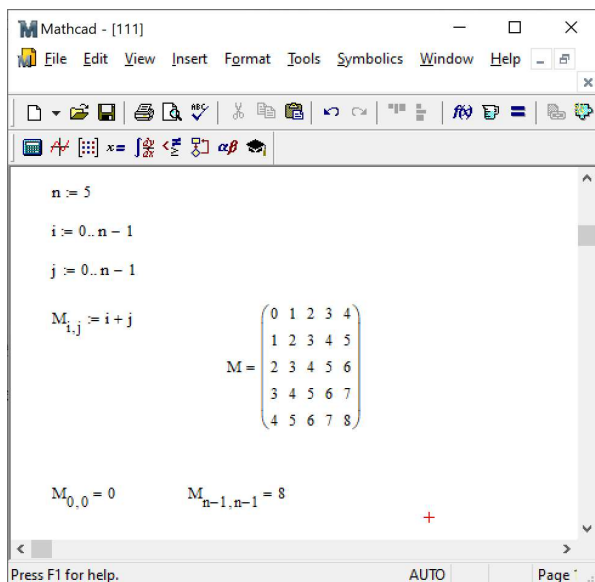


Рис. 27. Приклад формування та звернення до вибраних елементів масиву

З масивами, як і з будь-якими змінними, можна виконувати різні дії, такі, як алгебраїчні, обчислювальні тощо. Також масиви можна переприсвоювати (рис. 28). Але масив, який є вкладеним елементом в інший масив, не присвоюється.

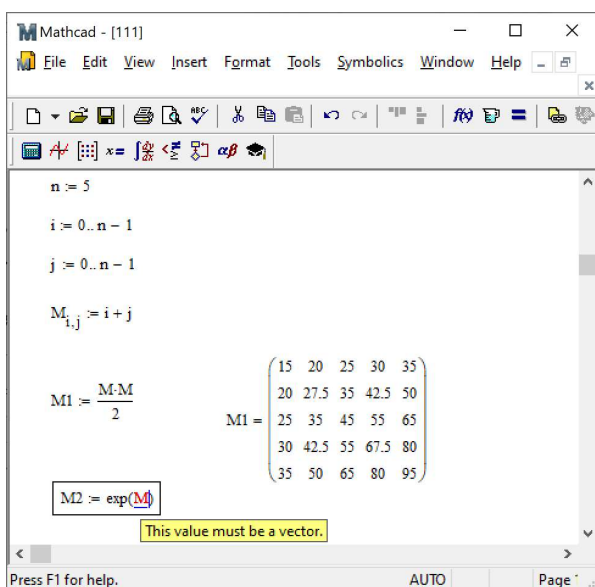


Рис. 28. Приклад присвоєння масивів

В результаті роботи з масивами завжди виходять масиви. Навіть у разі множення вектора-рядка на вектор-стовпець. Якщо потрібно виконати будь-яку операцію через меню, необхідно виділити масив та клацнути по рядку дії. Також усі відповідні кнопки є в панелі інструментів **Matrix**.

До вектора-рядка потрібно звертатися за допомогою двох індексів, перший з яких – 0, а до вектора-стовпця – по одному індексу (рис. 29).

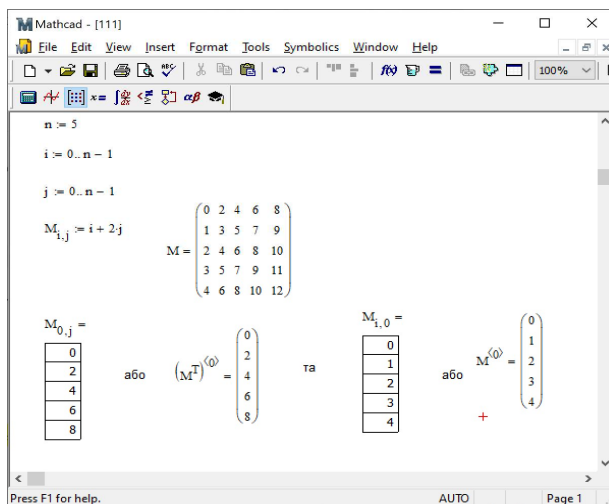


Рис. 29. Приклади звертання до рядка та стовпчика двовимірного масиву

Також для роботи з матрицями є вбудовані функції. Вони наведені у табл. 3, де A та B – масиви (вектори чи матриці), v – вектор, назви, що починаються з i, j – цілі числа.

Для функції однієї змінної можна використовувати вектор-стовпець як значення аргументу для обчислення всіх значень функції від цього аргументу.

1.2.7. Графіка

Відображення графічної інформації в Mathcad 15 забезпечується двома основними способами: через побудову різноманітних графіків середовищ Mathcad 15 і шляхом створення графічних областей за технологіями OLE та DDE. Перший спосіб надає можливість побудувати графіки в декартових і полярних координатах, графіки поверхонь і ліній рівня, картини векторних полів, тривимірні гістограми, точкові графіки. Цей спосіб дозволяє включати в робочий документ різноманітні об'єкти, створені в інших додатках Windows.

Процес створення графіка дуже простий і включає такі дії:

- натиснути мишею там, де потрібно створити графік;

- обрати потрібну опцію з меню Insert→Graph→X-Y Plot – декартові координати або Insert→Graph→ Polar – полярні;
- заповнити порожні поля введення, що утворилися, необхідними даними;
- натиснути [F9] або клацніть мишею поза межами графіка для його прорисовування (див. рис. 30).

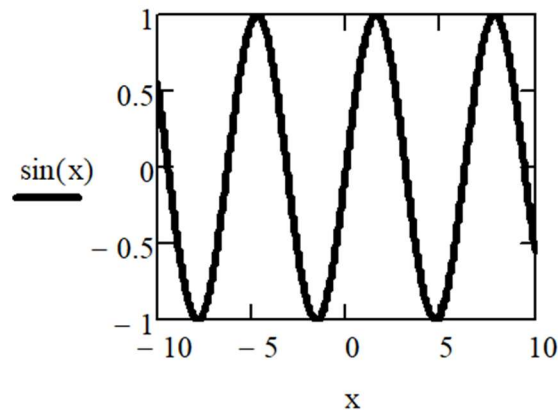


Рис. 30 Загальний вид графіка

У табл. 3 наведено опис полів введення для різних видів графіків. У Mathcad допустимо, використовуючи одні й ті самі координатні осі, створювати кілька графіків, що відображають різні залежності. Можна нарисувати 16 незалежних ліній або кратні 16 залежним. Mathcad рисує одну точку для кожного значення незалежної змінної. У ролі даних осі абсцис можуть виступати:

- дискретні змінні, змінні з індексом чи вираз, що містить дискретні змінні.
- вектори (одновимірні), також допустимо використання кількох незалежних змінних.
- двовимірні масиви;
- функції від певного дискретного аргументу чи вектори;
- віртуальні змінні (змінні, які визначені, але їм нічого не присвоєно).

Як дані осі ординат можуть використовуватися:

- одновимірні вектори;
- функції від одновимірного вектору чи дискретного аргументу;
- двовимірні масиви (використання двовимірних векторів на осі ординат приводить до можливості малювати залежні лінії).

Таблиця 3 – Опис полів введення для графіків

Тип графіка	Поле введення	
	Розташування	Опис
Декартів графік	Середина горизонтальної осі Середина вертикальної осі Поля на краях осей	Ім'я незалежної змінної. Ім'я функції або вираз. Скасування автоматичного вибору меж на осях.
Полярний графік	Внизу Зліва Два поля праворуч	Ім'я кутовий змінної. Вираз для радіуса. Верхнє та нижнє значення радіуса.
Графік поверхні	Внизу зліва	Ім'я матриці значень.
Карта ліній рівня	Внизу зліва	Ім'я матриці значень.
Тривимірна гістограма	Внизу зліва	Ім'я матриці значень.
Точковий графік	Внизу зліва	Імена трьох векторів значень, розділених комами.
Векторне поле	Внизу зліва	Ім'я матриці значень.

Можливі різні комбінації використання даних осей OX та OY . Якщо всі ці осі OX рисують в одному діапазоні і вони залежать від однієї змінної, то на осі OX відображається 1 змінна. Інакше на осі їх буде стільки, скільки на осі OY (≤ 16).

Якщо вираз набуває комплексних значень, то відображається лише речова частина. Уявна частина просто ігнорується, причому жодного повідомлення про помилки не відбувається.

На рис. 31 наводиться приклад побудови простого графіка в декартовій системі координат. Зверніть увагу на кольорову лінію під ім'ям функції на осі ординат. Вона вказує на вигляд та колір лінії, які використовуються для відображення кривої.

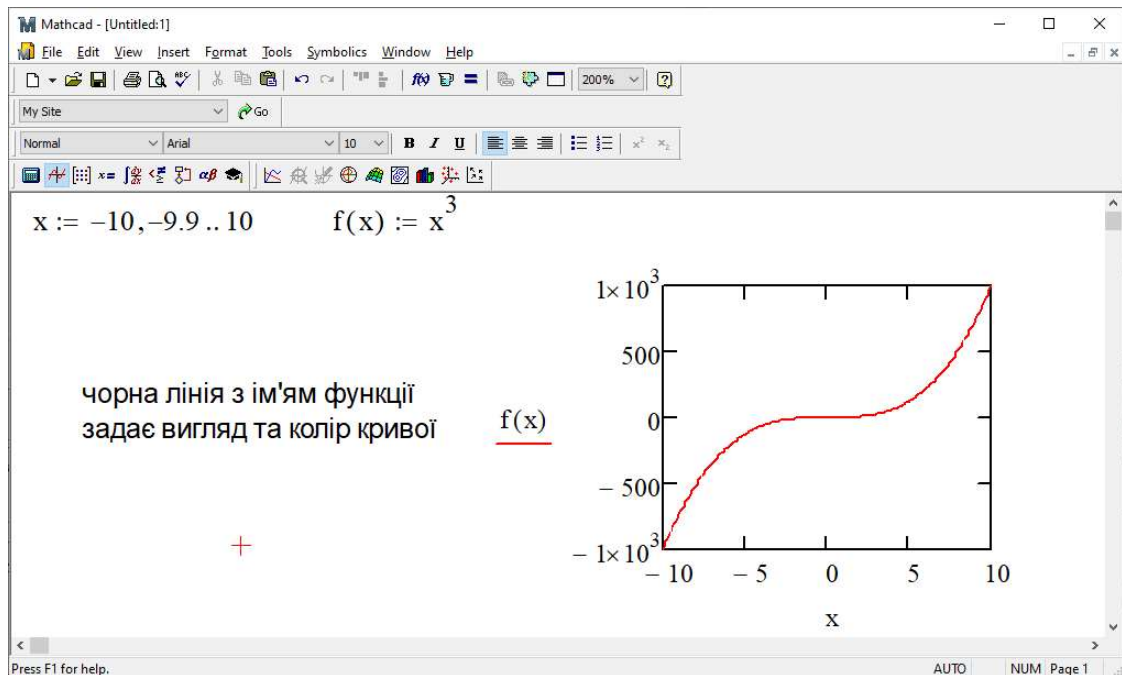


Рис. 31. Приклад простого графіка

Як було сказано раніше, на одному графіку можна відобразити кілька кривих. Причому, графік може містити як кілька виразів по осі ординат, що залежать від одного виразу по осі абсцис, так і кілька виразів по осі ординат, що залежать від різних виразів, що знаходяться на осі абсцис. Щоб на осі ординат помістити кілька виразів, потрібно після першого записаного виразу ввести знак коми. Mathcad нижче додає нове порожнє поле. Введіть туди новий вираз і, якщо це необхідно, повторіть наведені вище дії. Для створення кількох незалежних кривих введіть на осі абсцис кілька різних виразів, що визначають незалежні змінні, також розділених комами. На рис. 32 продемонстрована така можливість.

Для редагування (форматування) графіків Mathcad надає досить багато різних способів.

Виходячи з власного досвіду, перше, що Ви, наймовірніше, захочете зробити – буде зміна розмірів графіка. Це робиться дуже просто:

- виділіть графік; для цього клацніть мишею поза графіком і утримуючи ліву кнопку, розтягніть пунктирний прямокутник, що утворився, доти, доки весь графік потрапить всередину прямокутника;
- відпустіть ліву кнопку і перемістіть мишу до правої чи нижньої сторони прямокутника; курсор миші зміниться на подвійну стрілку;

- натиснувши та утримуючи праву кнопку, перемістіть мишу у напрямку, в якому потрібно змінити розмір графіка; як тільки графік досягне потрібних розмірів, відпустіть кнопку;
- клацніть поза межами графіка, щоб скасувати виділення.

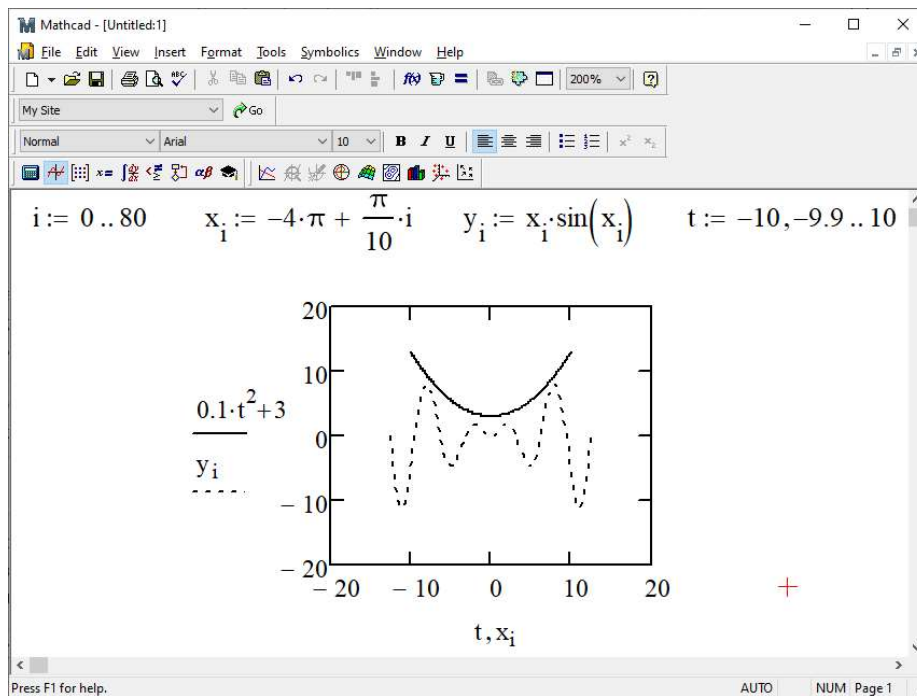


Рис. 32. Приклад створення кількох кривих на одному рисунку

Управління зовнішнім виглядом графіка здійснюється за допомогою діалогового вікна форматування графіка, в якому зосереджені всі основні параметри налаштування. На рис. 33 показано діалогове вікно форматування графіка декартових координатах. Воно має вигляд, що є характерним для діалогових вікон форматування всіх типів графіків. Для інших типів графіків на відповідних вкладках будуть розташовані інші набори параметрів, властиві певному типу. Подібні діалогові вікна викликаються подвійним клацанням області графіка.

Вкладка X-Y Axes містить опції, що дозволяють задавати вигляд відображення осей і координатної сітки. На вкладці Traces зосереджені опції, що задають вигляд, колір і тип ліній графіка (рис. 34), а також способи відображення змінних. У вкладці Number Format можливо задати засіб форматування чисел. Опції вкладки Labels дозволяють задавати назву графіка та назви осей, і, на відміну від текстових областей, які можна розташувати поруч із графіком, є його невід'ємною частиною. Опції вкладки Defaults встановлюють або змінюють властивості графіків, прийняті за замовчуванням.

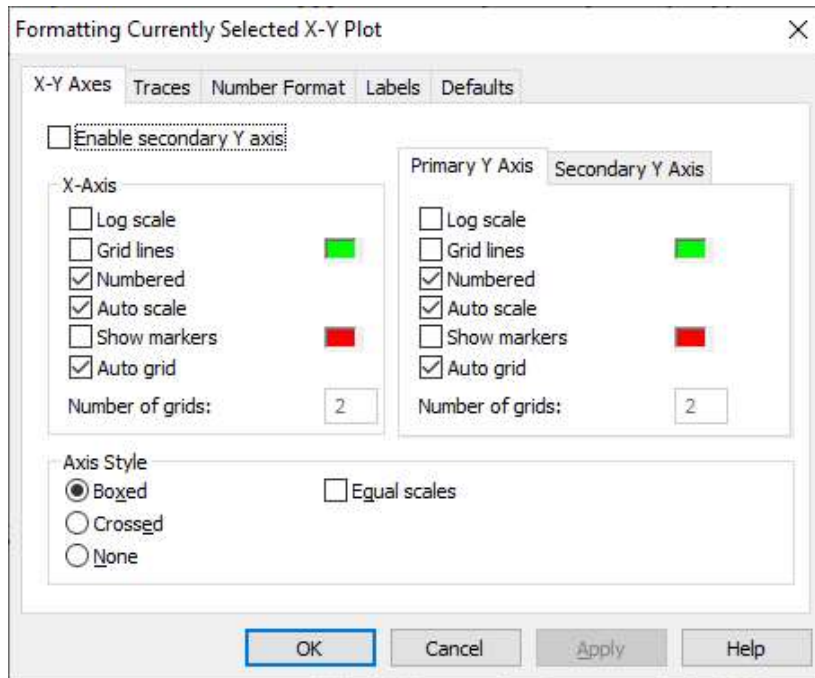


Рис. 33. Діалогове вікно форматування графіка в декартових осях

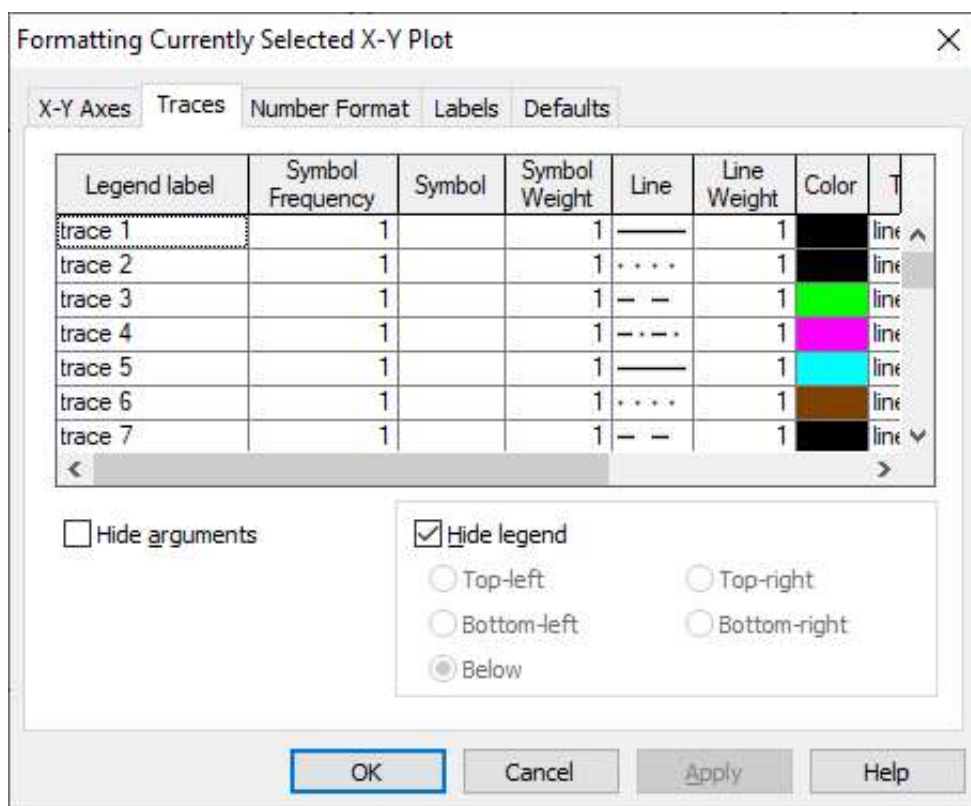


Рис. 34. Діалогове вікно форматування кольору та типу графіка

При частому редагуванні виразу, що відображається на графіку, зазвичай виникає необхідність зміни меж на осях для того, щоб весь графік акуратно вписувався область графіка. Для зміни меж проробіть такі дії:

- виділіть графік, клацнувши на ньому мишкою; при цьому відобразиться чотири додаткові числа, по одному на кожну межу на осях, що містяться в кутових дужках;
- змініть необхідні з цих чисел;
- клацніть мишкою поза графіком; Mathcad автоматично перерисує графік з новими установленими кордонами.




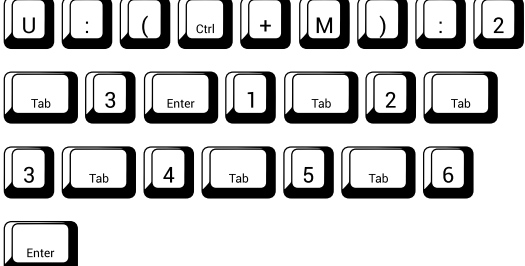





1.2.8. Приклади роботи з Mathcad









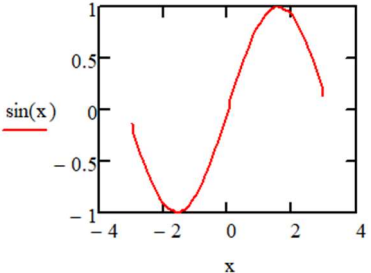
У табл. 4 наведено приклади вводу даних у середовищі Mathcad та відповідний результат.

Таблиця 4 – Приклади роботи з Mathcad

Опис прикладу	Послідовність натискання клавіш	Результат
1	2	3
1. Присвоєння значення змінної		$x := 5$
2. Виведення значення змінної/виразу		$x = 5$
3. Розрахунок виразу поділом		$\frac{1}{5} = 0.2$
4. Розрахунок виразу поділом та сумою знаменнику		$\frac{1}{5 + 20} = 0.04$
5. Розрахунок виразу поділом та доданням числа		$\frac{1}{5} + 2 = 2.2$
6. Розрахунок виразу степнем		$(3 + x)^2 = 64$

1	2	3
7. Розрахунок виразу зі степеном поділом		$\frac{(x + 3)^2}{4} = 16$
8. Швидке виведення грецьких букв		$\theta\sigma\Delta$
9. Розрахунок площі кола радіусом 3		$\pi \cdot 3^2 = 28.274$
10. Розрахунок виразу експонентною		$e^2 = 7.389$
11. Розрахунок виразу експонентною з використанням функції		$\exp(2) = 7.389$
12. Розрахунок значення $\sin(x)$		$\sin(x) = -0.959$
13. Розрахунок виразу логарифмом		$\ln(e^3) = 3$
14. Створення функції $f(y)$		$f(y) := \frac{1}{2 + y}$
15. Розрахунок значення функції $f(3)$		$f(3) = 0.2$
16. Створення вектора-стовбця значеннями 1,2,3		$v := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$

1	2	3				
17. Виведення елемента вектора (посилання за індексом)		$v_1 = 2$				
18. Створення вектору		$w_2 := 10$				
19. Виведення значення вектора		$w = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 10 \end{pmatrix}$				
20. Створення матриці 2 x 3		$u := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$				
21. Виведення стовбця (другого) матриці		$u^{<2>} = \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix}$				
22. Транспонування матриці		$u^T = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{pmatrix}$				
23. Створення діапазону чисел від 0 до 3		$i := 0..3$				
24. Виведення створеного діапазону		$i =$ <table border="1" data-bbox="1094 1547 1206 1800"> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> </table>	0	1	2	3
0						
1						
2						
3						
25. Створення вектора на основі діапазону чисел		$y_i := i + 1$				

1	2	3					
26. Виведення створеного вектора		$y = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$					
27. Розрахунок функції від вектора		$\cos(y) = \begin{pmatrix} 0.54 \\ -0.416 \\ -0.99 \\ -0.654 \end{pmatrix}$					
28. Створення вектора з іншого вектора		$p := \frac{y}{2} = \begin{pmatrix} 0.5 \\ 1 \\ 1.5 \\ 2 \end{pmatrix}$					
29. Створення діапазону від -2 до 2 з кроком 1		$x := -2 .. 2 =$ <table border="1" data-bbox="1187 1048 1299 1361"> <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							
30. Створення діапазону від -3 до 3 з кроком 0.1	 	$x := -3, -2.9 .. 3 =$ <table border="1" data-bbox="1171 1435 1442 1626"> <tr><td>-3</td></tr> <tr><td>-2.9</td></tr> <tr><td>...</td></tr> </table>	-3	-2.9	...		
-3							
-2.9							
...							
31. Створення графіку $\sin(x)$ від -3 до 3	 						

2. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ

1. Ознайомитися з методами алгебраїчного інтерполювання функції.
2. Для таблично-заданої функції $\{x_i; y_i\}$, де $i = 0, 1, \dots, N; N = 4$ побудувати інтерполяційні багаточлени Ньютона, Гаусса та Лагранжа максимальної степені, які необхідні для визначення значень функції в проміжних точках x_{T_i} .
3. Варіанти завдання вибрати з табл. 5. Для всіх варіантів $x_0 = 0$, $x_1 = b/4$, $x_2 = b/2$, $x_3 = 3b/4$, $x_4 = b$, $x_{T_i} = x_i + b/8$.
4. Обчислити значення функції в даних проміжних точках, використовуючи знайдені поліноми.
5. Побудувати отримані поліноми.
6. Результати обчислень занести в табл. 6.

Таблиця 5 – Вихідні дані лабораторної роботи

№ варіанта	b	y_0	y_1	y_2	y_3	y_4
1	4.4	-14.6	1.1	0.7	13.5	5.6
2	4.8	8.6	-12.2	-2.8	2.7	-5.3
3	5.2	-9.0	9.1	-0.2	-10.4	-12.1
4	5.6	4.3	-1.3	4.7	0.2	-13.6
5	6.0	-0.36	12.1	4.9	7.9	-7.4
6	6.4	4.6	0.2	-6.5	11.4	-7.9
7	6.8	-9.5	-1.4	-9.0	-1.0	-13.6
8	7.2	-11.8	11.9	-2.6	-2.6	7.4
9	7.6	-1.1	4.8	5.4	2.3	14.8
10	8.0	-7.9	5.4	13.3	-10.9	-2.7
11	8.4	9.2	2.3	-6.0	-1.3	14.2
12	8.8	8.3	1.1	8.9	-5.5	-11.3
13	9.2	-11.2	-11.9	-9.8	-2.7	-14.2
14	9.6	6.8	8.1	-13.4	-13.9	-11.9
15	10.0	12.8	3.9	-11.2	-1.4	9.9
16	10.4	10.7	-13.7	-5.5	-1.8	9.5
17	10.8	-9.4	-12.8	-8.7	-0.4	1.1
18	11.2	-11.2	-4.5	10.0	5.5	-14.2
19	11.6	-10.2	13.0	8.4	0.1	8.4
20	12.0	-13.9	-8.6	11.1	11.9	1.2

7. Порівняти значення, що отримані за різними інтерполяційними формулами, між собою та зробити висновки.
8. Зробити звіт із лабораторної роботи.

Таблиця 6 – Результати обчислень

i	Вихідні точки x_i	Вихідні точки y_i	x_{T_i}	Значення полінома Лагранжа $P_N(x_{T_i})$	Значення полінома Ньютона $P_N(x_{T_i})$	Значення полінома Гауса $P_N(x_{T_i})$
0						
...						
4						

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- титульний лист;
- зміст;
- постановку завдання;
- основні теоретичні використані формули та методи;
- результати:
 - а) таблицю значень заданої функції та обґрунтування вибору степені поліномів для проміжних точок.
 - б) знайдені інтерполяційні поліноми.
 - в) значення функції в проміжних точках, обчислення за допомогою знайдених поліномів.
- висновки (обґрунтований висновок про остаточний вибір значення функції в проміжних точках).

Контрольні запитання

1. У чому полягає суть методів інтерполювання?
2. Яку форму має явний аналітичний вираз для інтерполяційного полінома Лагранжа для випадку $N = 4$?
3. Яку форму має явний аналітичний вираз для інтерполяційного полінома Ньютона для випадку $N = 5$?
4. Яку форму має явний аналітичний вираз для інтерполяційного полінома Гауса для випадку $N = 5$?
5. Які значення прийме інтерполяційний поліном у вузлах поза ділянкою заданої таблиці?

6. Нехай для двох таблично-заданих функцій друга відрізняється від першої на один вузол, який знаходиться всередині таблиці. Як будуть відрізнятися відповідні інтерполяційні поліноми?
7. Для функції $y(x) = \cos(x)$ яку форму буде мати інтерполяційний поліном Лагранжа в точках $x = 1.3, 1.4, 1.5, 1.6$?
8. Для функції $y(x) = \sin(x)$ яку форму буде мати інтерполяційний поліном Ньютона в точках $x = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$?
9. Для функції $y(x) = \exp(x)$ яку форму буде мати інтерполяційний поліном Лагранжа в точках $x = 1, 2, 3, 4$? Як за допомогою зворотної інтерполяції визначити нуль функції?
10. Для функції $y(x) = 0.5 - \cos(x/2)$ яку форму буде мати інтерполяційний поліном Лагранжа в точках $x = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$? Як за допомогою зворотної інтерполяції визначити нуль функції?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шахно С. М. Практикум з чисельних методів / С. М. Шахно, А. Т. Дудикевич, С. М. Левицька. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 432 с.
2. Задачин В. М. Чисельні методи / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків: Вид-во ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 180 с.
3. Цегелик Г. Г. Чисельні методи. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2004. – 408 с.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи за курсом «Чисельні методи». Тема 6 «Розв’язання звичайних диференціальних рівнянь» для студентів напрямків 6.040302 «Інформатика», 6.040303 «Системний аналіз» / Уклад.: О. С. Мазманішвілі, Г. Ю. Сидоренко. – Харків: НТУ «ХП», 2010. – 52 с.
5. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. – Москва: Бином, 2003.
6. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри: навч. посібник. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 245 с.
7. . Корн Г. Справочник по математике. – Москва: Наука, 1983.

Зміст

Вступ.....	3
1. Теоретичні основи.....	3
1.1. Основні теоретичні відомості з алгебраїчної інтерполяції.....	3
Інтерполяційний поліном Лагранжа.....	5
Інтерполяційний поліном Ньютона.....	6
Інтерполяційний поліном Гаусса.....	7
Зворотна інтерполяція.....	9
Сплайн-інтерполювання.....	9
1.2. Використання Mathcad для інтерполювання.....	10
1.2.1. Робоче вікно Mathcad.....	10
1.2.2. Області робочого документа.....	12
1.2.3. Панелі інструментів.....	12
1.2.4. Налаштування і програми.....	15
1.2.5. Змінні та функції.....	21
1.2.6. Типи даних.....	24
1.2.7. Графіка.....	30
1.2.8. Приклади роботи з Mathcad.....	36
2. Завдання на лабораторну роботу.....	40
Контрольні запитання.....	41
Список літератури.....	42

Навчальне видання

Методичні вказівки
до лабораторної роботи

«Дослідження спеціальних законів розподілу математичної статистики з
використанням середовища MathCad 15»
з курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика»
для студентів спеціальності 124 – Системний аналіз

Укладачі: СИДОРЕНКО Ганна Юріївна
МАРЧЕНКО Ігор Іванович,
МАЛЬКО Максим Миколайович,
МАРЧЕНКО Наталя Андріївна

Відповідальний за випуск проф. Дорофєєв Ю. І.
Роботу до видання рекомендував проф. Безменов М. І.

За авторською редакцією

План 2021 р., поз. 268

Підписано до друку 28.12.2021 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
RISO-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 2.0
Наклад 50 прим. Зам. № 3976. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2021 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Віддруковано ТОВ «Друкарня Мадрид»

61024, м. Харків, вул. Гуданова, 18. Тел.: 0800-33-67-62

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: Серія ДК № 4399 від 27.08.12 р.

www.madrid.in.ua info@madrid.in.ua