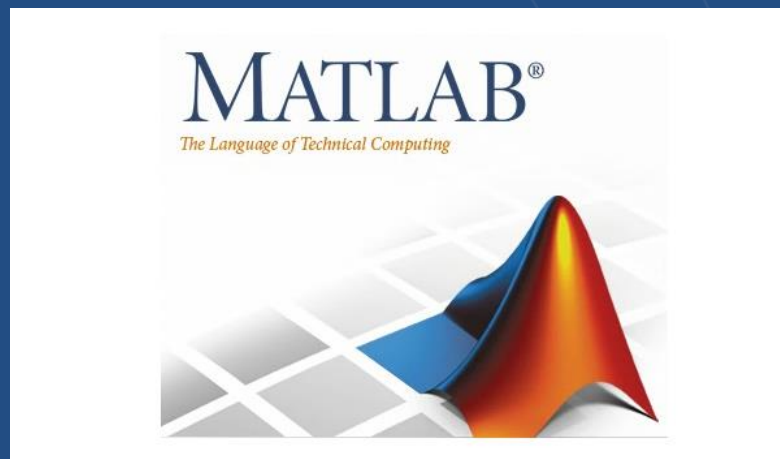


# МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В ПАКЕТІ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ MATLAB



# Розподіл балів:

- Лекції – 8 (2 бали за 1 лекцію, +4бали);
- Практичні роботи – 8 (8 бала за 1 пр 64 бала);
- Контрольна робота – 16 балів.
- Максимальний бал  $16(20)+64+16 = 100$  балів

• **4 бали бонусів!!!!!!!!!!!!**



# Лекція 1-2

## Програмний пакет Matlab та його можливості. Робоче середовище Matlab.

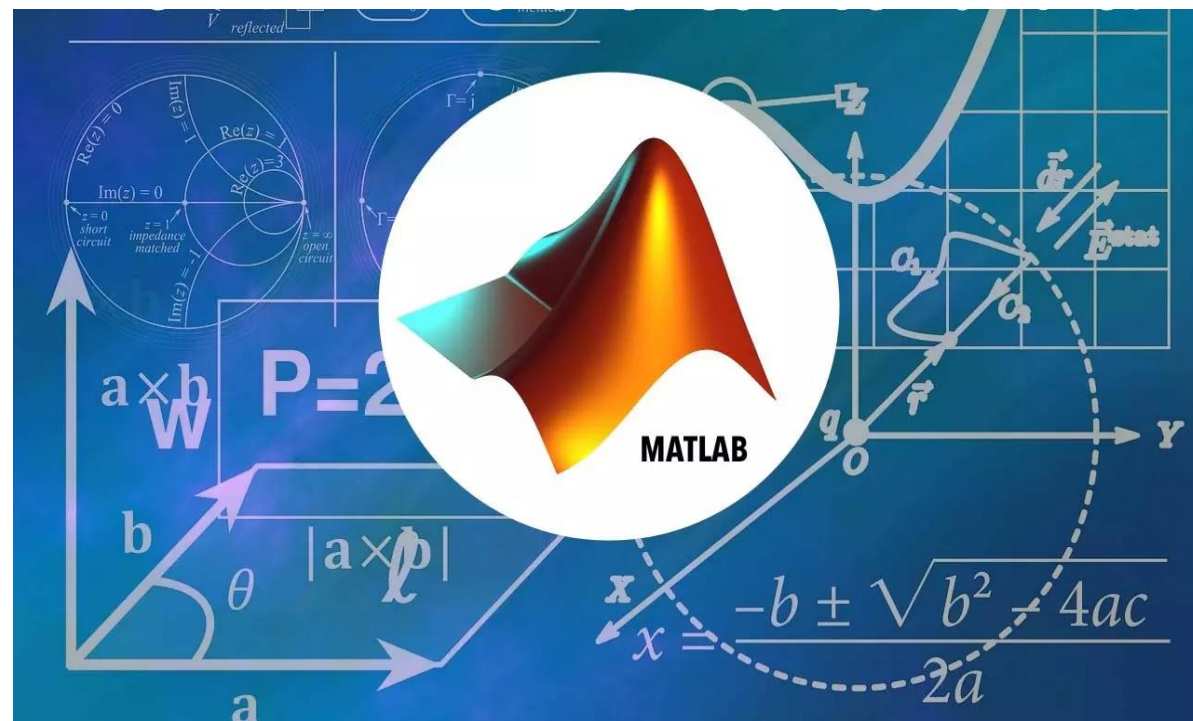
1. Пакет Matlab система автоматизації математичних розрахунків.
2. Склад пакету, можливості розв'язання прикладних та науково-технічних задач.
3. Взаємодія з іншими пакетами та мовами низького рівня.
4. Он-лайн Matlab.
5. Основні елементи робочого середовища Matlab. Вікна: command window, workspace, command history, current folder, current directory.

# 1. Пакет Matlab система автоматизації математичних розрахунків

**MATLAB** (англ. «*Matrix Laboratory*») — пакет прикладних програм для розв'язання задач технічних обчислень та однойменна мова програмування, що використовується у цьому пакеті.

**MATLAB** використовують більше 1 000 000 інженерних і наукових працівників.

**MATLAB** працює на більшості сучасних операційних систем, в тому числі [Linux](#), [Mac OS](#), [Solaris](#) (з версії R2010b підтримка [Solaris](#) припинена) і [Microsoft Windows](#).



- MATLAB як мова програмування була розроблена **Клівом Моулером** (*Cleve Moler*) наприкінці 1970-х років коли він був деканом факультету комп'ютерних наук в **університеті Нью-Мексіко**.
- Метою розробки була задача дати студентам факультету можливість використання програмних бібліотек Linpack та EISPACK без необхідності вивчення мови Fortran.
- Невдовзі нова мова розповсюдилась серед інших університетів і була з великою цікавістю зустрінута вченими, що працюють у області прикладної математики. До сьогодні у Internet можна знайти версію 1982 року, написану на Fortran-і, розповсюджувану з відкритим кодом.
- Інженер Джон Літл (*John N. (Jack) Little*) познайомився з цією мовою під час візиту Кліва Моулера до Стендфордського університету у 1983 р. Він зрозумів, що нова мова має великий комерційний потенціал, і об'єднався з Клівом Моулером та Стівом Бангертом (*Steve Bangert*). Разом вони переписали MATLAB на C та заснували у 1984 компанію the MathWorks для подальшого розвитку. Ці переписані на C бібліотеки довгий час були відомі під іменем JASCRAS.
- На початку MATLAB призначався для проектування систем управління (основна спеціальність Джона Літла), але швидко завоював популярність у багатьох інших наукових і інженерних областях. Він також широко використовувався і в освіті, зокрема, для викладання лінійної алгебри та чисельних методів.

## Формати виведення результатів обчислень

- В MATLAB форматом виведення результатів обчислень керує користувач. Для цього користувачу необхідно вбрати в меню File пункт Preferences. На екрані з'явиться діалогове вікно Preferences, яке представлено на рис.1.1. При виділенні в лівому вікні пункту Command Window у правому вікні можна проводити зміну формату з розкриваючого списку Numeric format панелі Text display.
- При виборі формату short буде виводити результати обчислень до чотирьох числових значень після коми, а при виборі long значення будуть виводитися в експоненціальному вигляді. При встановленому форматі long зручно вводити великі числа, так, наприклад можна набрати  $10e9$  або  $1e10$ , чим  $10\ 000\ 000\ 000$ .

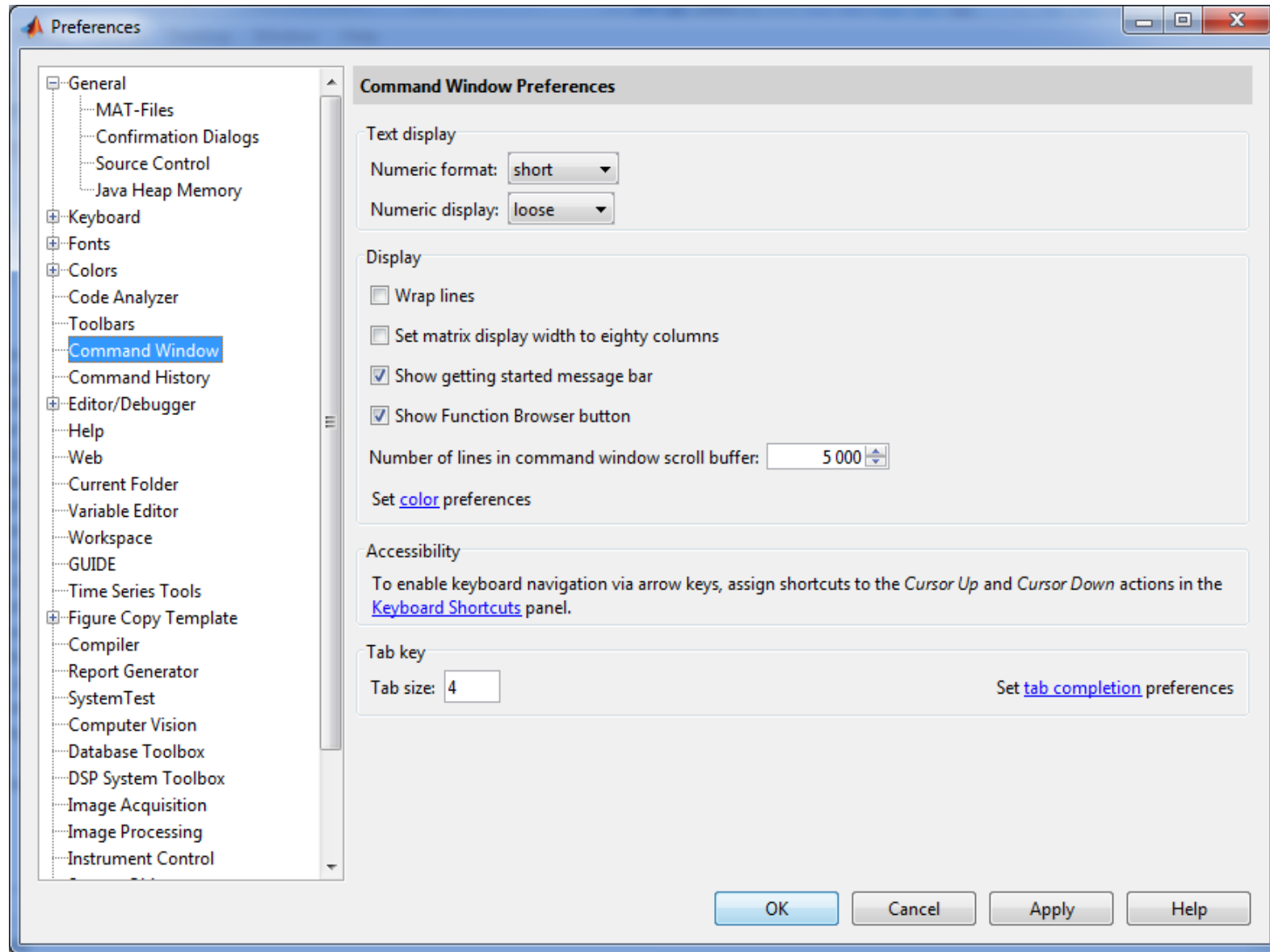


Рис.1. Діалогове вікно Preferences MATLAB (Результат виведення в форматі **short**)

# Математичні вирази та числа

Центральним поняттям всіх математичних систем являється математичний вираз. Він задає те, що має бути обчислене в числовому (рідше в символьному) вигляді. Приклади простих математичних виразів:

**2-4**

**3.256\*exp(8)**

**2+sin(x)/(4\*cos(y))**

Математичні вирази будуються на основі чисел, констант, змінних, операторів, функцій та різних спец знаків.

**Число** – найпростіший об'єкт мови Matlab, який представляє кількісні дані. Числа можна вважати константами, імена яких співпадають з їх значеннями. Вони можуть бути цілими, дробовими, з фіксованою і плаваючою крапкою. Можливе представлення з вказанням мантиси та порядку числа. В мантисі ціла частина відділяється від дробової комою, а не крапкою. Для відокремлення порядку числа від мантиси використовується символ  $e$ .

Числа можуть бути комплексними :

$$z = Re(x) + Im(x) * i.$$

Уявна частина має множник  $i$  або  $j$ , що означає корінь квадратний з  $-1$ :

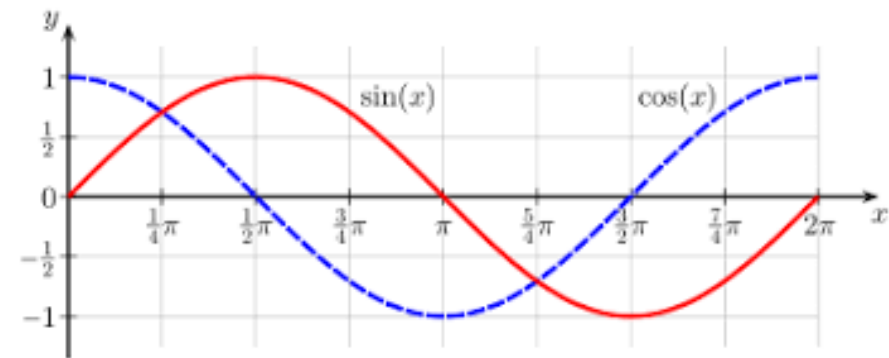
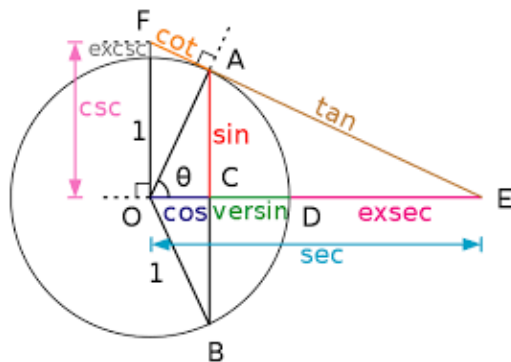
За замовчуванням Matlab повертає числа в короткому записі в форматі з фіксованою комою (5 знаків). Тому при роботі з числовими даними можна задавати різні формати представлення чисел. Але обчислення завжди проводяться в форматі чисел з подвійною точністю. Для установки формату представлення чисел використовується команда **>> format name**

```
>> i
ans =
0 + 1.0000i
>> j
ans =
0 + 1.0000i
>> k=3+7i
k =
3.0000 + 7.0000i
>> real(k)
ans =
3
>> imag(k)
ans =
7
```

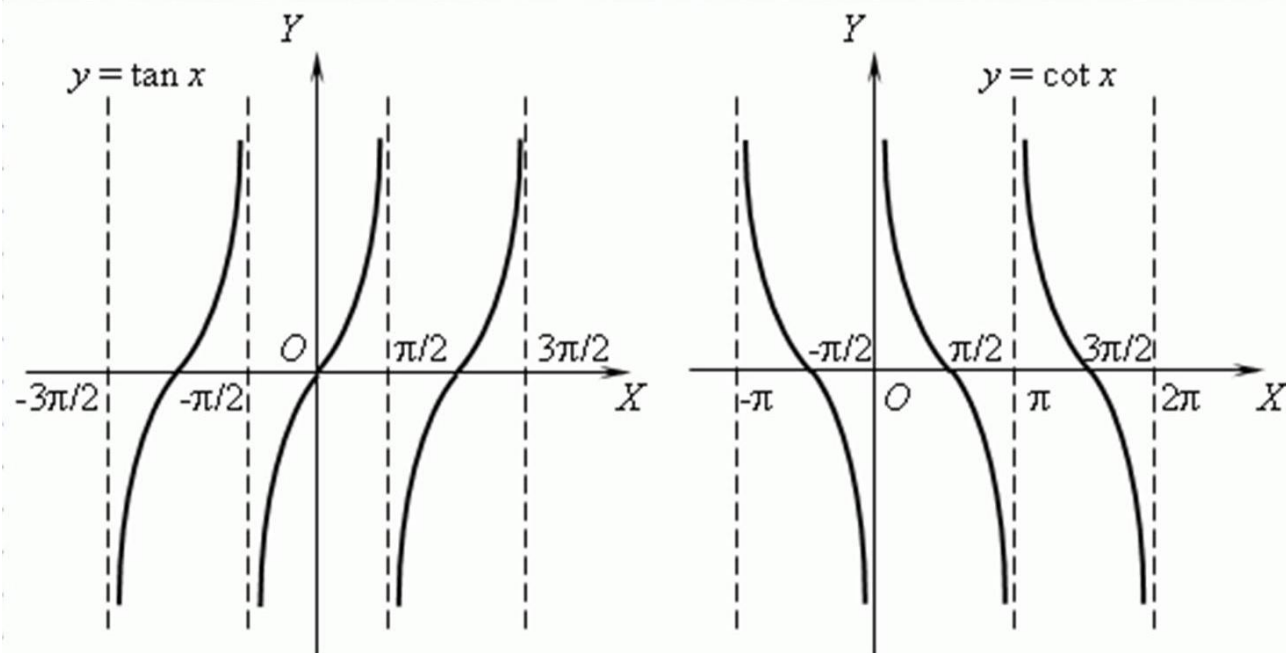


## Тригонометричні, гіперболічні та обернені до них функції

- **sin** – синус;
- **cos** – косинус;
- **tan** – тангенс;
- **cot** – котангенс;
- **sec** ( $\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}$ ) – секанс;
- **csc** ( $\csc(x) = \frac{1}{\sin(x)}$ ) – cosecant;
- **asin** – арксинус;
- **acos** – арккосинус;
- **atan** – арктангенс;
- **acot** – арккотангенс;
- **asec** – арксеканс;
- **acsc** – арккосеканс.



$$y = \operatorname{tg} x \quad y = \operatorname{ctg} x$$



При введенні значень (аргументів) функцій в наведені формули відбуваються в радіанах. Зворотні тригонометричні функції повертають результат також в радіанах. Якщо значення аргументів необхідно ввести в градусах, необхідно використовувати наступні функції:

**sind** – сінус;

**cosd** – косинус;

**tand** – тангенс;

**cotd** – котангенс;

Гіперболічні функції і зворотні до них:

**sinh** – гіперболічний сінус;

**cosh** – гіперболічний косинус;

**tanh** – гіперболічний тангенс;

**coth** – гіперболічний котангенс;

**sech** ( $\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}$ ) – гіперболічний секанс;

**csch** ( $\csc(x) = \frac{1}{\sin(x)}$ ) – гіперболічний косеканс;

**asinh** – гіперболічний арксінус;

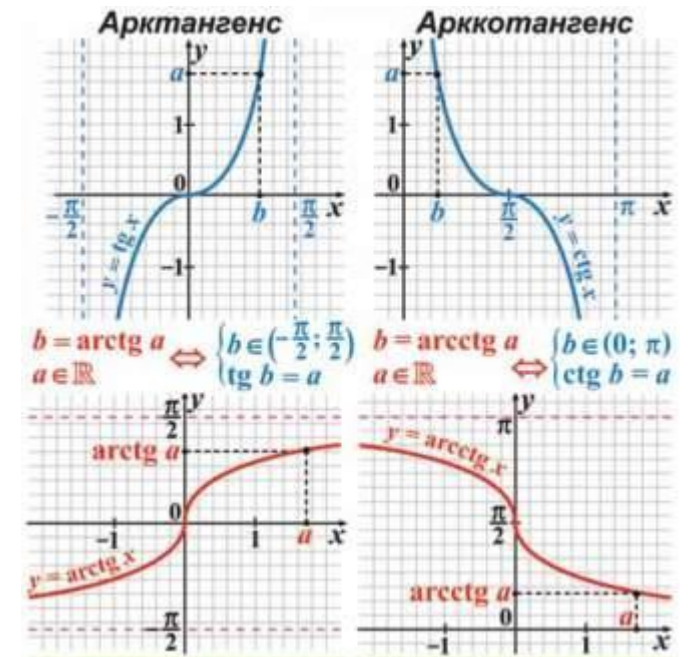
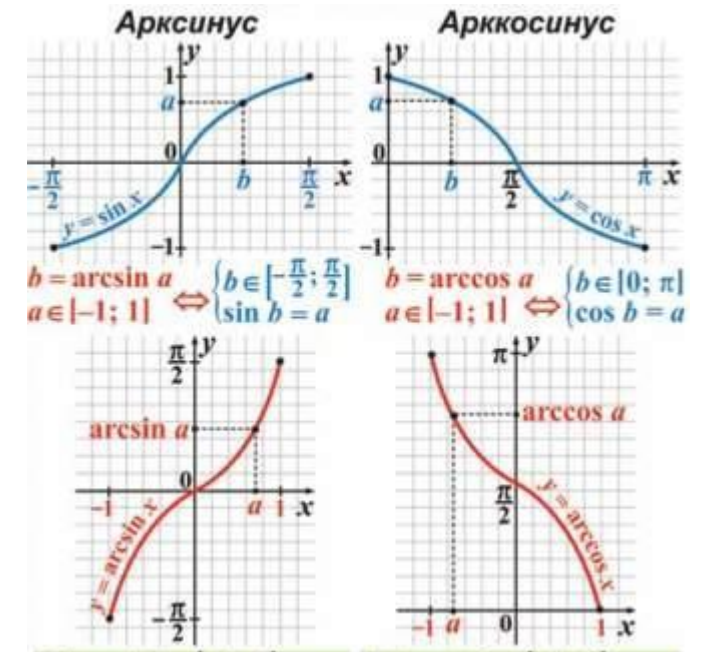
**acosh** – гіперболічний арккосинус;

**atanh** – гіперболічний арктангенс;

**acoth** – гіперболічний арккотангенс;

**asech** – гіперболічний арксеканс;

**acsch** – гіперболічний арккосеканс.



## Експоненціальна функція, логарифми, степеневі функції

**exp**– експоненціальна функція;

**log** – натуральний логарифм;

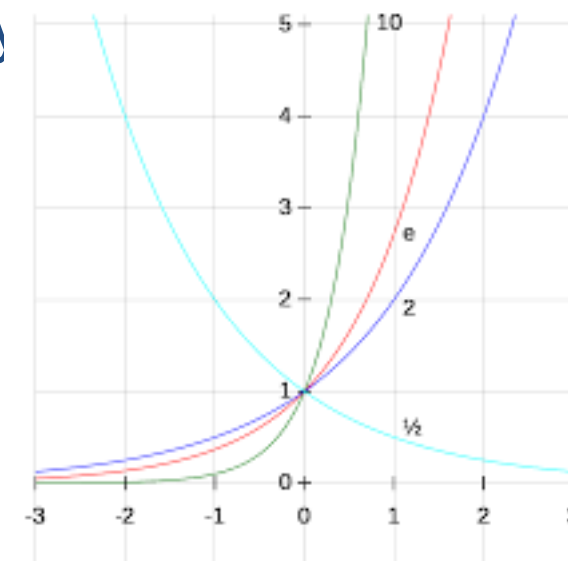
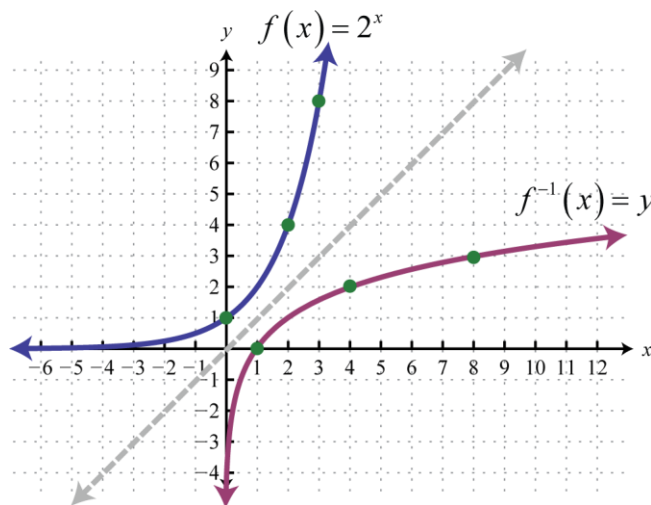
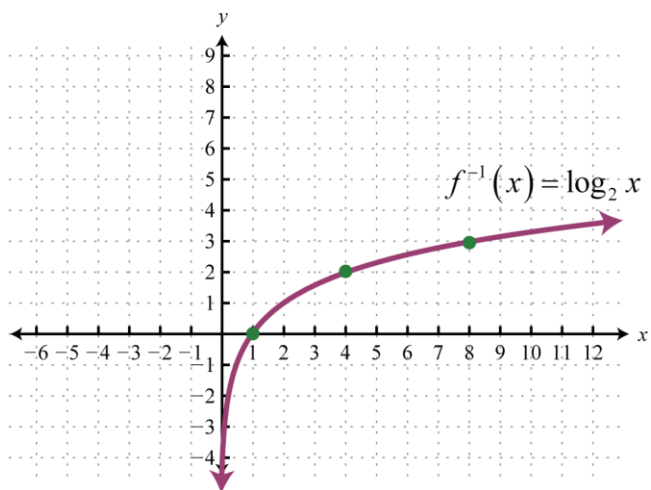
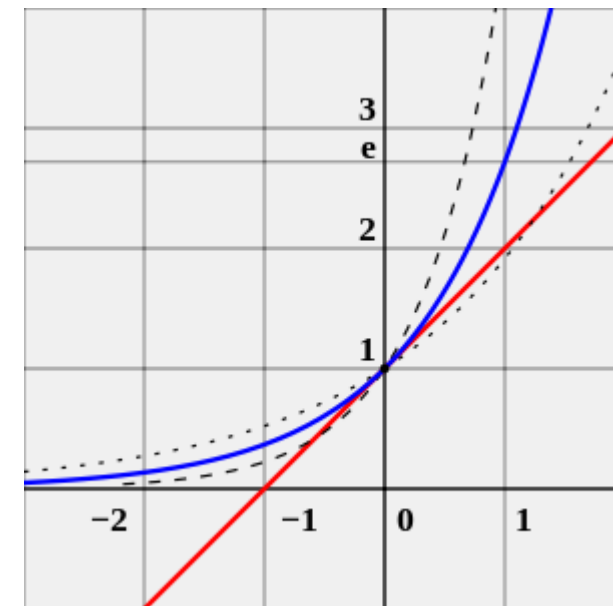
**log10** – десятковий логарифм;

**log2**– логарифм за основою 2;

**pow2** – піднесення числа 2 в степінь;

**sqrt** – квадратний корінь;

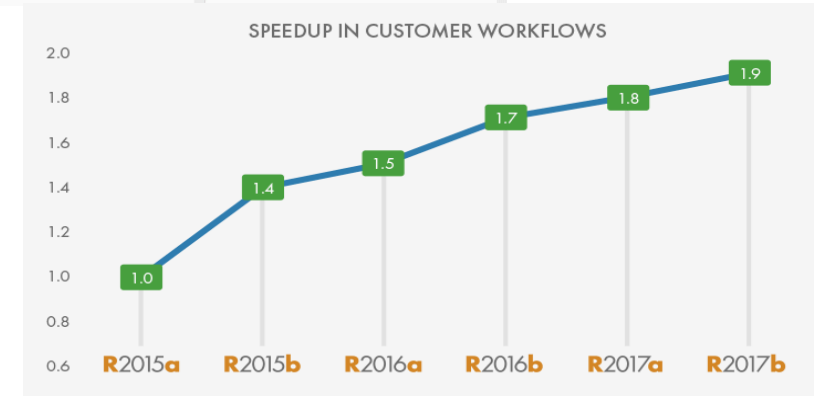
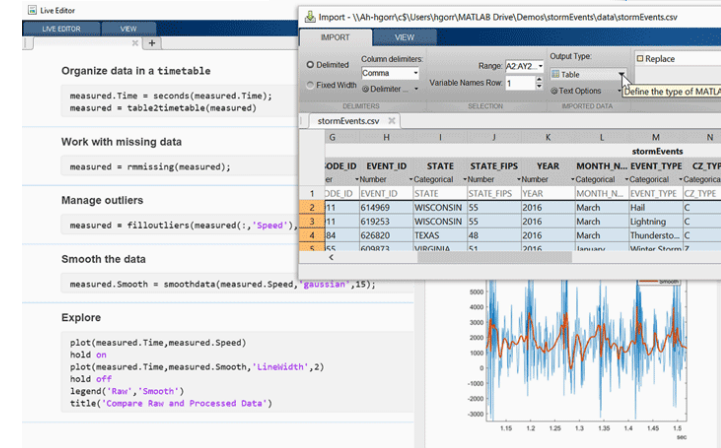
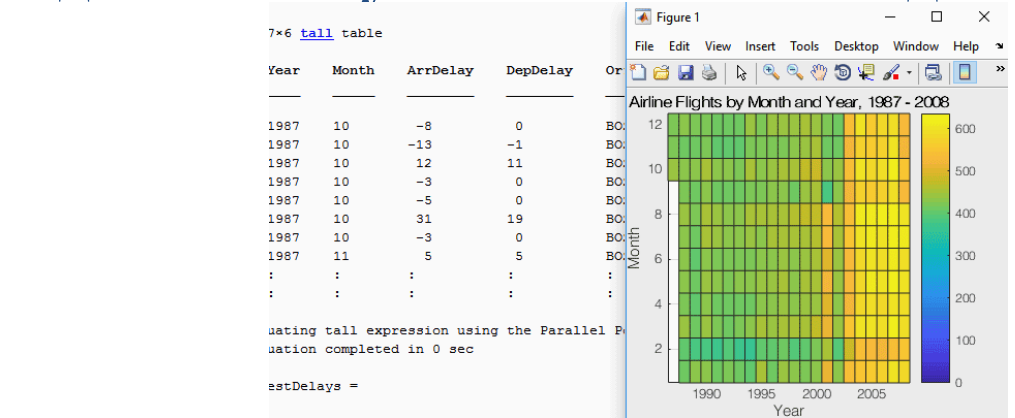
**nexpow2**–степінь в яку потрібно ввести число 2,  
щоб отримати найближче число (більше або рівне аргументу)



# 2.Склад пакету, можливості розв'язання прикладних та науково-технічних задач

MATLAB  
 Simulink  
 Aerospace Blockset  
 Aerospace Toolbox  
 Antenna Toolbox  
 Audio System Toolbox  
 Automated Driving System Toolbox  
 Bioinformatics Toolbox  
 Communications System Toolbox  
 Computer Vision System Toolbox  
 Control System Toolbox  
 Curve Fitting Toolbox  
 Data Acquisition Toolbox  
 Database Toolbox  
 Datafeed Toolbox  
 DO Qualification Kit (for DO-178)  
 DSP System Toolbox  
 Econometrics Toolbox  
 Embedded Coder  
 Filter Design HDL Coder  
 Financial Instruments Toolbox  
 Financial Toolbox  
 Fixed-Point Designer  
 Fuzzy Logic Toolbox  
 Global Optimization Toolbox  
 GPU Coder

Partial Differential Equation Toolbox  
 Phased Array System Toolbox  
 Polyspace Bug Finder  
 Polyspace Code Prover  
 Polyspace Products for Ada  
 Powertrain Blockset  
 Predictive Maintenance Toolbox  
 RF Blockset  
 RF Toolbox  
 Risk Management Toolbox  
 Robotics System Toolbox  
 Robust Control Toolbox  
 Signal Processing Toolbox  
 SimBiology  
 SimEvents  
 Simscape  
 Simscape Driveline  
 Simscape Electronics  
 Simscape Fluids  
 Simscape Multibody  
 Simscape Power Systems  
 Simulink 3D Animation  
 Simulink Check  
 Simulink Code Inspector  
 Simulink Coder  
 Simulink Control Design



Для MATLAB є можливість створювати спеціальні набори інструментів (англ. *toolbox*), що розширюють його функціональність. Набори інструментів є колекції функцій, написаних на мові MATLAB для вирішення певного класу задач. Компанія **Mathworks** поставляє набори інструментів, які використовуються в багатьох областях, включаючи такі:

- ❑ **Цифрова обробка сигналів, зображень і даних:** DSP Toolbox, Image Processing Toolbox, Wavelet Toolbox, Communication Toolbox, Filter Design Toolbox зв'язку.
- ❑ **Системи управління:** Control Systems Toolbox,  $\mu$ -Analysis and Synthesis Toolbox, Robust Control Toolbox, System Identification Toolbox, LMI Control Toolbox, Model Predictive Control Toolbox, Model-Based Calibration Toolbox управління,  $H_{\infty}$ -управління, ЛМН-синтез,  $\mu$ -синтез та інші.
- ❑ **Фінансовий аналіз:** GARCH Toolbox, Fixed-Income Toolbox, Financial Time Series Toolbox, Financial Derivatives Toolbox, Financial Toolbox, Datafeed Toolbox
- ❑ **Аналіз і синтез географічних карт, включаючи тривимірні:** Mapping Toolbox.
- ❑ **Збір та аналіз експериментальних даних:** Data Acquisition Toolbox, Image Acquisition Toolbox, Instrument Control Toolbox, Link for Code Composer Studio.
- ❑ **Візуалізація та подання даних:** Virtual Reality Toolbox .
- ❑ **Засоби розробки:** MATLAB Builder for COM, MATLAB Builder for Excel, MATLAB Builder for NET, MATLAB Compiler, Filter Design HDL Coder .
- ❑ **Взаємодія з зовнішніми програмними продуктами:** MATLAB Report Generator, Excel Link, Database Toolbox, MATLAB Web Server, Link for ModelSim
- ❑ **Бази даних:** Database Toolbox.
- ❑ **Наукові та математичні пакети:** Bioinformatics Toolbox, Curve Fitting Toolbox, Fixed-Point Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, OPC Toolbox, Optimization Toolbox, Partial Differential Equation Toolbox, Spline Toolbox, Statistic Toolbox, RF Toolbox.
- ❑ **Нейронні мережі:** Neural Network Toolbox.
- ❑ **Нечітка логіка:** Fuzzy Logic Toolbox.
- ❑ **Символьні обчислення:** Symbolic Math Toolbox.

**Цифрова обробка сигналів, зображень і даних:** DSP Toolbox, Image Processing Toolbox, Wavelet Toolbox, Communication Toolbox, Filter Design Toolbox - набори функцій, що дозволяють вирішувати широкий спектр завдань обробки сигналів, зображень, проектування цифрових фільтрів і систем зв'язку.

**Системи управління:** Control Systems Toolbox,  $\mu$ -Analysis and Synthesis Toolbox, Robust Control Toolbox, System Identification Toolbox, LMI Control Toolbox, Model Predictive Control Toolbox, Model-Based Calibration Toolbox - набори функцій, що полегшують аналіз і синтез динамічних систем, проектування, моделювання та ідентифікацію систем управління, включаючи сучасні алгоритми управління, такі як робастної управління,  $H_{\infty}$ -управління, ЛМН-синтез,  $\mu$ -синтез та інші.

**Фінансовий аналіз:** GARCH Toolbox, Fixed-Income Toolbox, Financial Time Series Toolbox, Financial Derivatives Toolbox, Financial Toolbox, Datafeed Toolbox - набори функцій, що дозволяють швидко і ефективно збирати, обробляти і передавати різну фінансову інформацію.

**Аналіз і синтез географічних карт, включаючи тривимірні:** Mapping Toolbox.

**Збір та аналіз експериментальних даних:** Data Acquisition Toolbox, Image Acquisition Toolbox, Instrument Control Toolbox, Link for Code Composer Studio - набори функцій, що дозволяють зберігати й обробляти дані, отримані в ході експериментів, у тому числі в реальному часі. Підтримується широкий спектр наукового та інженерного вимірювального обладнання.

**Візуалізація та подання даних:** Virtual Reality Toolbox - дозволяє створювати інтерактивні світи і візуалізувати наукову інформацію за допомогою технологій віртуальної реальності та мови VRML.

**Засоби розробки:** MATLAB Builder for COM, MATLAB Builder for Excel, MATLAB Builder for NET, MATLAB Compiler, Filter Design HDL Coder - набори функцій, що дозволяють створювати незалежні програми з середовища MATLAB.

**Взаємодія з зовнішніми програмними продуктами:** MATLAB Report Generator, Excel Link, Database Toolbox, MATLAB Web Server, Link for ModelSim - набори функцій, що дозволяють зберігати дані в різних видів таким чином, щоб інші програми могли з ними працювати.

**Бази даних:** Database Toolbox - інструменти роботи з базами даних.

**Наукові та математичні пакети:** Bioinformatics Toolbox, Curve Fitting Toolbox, Fixed-Point Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, OPC Toolbox, Optimization Toolbox, Partial Differential Equation Toolbox, Spline Toolbox, Statistic Toolbox, RF Toolbox - набори спеціалізованих математичних функцій, що дозволяють вирішувати широкий спектр наукових і інженерних задач, включаючи розробку генетичних алгоритмів, вирішення завдань в приватних похідних, цілочисельні проблеми, оптимізацію систем та інші.

**Нейронні мережі:** Neural Network Toolbox - інструменти для синтезу і аналіз нейронних мереж.

**Нечітка логіка:** Fuzzy Logic Toolbox - інструменти для побудови та аналізу нечітких множин.

**Символьні обчислення:** Symbolic Math Toolbox - інструменти для символьних обчислень з можливістю взаємодії з символьним процесором програми Maple.

Крім перерахованих вище, існують тисячі інших наборів інструментів для MATLAB, написаних іншими компаніями і ентузіастами

### 3. Взаємодія з іншими пакетами та мовами низького рівня

**MATLAB** - це мова високого рівня для чисельних розрахунків, візуалізації та розробки додатків.

MATLAB також надає інтерактивне середовище для ітеративного дослідження, проектування та вирішення проблем.

MATLAB надає велику бібліотеку математичних функцій для лінійної алгебри, статистики, аналізу Фур'є, фільтрації, оптимізації, чисельного інтегрування та розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

MATLAB надає вбудовану графіку для візуалізації даних та інструменти для створення користувацьких графіків.

Інтерфейс програмування MATLAB надає інструменти для розробки, що дозволяють підвищити якість супроводу коду та максимально підвищити продуктивність.

Він надає інструменти для створення додатків з графічними інтерфейсами.

Він надає функції для інтеграції алгоритмів на основі MATLAB із зовнішніми програмами та мовами, такими як C, Java, .NET та Microsoft Excel.



- ❑ **Незалежні програми.** Діліться програмами розробленими в MATLAB, як незалежними програмами, з колегами чи партнерами, тими, хто не працює з MATLAB або поставляйте їх клієнтам.
- ❑ **WEB додатки.** Перетворюйте MATLAB програми на Web програми та поширюйте їх за допомогою URL.
- ❑ Створюйте програми в MATLAB Application Designer і конвертуйте їх у веб-додатки. Користувачі зможуть отримувати доступ до них через унікальні URL-адреси та працювати з ними через браузер, без встановлення будь-якого додаткового програмного забезпечення.
- ❑ **Розширення для Microsoft Excel.** Конвертуйте MATLAB алгоритми у вбудовані в Microsoft Excel формули та розширення. Використовуйте інтерактивні засоби розробки та тестування алгоритмів у MATLAB перед конвертацією та вбудовуванням розширень у Excel.
- ❑ **Робота з Big Data.** Розробляйте та розгортайте розроблені в MATLAB додатки та алгоритми для роботи з Big Data як на робочих станціях так і на розподілених обчислювальних потужностях.
- ❑ **Незалежні додатки.** За допомогою MATLAB Compiler ви отримуєте можливість розповсюджувати свої розробки в галузі аналітики та аналізу даних серед колег або кінцевих користувачів, кому не потрібно працювати з MATLAB.
- ❑ **Засоби конвертування та компонування додатків.** MATLAB Compiler спрощує процеси конвертування програм MATLAB у додатки та розповсюдження ваших продуктів.

Використовуйте інтерактивні та інтуїтивні засоби, що надаються MATLAB Compiler для компонування ваших MATLAB розробок у незалежні програми, веб-додатки, MapReduce або Spark програми. Крім того, ви можете створювати скрипти для автоматичного складання та розгортання ваших MATLAB програм.

## 4. Он-лайн Matlab

- ❑ Використання MATLAB без завантаження чи встановлення;
- ❑ Співпраця з іншими учасниками шляхом обміну інформацією та публікації в інтернеті;
- ❑ Зберігання файлів, керування ними та отримання доступу до них у будь-якому місці.

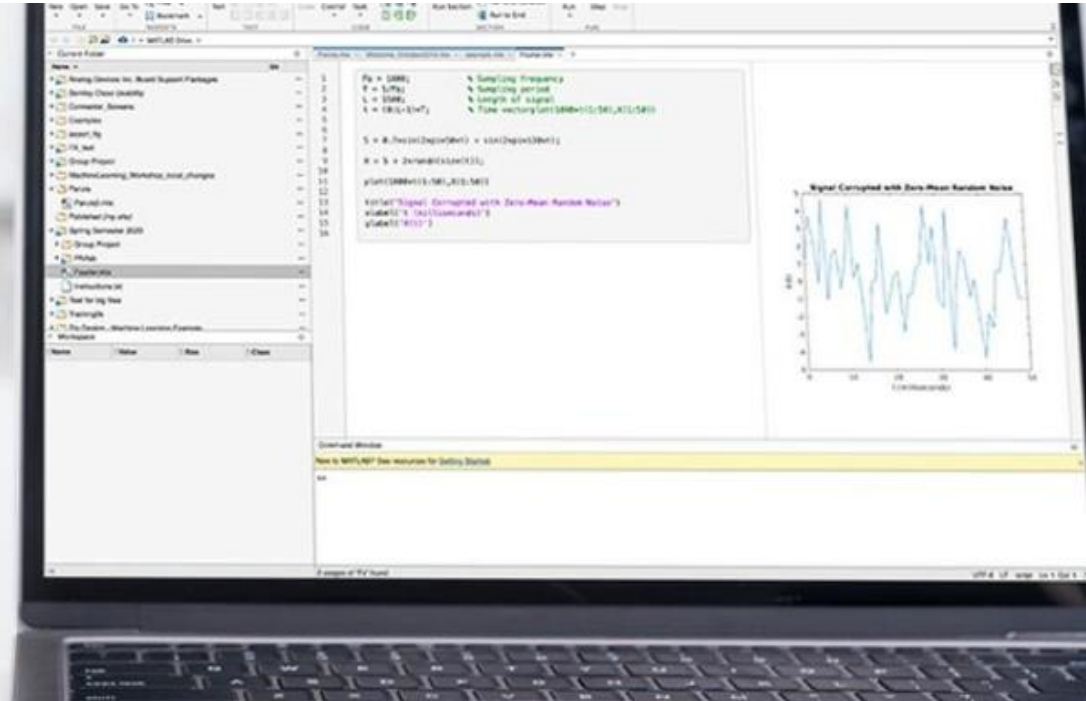
<https://www.mathworks.com/products/matlab-online.html>

### MATLAB Online

Use MATLAB and Simulink through your web browser

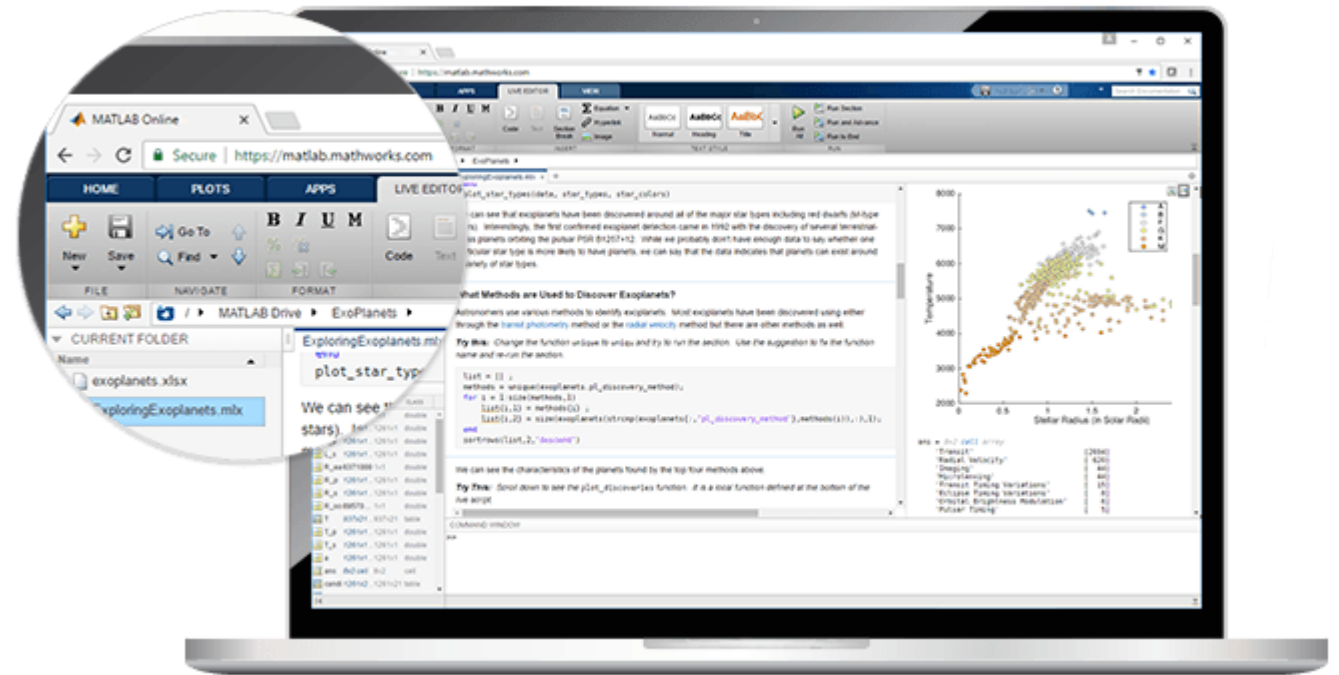
Start using MATLAB Online

Sign in to get started. [Check your eligibility](#)



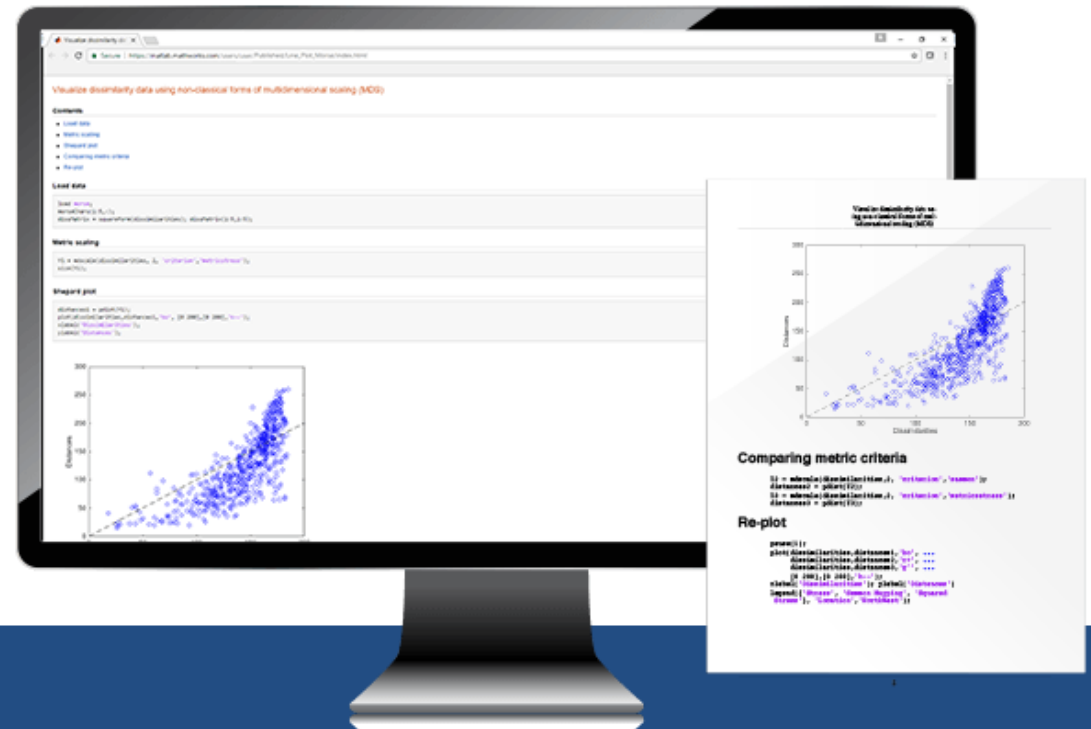
## Жодних завантажень чи установок

- ❑ MATLAB Online надає доступ до MATLAB з будь-якого стандартного веб-браузера з доступом в інтернет - просто увійдіть до системи.
- ❑ Він ідеально підходить для викладання, навчання та зручного, легкого доступу.



## Спільна робота через обмін через мережу та публікацію

- ❑ З MATLAB Online, ви можете поділитися своїми скриптами, «живими» скриптами та іншими файлами MATLAB безпосередньо.
- ❑ MATLAB Online автоматично оновлюється до останньої версії, надаючи узгоджену платформу з останніми функціями для всіх користувачів.
- ❑ Публікуйте свої скрипти, та «живі» скрипти в інтернеті у форматі PDF або HTML і ділитесь URL-посиланням з ким завгодно.



## Хмарне сховище та синхронізація

- ❑ Повна інтеграція з MATLAB Drive дає вам 5 ГБ для зберігання, доступу та керування файлами з будь-якого місця за допомогою MATLAB Online.
- ❑ Використовуйте MATLAB Drive Connector для синхронізації файлів між вашими комп'ютерами та MATLAB Online, усуваючи необхідність у ручному завантаженні або завантаженні.



## 5. Основні елементи робочого середовища Matlab. Вікна: command window, workspace, command history, current folder, current directory.

