

Лабораторна робота №0 (ознайомча). Робота з документами MathCAD



Мета:

- ознайомитись з інтерфейсом програми MathCAD;
- набутти навиків створювання областей різного типу та зміни їхніх властивостей;
- навчитись введенню, виведенню та форматуванню числових значень;
- засвоїти правила запису формул.

Теоретичні відомості

Інтерфейс програми MathCAD

MathCAD (Mathematics Computer-Aided Design) - математична система автоматизованого проектування, призначена для виконання та документації математичних розрахунків. В основу її роботи закладений принцип **WYSIWYG** (What You See Is What You Get - Що Ви бачите, то й одержите), тому роздрукований документ має той самий вигляд, що й на екрані комп'ютера. Інтерфейс MathCAD схожий на інтерфейс будь-якої програми, що створена для роботи під управлінням операційної системи Windows. Вікно програми MathCAD 14 зображено на рис. 1, де пронумеровано його складові частини.

1. Рядок заголовка **Title Bar** із кнопкою системного меню вікна , ім'ям програми та ім'ям поточного документа **Mathcad - [Untitled:1]**, кнопками управління вікном .

2. Рядок головного меню **Menu Bar** для вибору різних груп команд, а саме:

- **File** (Файл) - робота з файлами, Інтернет та електронною поштою;
- **Edit** (Правка) - редагування документа;
- **View** (Вид) - вмикання-вимикання панелей інструментів та інших елементів інтерфейсу, а також зміна вигляду документа;
- **Insert** (Вставка) - вставка графіків та інших об'єктів;
- **Format** (Формат) - форматування об'єктів;
- **Tools** (Інструменти) - перевірка орфографії, анімація, управління обчисленнями;
- **Symbolics** (Символіка) - операції символьного процесора;
- **Window** (Вікно) - управління вікнами декількох відкритих документів;
- **Help** (Допомога) - робота з довідковою базою даних.

3. Панель інструментів **Standard Toolbar** (Стандартна) із кнопками швидкого виконання найбільш уживаних команд головного меню.

4. Панель інструментів **Formatting Toolbar** (Форматування) із кнопками команд форматування об'єктів документа.

5. Панель інструментів **Math Toolbar** (Математика) із кнопками панелей математичних операцій, графіків і грецьких літер. За умовчанням ця панель є плаваючою, але її можна прикріпити до границі робочого листка, потягнувши лівою кнопкою миші за рядок заголовка.

6. Робочий листок **Worksheet** із курсором введення у вигляді червоного хрестика (**Crosshair**), який показує на пусте місце в документі.

7. Горизонтальна смуга прокрутки для швидкого переміщення в документі.

8. Рядок стану **Status Bar** у якому виводиться інформація про вибраний елемент інтерфейсу, режим обчислень автоматичний **AUTO**, чи ручний **Calc F9**, номер поточної сторінки **Page N**.

9. Вертикальна смуга прокрутки для швидкого переміщення в документі.

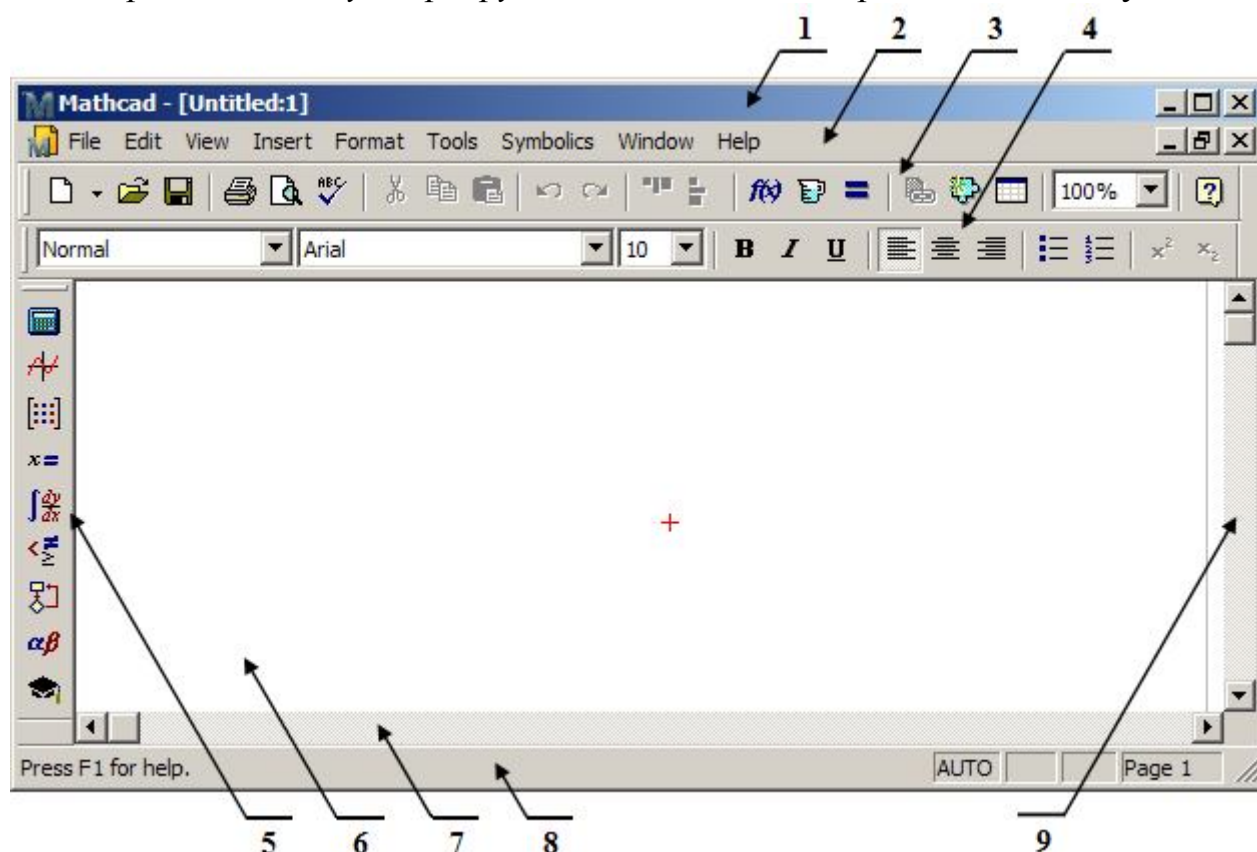














Рис. 1. Вікно програми MathCAD 14

Панель інструментів Математика - Math Toolbar

Панель інструментів *Математика* призначена для швидкого виведення на екран математичних панелей інструментів, які інакше треба було б виводити командою головного меню **View/Toolbars/** (Перегляд/Панелі інструментів/). Тут знаходяться кнопки виведення на екран наступних математичних панелей інструментів:

1.  **Calculator Toolbar Button** (*Калькулятор*) - для вставки в робочий листок цифр, символів арифметичних операторів та найбільш уживаних вбудованих функцій;
2.  **Graph Toolbar Button** (*Графік*) - для вставки в робочий листок шаблонів різноманітних графіків;
3.  **Vector and Matrix Toolbar Button** (*Вектори й матриці*) - для вставки в робочий листок пустих масивів (векторів і матриць), символів операцій із масивами;
4.  **Evaluation Toolbar Button** (*Обчислення*) - для вставки в робочий листок символів операторів оцінювання виразів у числовому , або в символічному вигляді , оператора присвоювання 
5.  **Calculus Toolbar Button** (*Числення*) - для вставки в робочий листок символів операторів диференціювання, інтегрування, сумування, знаходження добутку та границь;
6.  **Boolean Toolbar Button** (*Бульові (логічні) операції*) - для вставки в робочий листок символів логічних операторів;
7.  **Programming Toolbar Button** (*Програмування*) - для вставки в робочий листок символів операторів програмування для створення програм-функцій;
8.  **Greek Symbol Toolbar Button** (*Грецькі символи*) - для вставки в робочий листок грецьких букв;
9.  **Symbolic Keyword Toolbar Button** (*Ключові слова символічних операцій*) - для вставки в робочий листок символічних операторів та ключових слів символічних операцій.

Будь-яку панель інструментів можна розташувати в зручному для вас місці робочого листка. Для цього достатньо перемістити панель затиснутою лівою кнопкою миші на рядку заголовку в необхідне місце робочого листка.

Поняття про документ та вхідну мову MathCAD

Документ **MathCAD** - це файл на носії інформації з розширенням імені:

- **".xmcd"**. **MathCAD XML Document** - робочий листок, записаний на мові **eXtensible Markup Language** (розширювана мова розмітки), призначений для поширення в мережі Інтернет, і який тому може бути відкритий у будь-якому браузері;

- **".xmcdz"**. **MathCAD Compressed XML Document** - робочий листок, записаний у стислому форматі для економії місця на носії;

- **".mcd"**. **MathCAD {11 | 12 | 13} Worksheet** - робочий листок, записаний на внутрішній мові **MathCAD** (старий формат попередніх версій).

Документ **MathCAD** об'єднує програмний код, написаний на візуально-орієнтованій мові програмування, з результатами його виконання та текстовими й формульними коментарями. Створюється документ шляхом введення в

робочий листок символів із клавіатури або з математичних панелей інструментів. При цьому в залежності від характеру символу, що вводиться, утворюються об'єкти різного роду, які називаються **областями**. Саме із цими візуальними (видимими) об'єктами й працює **MathCAD** у напрямку зліва направо, та зверху вниз, що є загальноприйнятим для мов програмування високого рівня. Виключенням є область із глобальним визначенням. Така область опрацьовується **MathCAD** у першу чергу, і тому може бути розташована в будь-якому місці документа. Таким чином, **MathCAD** зможе опрацьовувати будь-яку область тільки тоді, коли перед тим, тобто лівіше або вище, будуть визначені значення всіх невідомих, що входять у дану область.

У робочому листку можна створити три типи областей: **текстову**, **математичну** та **графічну** (область графіка).

Текстова область призначена для розміщення коментарів, і створюється за допомогою вбудованого текстового редактора з достатньо розвиненими засобами форматування тексту.

Математична область призначена для введення формул за допомогою вбудованого редактора формул, мова якого максимально наближена до звичайної математичної мови. Значення формули можна оцінити в числовому вигляді за допомогою обчислювального процесора **MathCAD**, або в символьному (алгебраїчному) вигляді за допомогою символьного процесора **MathCAD** з елементами штучного інтелекту.

Графічна область призначена для представлення та аналізу результатів розрахунків у вигляді різноманітних графіків, що значно підвищує наочність документу **MathCAD**.

У результаті документу **MathCAD** можна надати вигляд повноцінної наукової статті чи книжки.

Засоби створення документа (інтерфейс, редактори тексту й формул, обчислювальний та символьний процесори) об'єднані в одне інтегроване середовище розробки програм розв'язання математичних задач та документації результатів розрахунків, що значно полегшує пошук та аналіз розв'язку.

Створення та форматування текстової області

Текстова область **Text Region** призначена для розміщення коментарів. Вона створюється й форматується таким чином:

- 1) клацнути лівою кнопкою миші (ЛКМ) у потрібному місці робочого листка;
- 2) виконати команду **Menu Bar/Insert/ Text Region** (Головне меню/Вставка/ текстова область), або натиснути клавіші **Shift** + **"** (якщо мова введення із клавіатури

англійська, це клавіші **Shift** + **" €**; якщо - українська, це клавіші **Shift** + **@ 2**);

- 3) курсор введення змінить вигляд із червоного хрестика на червону вертикальну лінію - **лінію введення тексту (Text Insertion Point)** у рамці з маркерами границь області (рис. 2);



Рис.2.

- 4) на панелі **Форматування** вибрати: шрифт, що підтримує кирилицю, наприклад, **Arial Cyr**; розмір літер - 12 або 14 пт; характер накреслення літер: **B** - жирний, **I** - курсив, **U** -

Пуста
текстова
область

підкреслений; спосіб вирівнювання тексту - по лівому краю, по центру, по правому краю;

5) увести текст, наприклад, "Лабораторна робота з MathCAD №0", починаючи та закінчуючи найдовше по ширині речення пробілами.

Форматування введеного тексту за допомогою контекстного меню.

1. Викликати контекстне меню текстової області правою кнопкою миші (ПКМ) та вибрати пункт **Properties...** (Властивості...), щоб з'явилося діалогове вікно **Properties** (рис. 3).

2. Для заливки текстової області кольором установити прапорець **Highlight Region** (Підсвітити область), натиснути кнопку **Choose Color...** (Вибрати колір...), вибрати мишею потрібний колір та натиснути на кнопку **OK**. Результат:

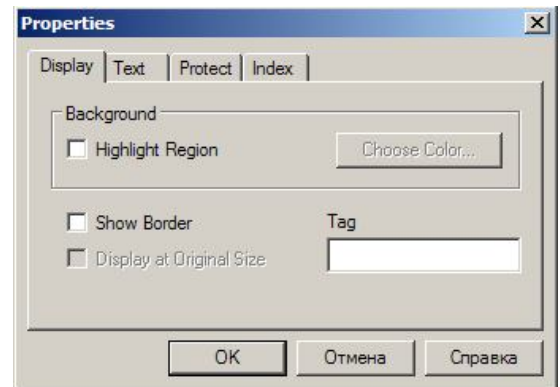


Рис. 3. Вікно властивостей текстової області

Лабораторна робота з MathCAD №0

3. Для показу рамки текстової області встановити прапорець **Show Border** (Показати рамку) та натиснути на кнопку **OK**. Результат:

Лабораторна робота з MathCAD №0

Форматування введеного тексту командами головного меню, або відповідними кнопками на панелі інструментів Форматування.

1. Виділити потрібну частину введеного тексту.
2. Виконати команду **Menu Bar/Format/Text...** (Головне меню/Форматувати/Текст...).
3. З'явиться діалогове вікно **Text Format** (Формат тексту).
4. Вибрати назву шрифту (**Font**), характер накреслення (**Font Style**), його розмір (**Size**), ефекти написання (**Effects**) та колір (**Color**).
5. Для цього можна також скористатися відповідними кнопками на панелі інструментів *Форматування*.

Зміна розмірів створеної області.

1. Активувати область лівою кнопкою миші.
2. Навколо області з'явиться рамка із трьома маркерами границь (чорними прямокутниками).
3. Навести покажчик миші на бажаний маркер границі так, щоб покажчик миші змінився на двобічну стрілку (див. рис. 4).
4. Затиснути ліву кнопку миші та пересунути границю в одному з напрямків.

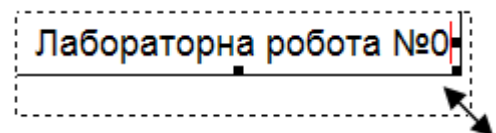


Рис. 4. Перетягування кутового маркеру у сторону збільшення області

Переміщення текстової області в інше місце робочого листка.

1. Навести покажчик миші на границю області вільну від маркерів, так щоб він перетворився на маленьку долоню.

2. Затиснути ліву кнопку миші, і перемістити область у бажане місце.

Параметри форматування однієї текстової області не поширюються автоматично на інші текстові області, тому для створення наступної текстової області, з тими ж самими елементами форматування тексту, зручно скопіювати одну літеру в попередній області, вставити її в нове місце робочого листка, увести потрібний текст, і тільки потім знищити цю зайву літеру.

Необхідно слідкувати, щоб області не перекривалися, саме для цього доцільно показувати їхні границі.

У створену текстову область можна вставити математичну область командою **Menu Bar/Insert/Math Region** (Головне меню/Вставка/Математична область), або клавішами **Ctrl** + **Shift** + **A**). Це дозволяє оформити належним чином умову розв'язуваної задачі. Але слід нагадати, що при цьому результати виконання операторів у вставленій математичній області будуть впливати на подальші обчислення.

Засоби виконання обчислень у тілі робочого листка

Для перекладу алгоритму розв'язання задачі з мови блок-схем на вхідну мову **MathCAD**, тобто складання програми розв'язання задачі, передбачені наступні засоби: числа, вбудовані константи, змінні, вбудовані функції, функції користувача, арифметичні та логічні оператори, арифметичні та логічні вирази, формули.

Змінна - елементарний об'єкт мови **MathCAD**, який має ім'я (ідентифікатор) та значення, що може змінюватися під час виконання програми.


Константа - аналогічна змінній, але її значення не може змінюватися під час виконання програми. В **MathCAD** використовуються тільки вбудовані константи, наприклад,

$\pi = 3.141592653589793$ - відношення довжини кола до діаметру;

$e = 2.718281828459045$ - основа натуральних логарифмів (число Ейлера);

$c = 2.998 \times 10^8 \frac{m}{s}$ - швидкість світла у вакуумі (**m** та **s** - міжнародні


позначення у системі СІ одиниць довжини - метра та часу - секунди, відповідно).

Функція - це іменований алгоритм обробки переданих йому параметрів для отримання результуючого значення й повернення цього значення через ім'я функції до місця її виклику. В **MathCAD** вбудовано багато функцій, і переглянути перелік існуючих функцій можна за допомогою кнопки  **Insert Function** (Вставити функцію) на панелі **Standard** (Стандартна).

Оператор - інструкція мови програмування, яка виконує певну операцію над деякими величинами - операндами чи аргументами даної операції. По суті, оператор - це спеціальна функція, яка виконує базову дію мови програмування, має більш коротке ім'я, що співпадає з позначенням відповідної операції в математиці, наприклад, як для оператора арифметичного додавання "+". Як правило, синтаксис застосування оператора відрізняється від синтаксису виклику звичайної функції.

Арифметичний вираз - це числа, константи, змінні та функції, об'єднані в одну мовну конструкцію за допомогою арифметичних операторів.




Формула - це ім'я змінної об'єднане з виразом за допомогою оператора присвоєння **:=**.



Імена змінних та функцій можуть мати довільну довжину, складаються з латиниці, кирилиці та грецьких букв, цифр (від 0 до 9) та деяких спеціальних символів: *штрих*, *апостроф* (клавіші **Ctrl** + **F7**), *символ нескінченності* (кнопка  на панелі **Calculus** (Числення) або клавіші **Ctrl** + **Shift** + **Z**), *підкреслення*, *відсоток*, *літеральний нижній індекс простої змінної*.

Ім'я не може починатися із цифри, містити пробіли та співпадати з іменами вбудованих констант та функцій.



Акцентуємо увагу: *рядкові та прописні імена є різними (наприклад, змінна x відрізняється від змінної X).*

Літеральний нижній індекс простої змінної, на відміну від *числового нижнього індексу масиву*, є складовою частиною імені, тобто не може приймати самостійного числового значення, і використовується тільки для покращення зовнішнього вигляду документа й наближення його до природної математичної мови. Уводиться такий індекс клавішею крапка **.** (якщо мова введення із

клавіатури англійська, то це клавіша  **Ю**; якщо - українська, це клавіша  **?** **;** **'** **.**), чи кнопкою  **Decimal Point** (Десяткова крапка) на панелі **Calculator**. Наприклад, прості змінні x_1 та s_n після введення в робочий листок **MathCAD** мають наступний

вигляд:  \rightarrow x_1  \rightarrow s_n , де індекси "1" та "n" є складовою частиною імен, тобто "1" - це не число, а "n" не може приймати числове значення.

Створення математичної області

Математична область створюється автоматично при введенні в робочий листок чисел, імен чи операторів. Більшість символів уводиться із клавіатури, інші з математичних панелей інструментів. Відкрити панель, наприклад, **Calculator Toolbar** (Калькулятор), можна або командою **Menu Bar / View / Toolbars / Calculator**, або натиснувши відповідну кнопку на панелі **Math** (рис. 5). Звідси вводяться імена найбільш уживаних функцій, константи, цифри та арифметичні оператори. Для зручної роботи доцільно цю панель перемістити затиснутою лівою кнопкою миші на рядку заголовку в правий верхній кутку робочого листка. Повний перелік вбудованих функцій доступний через кнопку  **Insert Function** (Вставити функцію) на панелі інструментів **Standard**. Грецькі букви вводяться з панелі інструментів **Greek Symbol Toolbar** (однойменна кнопка  на панелі **Math**). Цю панель слід помістити під панеллю **Calculator**.

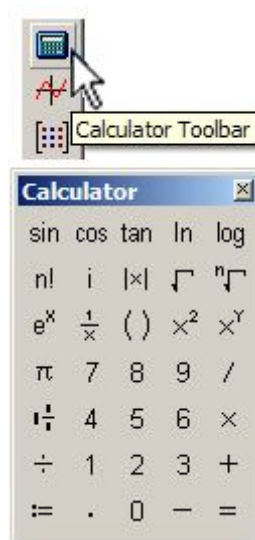


Рис. 5.
Кнопка та
панель
Calculator

Введення числових значень

Для присвоювання змінній значення необхідно:

- 1) клацнути лівою кнопкою миші в потрібному місці робочого листка;
- 2) надрукувати ім'я змінної, яке не повинно співпадати із вбудованими іменами MathCAD, наприклад, "Ім'я" (натиснути клавіші **I** **M** **Ctrl** + **F7** **я**);
- 3) курсор введення змінить вигляд із червоного хрестика на дві сині лінії - лінії введення формул: горизонтальну (**Underline**) і вертикальну (**Insertion Line**) у рамці:

- 4) увести оператор присвоювання кнопкою **Definition** (Визначення) на панелі **Calculator** (якщо мова введення із клавіатури англійська, це клавіші **Shift** +); якщо - українська, це клавіші **Shift** + , або при першому визначенні даної змінної можна натиснути клавішу

- 5) після оператора присвоювання з'явиться **Placeholder** (Мітка-заповнювач) - маленький чорний прямокутник, який представляє поле введення;

- 6) увести в це поле числове значення одним із чотирьох способів:

- як ціле число;
- як десяткове число (**Decimal Notation**) з деякою кількістю цифр після крапки;
- у науковому форматі (**Scientific Notation**), тобто представленні з порядком (**Exponential Notation**) і основою 10, для чого після введення числа надрукуйте символ множення й уведіть 10 у потрібному степені (послідовність кнопок на панелі **Calculator**: ; результат:

- у вигляді змішаного дробу, записаного як ціле число й правильний дріб, що розглядається як **сума** цього числа та дробу (кнопка **Mixed Number** (Змішане число) на панелі **Calculator**). У строгій математичній літературі запис у вигляді змішаного дробу переважно не використовується через подібність позначення змішаного дробу з позначенням добутку цілого числа із дробом.

Введення та редагування арифметичних виразів та формул

Символи вводяться у вираз за допомогою клавіатури та кнопок математичних панелей інструментів по принципу "Що бачу, те й увожу", тобто мова формульного редактора **MathCAD** максимально наближена до природної математичної мови. У багатьох відношеннях він дуже схожий на редактор формул програми **Word**, але має й ряд принципових відмінностей.

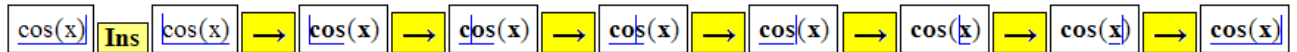
Введення символів.

1. Символ уводиться в частину виразу, підкреслену горизонтальною лінією введення (ГЛВ), ліворуч від вертикальної лінії введення (ВЛВ).
2. Шрифт, розмір та накреслення символів вибирається відповідними кнопками на панелі *Форматування* аналогічно тому, як це було зроблено для символів у текстовій області, але тепер ці параметри форматування будуть поширюватися на всі існуючі та майбутні математичні області.

3. Числові коефіцієнти у виразах формуються окремо, і це форматування впливає на всі інші математичні області та результати розрахунків.

4. Клавіша **Ins** переміщує ВЛВ із одного кінця ГЛВ на протилежний (див. колаж нижче).

5. Клавіші управління курсором **← Left** і **→ Right** переміщують ВЛВ уздовж підкресленої ГЛВ частини виразу, а далі до наступної змістової частини виразу:




6. Клавіша пробіл **Spacebar** поширює виділення на декілька змістових частин виразу в напрямку, залежному від розташування ВЛВ.

Введення функцій.

1. спосіб. Ім'я будь-якої функції можна вводити із клавіатури. Дужки після імені функції вставляються із клавіатури по черзі: спочатку відкриваюча **[**, а потім закриваюча **]**; між дужками друкується аргумент функції.

2. спосіб. Імена найбільш уживаних вбудованих функцій разом із дужками можна вставити з панелі **Calculator** (Калькулятор)

3. спосіб. Імена інших вбудованих функцій можна вставити за допомогою кнопки  **Insert Function** (Вставити функцію) на панелі **Standard** (Стандартна), яка відкриває однойменне діалогове вікно (рис. 6). У цьому вікні слід вибрати мишею категорію функції, ім'я функції й натиснути кнопку **OK**. Функція буде вставлена у вибране місце робочого листка разом із дужками й залишиться тільки ввести її аргумент.

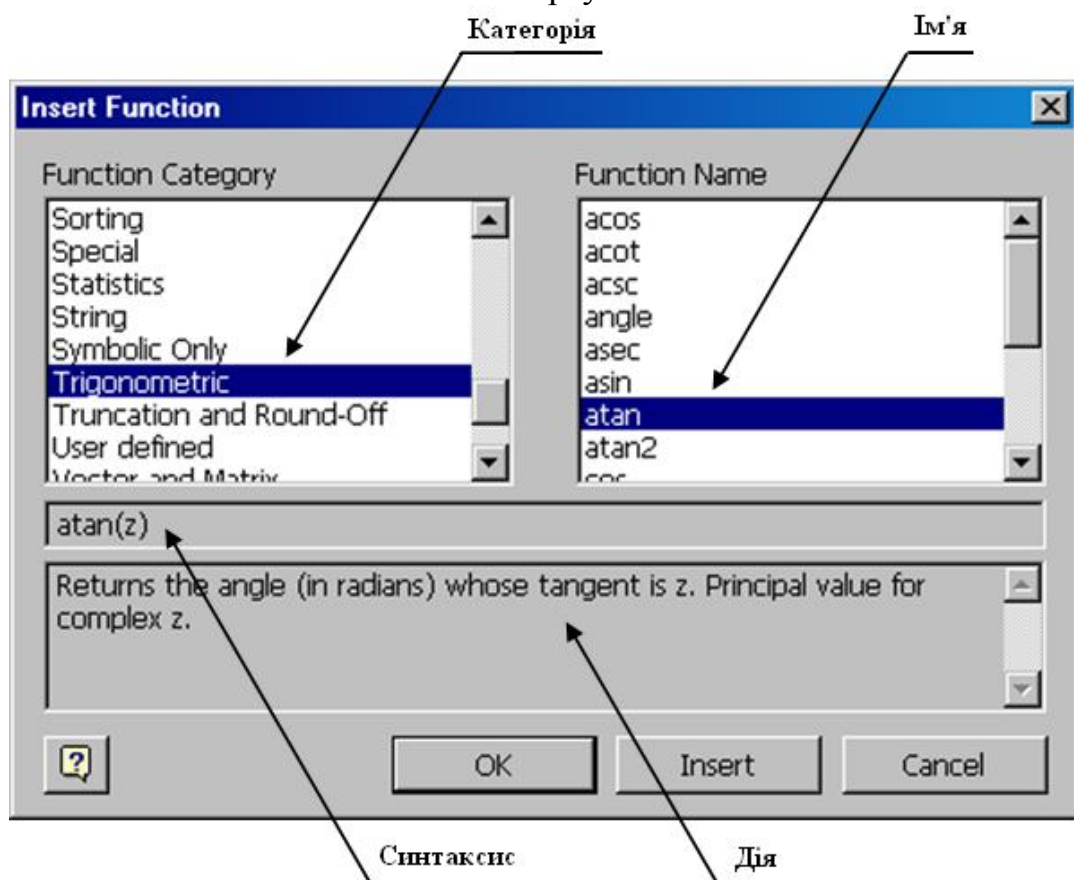


Рис. 6. Вікно **Insert Function** (Вставити функцію)

Введення операторів.

Розрізняють унарні (з одним операндом: $|x|$, \sqrt{x} , $\frac{1}{x}$, x^2) та бінарні (із двома операндами: $\sqrt[n]{x}$, x^y , $/$, \times , $+$, $-$) оператори.

Символ будь-якого оператора можна вводити:

- 1) із клавіатури;
- 2) з математичних панелей інструментів (наприклад, символи арифметичних операторів уводяться з панелі **Calculator**).

Символ оператора вводиться ліворуч від вертикальної лінії введення (ВЛВ), якщо вона в правому кінці горизонтальної лінії введення (ГЛВ), або праворуч від ВЛВ, якщо вона в лівому кінці ГЛВ:



В **MathCAD** встановлений пріоритет (першочерговість) виконання операцій, який наведений нижче в порядку зменшення:

- зміна знака числа чи змінної;
- функції, у тому числі піднесення до степеня;
- вираз у дужках
- множення та ділення;
- додавання та віднімання.

Для зміни послідовності виконання операцій використовуються круглі дужки. Обидві круглі дужки разом вставляються навколо виділеної лініями введення частини виразу із клавіатури клавішею апостроф **'**, або з панелі **Calculator** кнопкою **()** **Parentheses** (Круглі дужки).

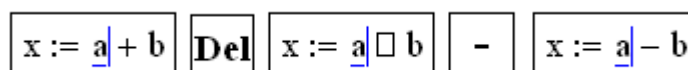
Оператор, що вводиться, відноситься до виділеної лініями введення частини виразу, яка стає його операндом (тим, над чим виконується операція оператора), і якщо там є оператори нижчого пріоритету, то навколо операнду автоматично ставляться дужки.

Якщо перший множник оператора множення є складним, тобто містить у собі ще оператори, то оператор множення можна не вводити, і одразу ввести другий множник: **MathCAD**, за умовчанням, автоматично вставить між множниками символ оператора множення.

Заміна введеного оператора.

Перший спосіб.

1. Виділити лініями введення лівий операнд замінюваного оператора.
2. Розташувати ВЛВ на правому кінці ГЛВ та натиснути клавішу **Del**.
3. Символ оператора зникне, і з'явиться мітка-заповнювач оператора \square - маленька чорна рамка.
4. Увести символ потрібного оператора.



Другий спосіб.

1. Виділити лініями введення правий операнд знищуваного оператора.

2. Розташувати ВЛВ на лівому кінці ГЛВ та натиснути клавішу **BackSpace**.
3. Символ оператора зникне й прості операнди зіллються, або, у випадку складних операндів, з'явиться мітка-заповнювач оператора □.
4. Увести символ потрібного оператора.



Підсумована інформація про зовнішній вигляд курсору введення в різних випадках наведена на рис. 7.

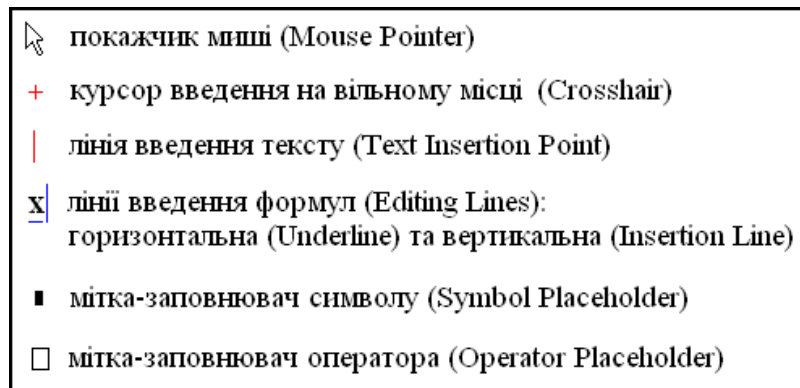


Рис. 7. Курсори введення та мітки-заповнювачі

Виведення та форматування числових результатів

1. Для виведення значення формули можна в будь-якому її місці натиснути клавішу **=** або кнопку **= Evaluate Numerically** (Оцінити чисельно) на панелі **Calculator**, математичний процесор **MathCAD** виконає розрахунки за формулою, і виведе її значення у форматі **General** (загальний) із трьома знаками після десяткової крапки за умовчанням.

2. Формат представлення числового результату може бути змінений командою головного меню **Format/Result...** (Форматувати/Результат...), або подвійним клацанням ЛКМ на результаті, після чого з'явиться діалогове вікно **Format Result** (Форматувати результат) (рис. 8.).

3. Числовий результат може бути представленим у таких форматах:

- ♦ **General** (Загальний, за умовчанням): числа по модулю на інтервалі $(10^{-n}, 10^n)$ виводяться з фіксованою крапкою й трьома знаками після неї; за межами цього інтервалу числа виводяться в науковому форматі (із плаваючою крапкою); **n** - **Exponential Threshold** (Експоненціальний або Степеневий поріг), який за умовчанням дорівнює трьом і може бути змінений у вікні **Result Format**;
- ♦ **Decimal** (Десятковий): числа завжди виводяться з фіксованою крапкою;
- ♦ **Scientific** (Науковий): числа завжди виводяться із плаваючою крапкою, тобто в експоненціальному форматі;
- ♦ **Engineering** (Інженерний): різновид наукового формату, у якому показник ступеня кратний трьом;
- ♦ **Fraction** (Дріб): числа виводяться за умовчанням у загальному випадку у вигляді неправильного дробу.

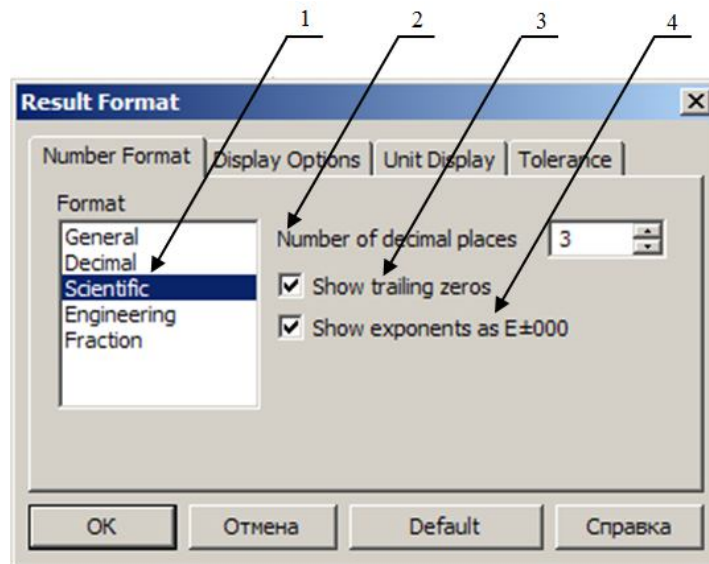


Рис. 8. Діалогове вікно **Format Result** (Форматувати результат).





- 1 - **Format** (Формат числа);
- 2 - **Number of decimal places** (Кількість цифр після десяткової крапки);
- 3 - прапорець **Show trailing zeros** (Показати замикаючі нулі);
- 4 - прапорець **Show exponents as E±000** (Показати степінь як E±000)
(внутрішньо-рядковий експоненціальний формат для використання у тих мовах програмування, що не використовують верхні індекси)

Стилі програмування в MathCAD

MathCAD - це система програмування, яка орієнтована на математика, а не на професійного програміста, і документ **MathCAD** - це в повному розумінні цього слова комп'ютерна програма. В інших системах програмування, наприклад, у **Visual Basic** редагування та виконання програм виконуються окремо. В **MathCAD** код програми й результат її виконання об'єднані в одному документі, хоча редагування формул і розрахунки по ним виконуються в часі роздільно. Можна навіть відключити автоматичне обчислення всіх формул у робочому листку командою головного меню **Tools/Calculate/Automatic Calculation** (Інструменти/Обчислити/Автоматичні обчислення), або конкретної формули за допомогою команди її контекстного меню **Disable Evaluation** (Заблокувати обчислення). Після цього в правому верхньому кутку кожної заблокованої математичної області з'являється позначка про блокування обчислень у вигляді маленького чорного прямокутника. Зняти блокування обчислень можна тією ж самою командою головного меню **Tools/Calculate/Automatic Calculation** (Інструменти/Обчислити/Автоматичні обчислення), або командою контекстного меню **Enable Evaluation** (Дозволити обчислення).

Розрізняють два стилі програмування в **MathCAD**: *програмування в робочому листку* та *програмування в тілі програм-функцій*.

Програмування в робочому листку спирається на те, що математичні області в робочому листку опрацьовуються математичним процесором **MathCAD** зліва направо, та зверху вниз, що дозволяє дуже просто організувати лінійний обчислювальний процес. Для розміщення наступної математичної області далі в

цьому ж рядку слід виходити з попередньої області стрілкою  **Right**. Для покращення зовнішнього вигляду документа бажано, щоб області були також вирівняні по вертикалі. Тому для створення нижньої області слід виходити з верхньої області стрілкою  **Down**. Для вирівнювання існуючих областей по горизонталі їх необхідно виділити, провівши по ним вказівником миші із затиснутою лівою кнопкою, а потім натиснути на кнопку  **Align Across** (Вирівняти по горизонталі) на панелі інструментів *Стандартна*. Відповідно для вирівнювання по вертикалі необхідно виділити стовпчик областей і натиснути кнопку  **Align Down** (Вирівняти зверху вниз). Математичні області не повинні перекриватися, тому на стадії створення документа доцільно показати їхні границі за допомогою контекстного меню таким же чином, як і для текстових областей. Потім ці границі можна скрити.

Зразок виконання лабораторної роботи

Умова. Обчислити при заданих дійсних числах x та y значення виразу:

$$z = \frac{\arctg x + \sqrt[3]{x^2 + y^2}}{1,6 \cdot 10^2 - \sqrt{b^2 + |a|}} \cdot c,$$


де a - різниця кубів x та y ; b - сума квадратів x та y ; c - середнє арифметичне a та b .

Порядок виконання роботи

1. **Складіть лінійний алгоритм обчислення виразів a , b , c , z** , який є послідовним виконанням операцій, та накресліть його блок-схему.

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

3. Відкрийте програму **MathCAD** і запишіть чистий робочий листок. У процесі виконання роботи

періодично зберігайте файл кнопкою  **Save**

(Зберегти) на панелі інструментів *Стандартна*.

4. По центру першого рядка робочого листка створить текстову область.

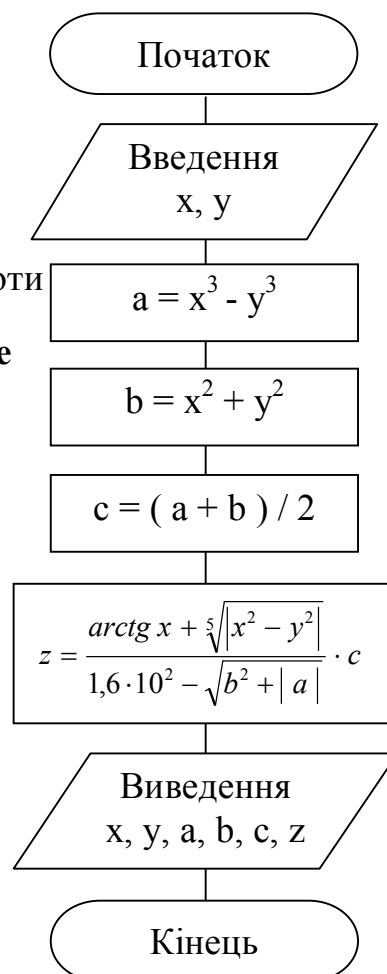
5. На панелі *Форматування* виберіть: шрифт, що підтримує кирилицю, наприклад, **Arial Cyr**; розмір літер - 14 пт; характер накреслення літер: **B** - жирний та **U** - підкреслений; спосіб вирівнювання тексту: по центру; перейдіть на клавіатурі на українську мову введення.

6. Уведіть текст:

" — Лабораторна робота з MathCAD №0 — ".

7. Натисніть клавішу **Enter**, зніміть підкреслення шрифту кнопкою **U**, уведіть тему лабораторної роботи "Лінійний алгоритм", натисніть клавішу **Enter**, уведіть

Блок-схема



"Варіант №0 (Зразок)", натисніть клавішу **Enter** і введіть шифр групи, Прізвище.

8. За допомогою контекстного меню підсвітить область жовтим кольором і покажіть границю області.

9. Скопіюйте першу букву "**Л**" у цій текстовій області, вставте її по центру нижче даної текстової області, і введіть текст "Початкові дані". Скопійовану букву "**Л**" знищте.

10. Клацніть ЛКМ на початку наступного рядка, перейдіть на клавіатурі на англійську мову введення, уведіть букву "**x**".

11. На панелі *Форматування* виберіть: розмір літер - 14 пт; характер накреслення літер: **B** - жирний.

12. Уведіть символ оператора присвоювання кнопкою **:=** **Definition** (Визначення) на панелі **Calculator** (якщо мова введення із клавіатури англійська, це клавіші **Shift** + **Ж**; якщо - українська, це клавіші **Shift** + **6** [^] **:**, або при першому визначенні даної змінної можна натиснути клавішу **=**).

13. Уведіть числове значення **5.34**.

14. На панелі *Форматування* виберіть: розмір літер - 14 пт; характер накреслення літер: **B** - жирний.

15. Натисніть 7 разів на клавішу **→** **Right**, щоб вийти із цієї математичної області точно в цьому ж рядку далі.

16. Уведіть аналогічно числове значення **-5.75** для змінної **y**.

17. Уведіть у наступному рядку по центру заголовки наступного розділу "Проміжні значення" таким самим чином, як у пункті 9.

18. Клацніть ЛКМ на математичній області **x:=5.34**, натисніть 7 разів на клавішу **↓** **Down** для виходу точно по вертикалі.

19. Уведіть англійську літеру "**a**", натисніть клавіші **Shift** + **:**, уведіть англійську літеру "**x**", натисніть клавіші **Shift** + **6** [^] **:**, у верхньому індексі з'явиться поле для введення показника степеня, уведіть число 3: **a := x³**.

20. Натисніть клавішу **Spacebar**, щоб поширити виділення на весь степінь, уведіть символ оператора віднімання клавішею **-** і введіть вираз **y³**

таким же чином, як у пункті 19: **a := x³ - y³**

21. Натисніть клавішу **=**, щоб вивести числове значення змінної **a**.

22. Вийдіть із цієї області чотириразовим натисненням клавіші **↓** **Down**.

23. Для введення формули **b = x² + y²** та виведення її значення натисніть такі клавіші та кнопки на панелі **Calculator**:

b **Shift** + **:** **x** **x²** **Spacebar** **+** **y** **x²** **=**


24. Вийдіть із цієї області чотириразовим натисненням клавіші **↓** **Down**.

25. Для введення формули $c = \frac{a+b}{2}$ та виведення її значення натисніть такі клавіші:

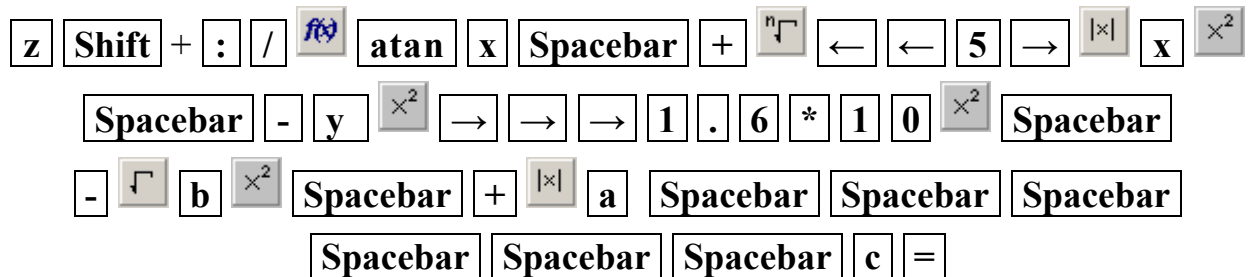
c **Shift** + **:** **/** **a** **+** **b** **→** **2** **=**

26. Двічі клацніть ЛКМ на значенні **a** і у вікні **Format Result** (Форматувати результат) та збільште кількість цифр після десяткової крапки до 7. Аналогічні дії виконайте для значень **b** та **c**.

27. Уведіть у наступному рядку по центру заголовок останнього розділу "Кінцевий результат" таким самим чином, як у пункті 9.

28. Клацніть ЛКМ на математичній області $c := \frac{a+b}{2}$, натисніть 7 разів на клавішу  **Down** для виходу точно по вертикалі.

29. Уведіть кінцеву формулу для **z** та виведіть її значення, натиснувши такі клавіші та кнопки на панелях **Standard** (Стандартна) та **Calculator** (Калькулятор):



30. Двічі клацніть ЛКМ на значенні **z** і у вікні **Format Result** (Форматувати результат) та збільште кількість цифр після десяткової крапки до 17; виберіть формат **Scientific** (Науковий); відмітьте прапорці **Show trailing zeros** (Показати замикаючі нулі) та **Show exponents as E±000** (Показати степінь як E±000).

31. Уведіть нижче по центру заголовок наступного розділу "Результат розрахунку в Visual Basic" таким самим чином, як у пункті 8.

32. По центру наступного рядка вставте зображення з результатами виконання цієї ж роботи в системі програмування Visual Basic і порівняйте їх із результатами, отриманими в **MathCAD**.

33. На рис. 9.1 та 9.2 показаний лістинг виконання лабораторної роботи №0.

Лабораторна робота з MathCAD №0
"Лінійний алгоритм"
Варіант №0 (Зразок)
Група, Прізвище

Початкові дані

$$x := 5.34 \quad y := -5.75$$

Проміжні значення

$$a := x^3 - y^3 = 342.382679$$

$$b := x^2 + y^2 = 61.5781 \quad c = 2.99792458 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} - \text{швидкість світла}$$

$$c := \frac{a+b}{2} = 201.9803895$$

Кінцевий результат

$$z := \frac{\text{atan}(x) + \sqrt[5]{x^2 - y^2}}{1.6 \cdot 10^2 - \sqrt{b^2 + |a|}} \cdot c = 5.78162928916442900\text{E}+000$$

Рис. 9.1. Лістинг виконання ознайомчої ЛР з MathCAD

Результат розрахунку у Visual Basic

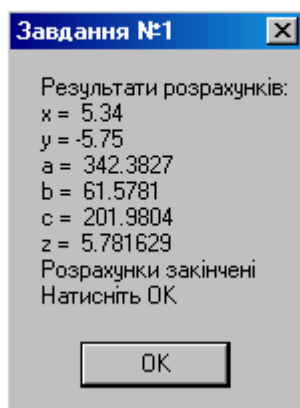


Рис. 9.2. Закінчення лістингу виконання ознайомчої ЛР з MathCAD

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

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

Лабораторна робота №1. Виконання завдання "Лінійний алгоритм"


Мета:

- *набути навиків перекладу лінійного алгоритму розв'язання задачі з мови блок-схем на вхідну мову MathCAD;*
- *закріпити навички роботи з інтерфейсом програми MathCAD;*
- *удосконалити прийоми роботи з областями різного типу;*
- *повторити правила запису формул;*
- *виконати індивідуальне завдання "Лінійний алгоритм".*

Теоретичні відомості

Повторити теоретичні відомості до ознайомчої роботи з **MathCAD**.

Вбудовані функції MathCAD

У **MathCAD** вбудовано більше 650 різноманітних функцій, які згруповані по 34 категоріям. Повний перелік вбудованих функцій доступний через кнопку  **Insert Function** (Вставити функцію) на панелі інструментів **Standard** (див. рис. 6). У табл. 1 наведені деякі вбудовані елементарні функції.






Таблиця 1

Вбудовані елементарні функції MathCAD

Математичний запис	Запис у MathCAD	Дія функції
Trigonometric - Тригонометричні функції (аргумент α у радіанах)		
$\sin \alpha$	$\sin(\alpha)$	Повертає значення синуса кута α
$\cos \alpha$	$\cos(\alpha)$	Повертає значення косинуса кута α
$\operatorname{tg} \alpha$	$\tan(\alpha)$	Повертає значення тангенса кута α
$\operatorname{csc} \alpha = 1/\sin \alpha$	$\operatorname{csc}(\alpha)$	Повертає значення косеканса кута α
$\operatorname{sec} \alpha = 1/\cos \alpha$	$\operatorname{sec}(\alpha)$	Повертає значення секанса кута α
$\operatorname{ctg} \alpha = 1/\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{cot}(\alpha)$	Повертає значення котангенса кута α
Обернені тригонометричні функції (значення - кут у радіанах)		
$\arcsin x$	$\operatorname{asin}(x)$	Арксинус x - повертає кут α , синус якого дорівнює x , де $-1 \leq x \leq 1$, $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$
$\arccos x$	$\operatorname{acos}(x)$	Арккосинус x - повертає кут α , косинус якого дорівнює x , де $-1 \leq x \leq 1$, $0 \leq \alpha \leq \pi$
$\operatorname{arctg} x$	$\operatorname{atan}(x)$	Арктангенс x - повертає кут, тангенс якого дорівнює x , де $-\infty < x < \infty$, $-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}$
$\operatorname{arcctg} x$	$\operatorname{acot}(x)$	Арккотангенс x - повертає кут, котангенс якого дорівнює x , де $-\infty < x < \infty$, $0 < \alpha < \pi$

Математичний запис	Запис у MathCAD	Дія функції
Log and Exponential - Логарифмічні та показникові функції		
e^x	e^x , або $\exp(x)$	Повертає число e , піднесене до степеня x (e в степені x або експонента від x)
$\ln x$	$\ln(x)$	Натуральний логарифм $x > 0$ за основою e
-	$\ln 0(x)$	натуральний логарифм $x \geq 0$ за основою e , для $x = 0$ повертає значення $-1 \cdot 10^{307}$
$\log_b x$	$\log(x, b)$	Логарифм числа x за основою b
$\lg x$	$\log(x, [10])$	Десятковий логарифм x (за основою 10)
Степені функції		
$\cos^2 \alpha$	$\cos(\alpha)^2$	Повертає значення косинуса кута α у радіанах, піднесене до квадрату
$\lg^2 (\alpha + \beta)^3$	$\log((\alpha + \beta)^3)^2$	Повертає значення десяткового логарифма $(\alpha + \beta)^3$, піднесене до квадрату


Зауваження.


1. В MathCAD між іменем функції та дужками, у яких записується її аргумент, не може знаходитися жоден символ. Тому, наприклад, природний математичний запис квадрата косинуса $\cos^2 x$ перекладається на вхідну мову MathCAD наступним чином: $\cos(x)^2$. Тобто показник 2 степеня функції вводиться після дужок, для чого перед тим за допомогою клавіш , ,  та  виділяється лінією введення функція з дужками, а потім натискається кнопка  **Square** (Квадрат) на панелі **Calculator**.

2. *Аргумент тригонометричних функцій необхідно вводити в радіанах.* Для переведення градусів у радіани необхідно значення кута в градусах помножити на вбудовану константу

$$\deg = \pi/180 = 1.7453292519943295 \times 10^{-2}.$$

Це перевідний коефіцієнт із градусів у радіани, тобто число радіан в одному градусі. Наприклад, якщо кут $\alpha_{\text{rad}} := 18^\circ$ заданий у градусах. Тоді формула MathCAD $\alpha_{\text{deg}} := \alpha_{\text{rad}} \cdot \deg$ буде визначати його вже у радіанах. Або можна для знаходження синуса цього кута записати вираз $\sin(\alpha_{\text{rad}} \cdot \deg)$.

3. Вбудована функція $\ln(x)$ уводиться кнопкою  **Natural Logarithm** (Натуральний логарифм) на панелі **Calculator** і знаходить натуральний логарифм числа x (логарифм числа x за основою e).

4. Вбудована функція $\log(x, [b])$ уводиться кнопкою  **Logarithm** (Логарифм) на панелі **Calculator** і знаходить логарифм числа x за основою b . Другий аргумент b знаходиться в квадратних дужках, тому він не є обов'язковим. Якщо він відсутній, то дана функція повертає значення десяткового логарифма, тобто за умовчанням за основою $b = 10$.

У табл. 2 наведені деякі інші корисні вбудовані функції.

Деякі корисні вбудовані функції MathCAD

Запис у MathCAD	Дія функції
Truncation and Round-Off - функції зрізання та округлення	
ceil(x)	Повертає найменше ціле число $\geq x$ (x - дійсне)
floor(x)	Повертає найбільше ціле число $\leq x$ (x - дійсне)
round(x, [n])	Округляє x до n цифр після десяткової крапки; якщо n не вказано, округляє до найближчого цілого
trunc(x)	Повертає цілу частину x, відкидаючи дробову частину
Number Theory / Combinatorics - Теорія чисел / Комбінаторика	
mod(x, y)	Повертає залишок від ділення x на y, має знак x (x, y - дійсні числа)
sign(x)	Повертає знак числа: 0 для $x = 0$, 1 для $x > 0$, -1 для $x < 0$

На рис. 10 наведені приклади використання розглянутих функцій.

$$\text{ceil}(8.5) = 9 \quad \text{floor}(8.5) = 8 \quad \text{round}(8.5) = 9 \quad \text{trunc}(8.5) = 8$$

$$\text{ceil}(-8.5) = -8 \quad \text{floor}(-8.5) = -9 \quad \text{round}(-8.5) = -9 \quad \text{trunc}(-8.5) = -8$$

$$\text{round}(\pi, 5) = 3.14159 \quad \text{Дробова частина: } 8.5 - \text{trunc}(8.5) = 0.5$$

$$\text{mod}(3.6, -4.2) = 3.6 \quad \text{mod}(-4.2, 3.6) = -0.6 \quad \text{mod}(-4.2, -3.6) = -0.6$$

Рис. 10. Лістинг використання функції зрізання та округлення

Редагування формул

Повторимо прийоми редагування формул, наведені в теоретичних відомостях до ознайомчої лабораторної роботи, на прикладі.

Приклад. У формулі $y = \sin 1 + 2 \cdot 3$ замінити оператор додавання "+" на оператор віднімання "-".

1 спосіб:

1) клацнути ЛКМ між **sin(1)** та оператором "+", і впевнитися, що **sin(1)** підкреслений ГЛВ, а ВЛВ знаходиться праворуч (див. нижче 1) колаж));

2) натисніть клавішу **[Del]**: замість оператора "+" з'явиться мітка-заповнювач оператора □ (див. нижче 2) колаж));

3) натисніть клавішу **[-]**: замість мітки-заповнювача оператора □ з'явиться символ оператора віднімання "-" (див. нижче 3) колаж)).

$$1) \quad y := \sin(1) + 2 \cdot 3 \quad 2) \quad y := \sin(1) \square 2 \cdot 3 \quad 3) \quad y := \sin(1) - 2 \cdot 3$$

2 способ:

1) клацнути ЛКМ між оператором "+" і числом 2, і впевнитися, що число 2 підкреслене ГЛВ, а ВЛВ знаходиться ліворуч (див. нижче 1) колаж));

2) натисніть клавішу **Spacebar** (Пробіл), щоб виділити увесь добуток 2·3, тобто правий операнд оператора додавання "+" (див. нижче 2) колаж));

3) натисніть клавішу **Backspace**: замість оператора "+" з'явиться мітка-заповнювач оператора □ (див. нижче 3) колаж));

4) натисніть клавішу **-**: замість мітки-заповнювача оператора □ з'явиться символ оператора віднімання "-" (див. нижче 4) колаж)).

1) $y := \sin(1) + 2 \cdot 3$ 2) $y := \sin(1) + 2 \cdot 3$ 3) $y := \sin(1) \square 2 \cdot 3$ 4) $y := \sin(1) - 2 \cdot 3$

Для виправлення синтаксичних помилок в іменах змінних та функцій, слід клацнути ЛКМ зліва від помилкового символу й натиснути клавішу **Del**, або клацнути ЛКМ справа від помилкового символу й натиснути клавішу **Backspace**.