

## MATLAB – skalary, macierze, liczby zespolone, standardowe funkcje

### Czym jest MATLAB ?

Jest to proste środowisko łączące obliczenia, wizualizację i programowanie.

**MATLAB = MATrix LABoratory (matrix – macierz)**

### Typowe zastosowania pakietu to:

- obliczenia matematyczne,
- algorytmy numeryczne,
- modelowanie i symulacja,
- analiza danych i wizualizacja,
- grafika inżynierska,
- aplikacje z wykorzystaniem GUI (graficznych interfejsów użytkownika).

### Pakiet MATLAB składa się z pięciu podstawowych elementów:

- **język MATLAB** – język wysokiego poziomu, umożliwiający tworzenie zarówno małych programów jak i kompletnych aplikacji
- **środowisko robocze MATLAB-a** – zestaw narzędzi do zarządzania zmiennymi w przestrzeni roboczej, m-plikami, aplikacjami MATLAB-a oraz do importowania i eksportowania danych
- **system graficzny** – zawierający funkcje wysokiego poziomu do tworzenia dwu- i trójwymiarowych wykresów, funkcje przetwarzania obrazu i tworzenia animacji oraz wiele niskopoziomowych poleceń umożliwiających pełną kontrolę nad grafiką
- **biblioteka funkcji matematycznych** – obejmuje zarówno funkcje podstawowe (np. sumowanie, funkcje trygonometryczne), funkcje macierzowe (odwracanie, liczenie wyznacznika) jak i wiele specjalistycznych funkcji matematycznych, np. funkcje Bessela, FFT
- **interfejs API** – biblioteka umożliwiająca tworzenie programów w językach C i Fortran, współpracujących z programami napisanymi w MATLAB-ie

### Tryby pracy z pakietem MATLAB:

- **bezpośredni** – typowy tryb roboczy, umożliwiający prowadzenie dialogu pomiędzy użytkownikiem a pakietem na zasadzie: pytanie – odpowiedź
- **pośredni** – za pomocą uruchomienia programu napisanego w języku pakietu MATLAB, czyli tzw. skryptu

### Praca z programem:

Po uruchomieniu pakietu można bezpośrednio wydawać polecenia w oknie MATLAB-a. O gotowości systemu świadczy widoczny w wierszu poleceń tzw. znak zachęty (>>). Polecenia zatwierdza się klawiszem <ENTER>.

**help** - system pomocy (wyświetla listę katalogów Matlab'a wraz z ich opisem w formacie katalog\temat).

**help temat** - podaje listę wszystkich poleceń odnoszących się do danej grupy, np. **help general** - polecenia ogólne, **help ops** – operatory i specjalne znaki.

**help nazwa\_polecenia** - pomoc dla konkretnego polecenia (podczas wyświetlania informacji o danym poleceniu jego nazwa wyświetlana jest dużymi literami).

**exit, quit** - zakończenie pracy z programem,

**demo** - interaktywna demonstracja pozwalająca poznać możliwości programu.

Uwaga: zwrócić szczególnie uwagę na: Visualization, Language/Graphics.

## Kombinacje klawiszy edycji linii poleceń

Kombinacja klawiszy	Funkcja
<b>przywołanie polecenia</b>	
↑, <Ctrl>+<P>	przywołuje poprzednią linię (komendę)
↓, <Ctrl>+<N>	przywołuje następną linię (komendę)
<b>przesunięcie kursora</b>	
←, <Ctrl>+<B>	przesuwa w lewo o jeden znak
→, <Ctrl>+<F>	przesuwa w prawo o jeden znak
<Ctrl>+ →, <Ctrl>+<R>	przesuwa w prawo o jedno słowo
<Ctrl>+ ←, <Ctrl>+<L>	przesuwa w lewo o jedno słowo
<Home>, <Ctrl>+<A>	przesuwa na początek linii
<End>, <Ctrl>+<E>	przesuwa na koniec linii
<b>usuwanie</b>	
<Del>, <Ctrl>+<D>	usuwa znak w miejscu kursora
<Backspace>, <Ctrl>+<H>	usuwa znak przed kursorem
<Ctrl>+<K>	usuwa do końca linii
<Esc>, <Ctrl>+<U>	usuwa całą bieżącą linię

### Podstawowym typem danych w MATLAB-ie jest macierz dwuwymiarowa.

W szczególnym przypadku może to być:

- **skalar** – macierz o rozmiarze 1 x 1,
- **wektor wierszowy** – macierz o jednym wierszu,
- **wektor kolumnowy** – macierz o jednej kolumnie.

### Zmienne i polecenia

```
>> a = 2 <Enter>
```

**a** - nazwa zmiennej (musi rozpoczynać się literą i może składać się z dowolnej liczby liter, cyfr i znaków podkreślenia). Potwierdzeniem wykonania komendy jest wyświetlenie na ekranie nazwy zmiennej i jej nowej wartości:

```
a =
    2
```

Jeśli na końcu polecenia umieścimy znak średnika, to potwierdzenie nie będzie wyświetlane, np.

```
>> b = -3;
```

Jeśli chcemy sprawdzić zawartość zmiennej, to wpisujemy w oknie poleceń jej nazwę:

```
>>> a
```

Jeśli wpisujemy polecenie Matlaba nie określając nazwy zmiennej wynikowej, to wynik operacji będzie przechowywany w standardowej zmiennej roboczej **ans**.

```
>> sqrt(a)
ans =
    1.4142
```

Polecenie powinno mieścić się w jednym wierszu. Jeśli jest dłuższe, można zakończyć wiersz trzema kropkami i kontynuować w następnym

```
>> obecny_wynik = poprzedni_wynik ...
>> + alfa * (1 - beta + fi * (3*gamma - 1))
```

Jeśli chcemy napisać kilka poleceń w jednym wierszu, oddzielamy je średnikami (wówczas ich wyniki nie będą wyświetlone) lub przecinkami (wyniki się pojawiają).

```
>> x=1; y=2*x; z=y^3;
```

**Liczby w MATLAB-ie** można wpisywać w postaci:

- stałopozycyjnej (używając opcjonalnie znaku + lub - oraz kropki dziesiętnej), np.

```
-14,57      >> c = -14.57
```

- zmiennopozycyjnej (z użyciem znaku e lub E poprzedzającego wykładnik potęgi 10), np.

```
-7,351·106  >> d = -7.351e6
```

```
5,43·10-4   >> d = 5.43e-4
```

### Liczby zespolone

Liczby zespolone można wprowadzać w dwojaki sposób:

```
>> z = 3 + 4j      lub   >> z = 3 + 4i
```

Przy wyświetlaniu przy części urojonej zawsze występuje i.

### Łańcuchy znaków

Zmiennym można przypisywać także łańcuchy znaków, tekst umieszczany jest wtedy w apostrofach:

```
>> napis = 'to jest tekst';
```

Do wyświetlenia tekstu lub zmiennej zawierającej łańcuch znaków służy polecenie **disp**.

```
>> disp('fragment tekstu');
```

```
>> disp(napis);
```

Jeśli chcemy sprawdzić jakie zmienne znajdują się w przestrzeni roboczej, to możemy użyć jednego z poniższych poleceń:

**who** - podaje tylko nazwy zmiennych,

**whos** - podaje informację rozszerzoną.

### Inne przydatne polecenia

**clear** - usuwa wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej,

**clear lista\_zmiennych** - usuwa z przestrzeni roboczej tylko te zmienne, których nazwy znalazły się na liście,

**clc** - czyści okno poleceń MATLAB-a i ustawia kursor w lewym górnym rogu,

Formaty liczb - polecenie **format** (polecenie to zmienia tylko sposób wyświetlania liczb, nie ma natomiast wpływu na dokładność obliczeń)

**format short** - 5 cyfr, reprezentacja stałoprzecinkowa,

**format long** - 15 cyfr, reprezentacja stałoprzecinkowa,

**format short e** - 5 cyfr, reprezentacja zmiennoprzecinkowa,

**format long e** - 15 cyfr, reprezentacja zmiennoprzecinkowa,

**format rat** - wypisywanie liczb w postaci ułamka,

**format** - powrót do standardowych ustawień.

### Operatory arytmetyczne

dodawanie +

odejmowanie -

mnożenie \*

dzielenie /

potęgowanie ^

Dodatkowo stosujemy nawiasy ( oraz ), jeśli sytuacja tego wymaga. W zagnieżdżeniach używamy wyłącznie nawiasów ( oraz ).

np.  $\frac{2.7^4 - \sqrt[3]{2.93}}{3.14^{1.5}}$  >> (2.7^4-2.93^(1/3))/(3.14^1.5)

np.  $\sqrt[4]{5.17} - 2.91^{\frac{1}{3}} - 3 \gg 5.17^{(1/4)} - 2.91^{(1/3)} - 3$

### Funkcje matematyczne

Argumentami poniższych funkcji mogą być liczby (w tym także zespolone) oraz macierze. W drugim przypadku funkcja wykonywana jest oddzielnie na każdym elemencie macierzy.

Funkcja	Opis
sin(x), cos(x), tan(x), cot(x)	Funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens; argument podawany jest w radianach (można wykorzystać stałą <b>pi</b> określającą liczbę $\pi$ )
sqrt(x)	$\sqrt{x}$ – pierwiastek kwadratowy
exp(x)	$e^x$
log(x)	ln x – logarytm naturalny
log2(x)	$\log_2(x)$ – logarytm o podstawie 2
log10(x)	$\log_{10}(x)$ – logarytm dziesiętny
abs(x)	wartość bezwzględna lub moduł liczby zespolonej
angle(x)	argument liczby zespolonej
real(x), imag(x)	część rzeczywista i urojona liczby zespolonej
conj(x)	liczba zespolona sprzężona
ceil(x)	zaokrąglenie liczby w górę
floor(x)	zaokrąglenie liczby w dół
round(x)	zaokrąglenie liczby do najbliższej całkowitej

### Definiowanie macierzy

- elementy w wierszu macierzy oddzielamy spacją lub przecinkiem,
- średnik lub znak nowego wiersza kończy wiersz macierzy i powoduje przejście do następnego,
- cała lista elementów musi być ujęta w nawiasy kwadratowe

Przykłady:

a) macierz  $A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & -10 \\ 7 & 6 & 1 \end{bmatrix}$

`>> A=[0 2 -10; 7 6 1]`

lub

`>> A=[0 2 -10`

`>> 7 6 1]`

b) wektor wierszowy  $B=[1 \ 0 \ -2 \ 3]$

`>> B=[1 0 -2 3]`

c) wektor kolumnowy  $C = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 5 \end{bmatrix}$

`>> C=[3; 2; 5]`

lub

`>> C=[3`

`>> 2`

`>> 5]`

d) macierz o wartościach zespolonych  $D = \begin{bmatrix} 2+3i & -1+1.5i \\ 3-7i & 2i \end{bmatrix}$

```
>> D=[2 -1; 3 0]+i*[3 1.5; -7 2]
```

lub

```
>> D=[2+3i -1+1.5i; 3-7i 2i]
```

#### Wykorzystanie dwukropka do generowania macierzy

**min:max** - generuje wektor wierszowy zawierający liczby całkowite z przedziału  $\langle \text{min}, \text{max} \rangle$ ,

**min:krok:max** - generuje wektor wierszowy zawierający liczby od **min** do **max** o wartościach zmieniających się o krok,

```
>> B = 1:4
```

B =

```
1 2 3 4
```

```
>> C = 5:3:15
```

C =

```
5 8 11 14
```

```
>> A = [1:4; 1:0.5:2.5]
```

A =

```
1.0000 2.0000 3.0000 4.0000
```

```
1.0000 1.5000 2.0000 2.5000
```

#### Generowanie macierzy specjalnych

**eye(n)** - macierz jednostkowa o rozmiarze  $n \times n$  (jedyńki na głównej przekątnej, reszta elementów równa zero),

**ones(n)** - macierz o rozmiarze  $n \times n$  o wszystkich elementach równych **1**,

**zeros(n)** - macierz o rozmiarze  $n \times n$  o wszystkich elementach równych **0**,

**rand(n)** - macierz o rozmiarze  $n \times n$  wypełniona liczbami pseudolosowymi z przedziału  $\langle 0,1 \rangle$ ,

Powyższe funkcje generują macierze kwadratowe ( $n \times n$ ), dla macierzy prostokątnych należy podać dwa argumenty, np. **ones(n,m)** **n** - liczba wierszy, **m** - liczba kolumn

#### Odwołania do elementów macierzy

Do elementu macierzy **A** znajdującego się w wierszu o indeksie **i** oraz kolumnie o indeksie **j** odwołujemy się poprzez **A(i,j)**. Elementem takim można posługiwać się jak każdą inną zmienną.

Do elementów macierzy można odwoływać się także przy użyciu jednego indeksu:

- jeśli **A** jest wektorem, to odwołanie **A(i)** oznacza odwołanie do **i**-tego elementu wektora,

- jeśli **A** jest macierzą dwuwymiarową, to odwołanie **A(i)** oznacza odwołanie do wektora

kolumnowego uformowanego z kolejnych kolumn oryginalnej macierzy, umieszczonych jedna pod druga, np.

```
>> A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];
```

```
>> A(2,3)
```

ans =

```
6
```

```
>> A(6)
```

ans =

```
8
```

Wykorzystując dwukropek można odwoływać się do wybranych fragmentów macierzy:

**A(i,:)** - **i**-ty wiersz macierzy **A**,

**A(:,j)** - **j**-ta kolumna macierzy **A**,

**A(:)** - cała macierz w postaci wektora kolumnowego,

**A(i,j:l)** - elementy **i**-tego wiersza macierzy **A** o numerach od **j** do **l**,