

Metody numeryczne w fizyce

Laboratorium 1 – Matlab – wprowadzenie

1. Praca w Command Window

Najprostszym sposobem pracy w środowisku Matlab jest wydawanie poleceń w Oknie poleceń (Command Window) po symbolu zachęty (>>).

1. Pomnóż 3 przez 7 wpisując polecenie $3*7$ po symbolu zachęty.

Wyniki wykonywanych działań są domyślnie umieszczane w zmiennej **ans**.

Wykorzystując operator przypisania (=) można umieścić wynik obliczeń w dynamicznie utworzonej zmiennej.

2. Pomnóż 3 przez 7 umieszczając wynik działania w zmiennej **p** ($p = 3*7$).

Operator przypisania pozwala przypisać wartość wyrażenia z prawej strony do zmiennej umieszczonej po lewej.

3. Wprowadź polecenie $p = p + 2$, sprawdź co się stanie.

W oknie przestrzeni roboczej (Workspace) znajduje się podgląd wszystkich zmiennych.

4. Sprawdź jakie zmienne znajdują się w przestrzeni roboczej.

Jeśli polecenie zakończysz średnikiem (;), to wynik działania nie zostanie wyświetlony.

5. Wprowadź polecenie $m = 13 - 8$; i sprawdź czy w przestrzeni roboczej pojawiła się zmienna **m** oraz czy jej wartość jest zgodna z oczekiwaniem.

Pracując w Command window, możesz się łatwo cofnąć do wcześniejszych poleceń wykorzystując strzałkę w górę.

6. Cofnij się do polecenia $p = 3*7$ i zmodyfikuj je następująco $p = 3*m$.

Nazwy zmiennych muszą zaczynać się literą oraz mogą zawierać litery, cyfry i znak podkreślenia.

7. Wprowadź polecenia $a = 3$ oraz $A = 4$.

8. Wprowadź polecenie, które utworzy zmienną **avgAa** i przypisze jej wartość średniej zmiennych **a** oraz **A**.

Zawartość przestrzeni roboczej można łatwo zapisać do pliku poleceniem **save**.

Polecenie **save nazwapliku** utworzy plik **nazwapliku.mat** i zapisze w nim wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej.

9. Zapisz zawartość przestrzeni roboczej do pliku **dane.mat**.

Zawartość przestrzeni roboczej można wyczyścić poleceniem **clear**.

10. Użyj polecenia **clear**, aby usunąć zmienne z przestrzeni roboczej.

Do odczytania zmiennych z pliku można wykorzystać polecenie **load**.

Polecenie **load nazwapliku**, wczyta dane zapisane w pliku **nazwapliku.mat**.

11. Wczytaj zmienne z utworzonego wcześniej pliku **dane.mat**.
12. Ponownie wyczyść przestrzeń roboczą, a następnie wprowadź polecenie **load dane p**.
Co się stało?
13. Wczytaj ponownie wszystkie zmienne z pliku **dane.mat**, a następnie wprowadź polecenie **save tylkop p**.

Poleceniem **clc** możesz wyczyścić Command Window.

14. Wprowadź polecenie **clc**.

W środowisku Matlab dostępne są wbudowane stałe (np. stała **pi**).

15. Wyczyść przestrzeń roboczą, a następnie utwórz zmienną **x** o wartości $\pi/4$.

W środowisku Matlab dostępnych jest wiele funkcji wbudowanych (np. funkcja **sin**). Argumenty funkcji podaje się w nawisach zwykłych.

16. Utwórz zmienną **y** i przypisz jej wartość cosinusa (**cos**) zmiennej **x**.

Operatorem potęgowania w Matlabie jest **^**.

17. Oblicz wartość kwadratu zmiennej **y**.
18. Użyj funkcji **sqrt** do obliczenia pierwiastka z **-16**. Obliczoną wartość przypisz do zmiennej **z**.
Zauważ, że wynik zawiera liczbę urojoną **i**, która jest stałą Matlabu.

Sposób wyświetlania danych można zmieniać funkcją **format**.

19. Wprowadź polecenie **format long**, następnie wyświetl zawartość zmiennej **x**.
20. Wprowadź polecenie **format short**, aby powrócić do standardowego formatu.

2. Praca z edytorem

Praca w Command Window pozwala łatwo i szybko sprawdzić działanie wybranych poleceń. Do pracy z bardziej złożonymi problemami wykorzystuje się okno edytora (Editor).

21. Utwórz nowy skrypt i zapisz go pod nazwą **mnf_101.m**.
22. Umieść w skrypcie polecenia, które utworzą zmienną **r** o wartości **0.5**, a następnie obliczą pole koła o promieniu **r**. Uruchom skrypt.
23. Dodaj do skryptu polecenie, które obliczy obwód koła o promieniu **r**. Zmodyfikuj wartość **r**. Uruchom skrypt ponownie.
24. Wprowadź polecenie **mnf_101** w Command Window.

3. Tworzenie tablic

Jedna liczba (skalar) jest w Matlabie tablicą rozmiaru 1 na 1.

25. Wyczyść przestrzeń roboczą i utwórz zmienną **x** o wartości 3. Następnie wywołaj funkcję **size** przekazując **x** jako argument.

Tablicę można utworzyć wykorzystując nawiasy kwadratowe. Polecenie $\mathbf{x} = [2 \ 3]$, utworzy tablicę o zawierającą dwa elementy: 2 oraz 3.

26. Utwórz zmienną \mathbf{x} – tablicę zawierającą dwa elementy: 4 oraz 7.

Elementy tablicy oddzielone spacją lub przecinkiem będą umieszczone w wierszu. Natomiast elementy rozdzielone średnikiem będą umieszczone w kolumnie.

27. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający dwa elementy: 5 oraz 6.

28. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor kolumnowy zawierający dwa elementy: 4 oraz 9.

29. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający trzy elementy: -1, 2 oraz -9.

30. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor kolumnowy zawierający trzy elementy: 1, 0.1 oraz 0.5.

Wykorzystując spacje i średniki można utworzyć tablice prostokątne. Przykładowo polecenie $\mathbf{x} = [1 \ 1 \ 2; \ 3 \ 5 \ 8]$ utworzy zmienną \mathbf{x} o dwóch wierszach i trzech kolumnach.

31. Utwórz zmienną \mathbf{x} – tablicę rozmiaru 2 na 3 zawierającą elementy: 1, 2, 3; 4, 5, 6.

Elementy tablicy mogą być podawane jako wyrażenia.

32. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający: $\sqrt{2}$ oraz π^3 .

Często będziemy pracować wektorami zawierającymi równoodległe liczby.

33. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający kolejno liczby: 1, 2, 3.

W przypadku długich wektorów można wykorzystać skróconą notację z dwukropkiem (:).

34. Sprawdź działanie polecenia: $\mathbf{x} = 3 : 7$.

Domyślnie liczby odległe są o 1. Można podać własną wartość kroku. Polecenie $\mathbf{x} = [3 : 2 : 7]$ utworzy zmienną \mathbf{x} o elementach: 3, 5, 7.

35. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający liczby od 0 do 5 z krokiem 0.5.

Innym sposobem generowania wektorów jest wykorzystanie funkcji `linspace`, która pobiera trzy argumenty: pierwszy element, ostatni element oraz liczbę wszystkich elementów. Argumenty funkcji są oddzielane przecinkiem.

36. Utwórz zmienną \mathbf{x} – wektor wierszowy zawierający 11 liczb od 0 do 5.

Wektor wierszowy można zamienić w wektor kolumnowy wykorzystując operator transpozycji `'`.

37. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{x}'$.

W środowisku Matlab dostępne są również funkcje, które pozwalają tworzyć przydatne macierze.

38. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{rand}(2)$.

39. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{rand}(5)$.

40. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{rand}(2, 3)$.

41. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{ones}(2, 3)$.

42. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{ones}(3)$.

43. Sprawdź działanie polecenia $\mathbf{x} = \mathbf{zeros}(2, 3)$.

44. Sprawdź działanie polecenia `x = zeros(3)`.

45. Sprawdź działanie serii poleceń

```
x = rand(2),  
y = rand(size(x)).
```

4. Odwoływanie się do elementów tablic.

W celu odwołania się do elementów tablicy możemy wykorzystać indeksy podawane w kolejności wiersz, kolumna. Indeksy są liczone od 1.

46. Utwórz zmienną `x` – tablicę liczb losowych rozmiaru 7 na 3. Następnie odczytaj wartość elementu znajdującego się w szóstym wierszu, w drugiej kolumnie.

Wykorzystując słowo kluczowe `end`, można łatwo odnieść się do ostatniego elementu wiersza lub kolumny.

47. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartość elementu tablicy `x` znajdującego się w ostatnim wierszu w drugiej kolumnie.

Słowo kluczowe `end` można umieszczać w wyrażeniach arytmetycznych.

48. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartość elementu tablicy `x` znajdującego się w przedostatnim wierszu w drugiej od końca kolumnie.

Zastąpienie wybranego indeksu znakiem dwukropka powoduje zwrócenie wszystkich elementów w tym wymiarze.

49. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartości z drugiej kolumny tablicy `x`.

50. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartości z drugiego wiersza tablicy `x`.

Operator dwukropka pozwala definiować zakresy przy indeksowaniu.

51. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartości z wierszy od 2 do 4 tablicy `x`.

52. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartości z wierszy od 3 do ostatniego tablicy `x`.

Indeksy nie muszą być kolejnymi liczbami.

53. Utwórz zmienną `y` i przypisz jej wartości z wierszy 1, 3 oraz 7 tablicy `x`.

Indeksy mogą być wykorzystane do zmieniania wartości elementów w tablicy.

54. W tablicy `x` umieść wartość 3 w czwartym wierszu w drugiej kolumnie.

55. W tablicy `x` umieść wartość 3 w drugim wierszu w czwartej kolumnie.

5. Praca z tablicami

W środowisku Matlab wiele operacji można wykonywać na tablicach. Można do tablicy dodać skalar.

56. Wyczyść przestrzeń roboczą. Utwórz zmienną `x` zawierającą liczby 1, 2, 3. Następnie wykonaj polecenie `y = x + 2`.

Można również dodawać do siebie tablice (o takich samych rozmiarach).

57. Utwórz zmienną `z` zawierającą sumę tablic `x` oraz `y`.

Tablice można mnożyć i dzielić przez skalary.

58. Wykonaj polecenie `a = x*3`.

59. Wykonaj polecenie `b = z/5`.

Tablice mogą być argumentami funkcji (np. funkcji `max`).

60. Wykonaj polecenie `xMax = max(x)`.

61. Wykonaj polecenie `xSqrt = sqrt(x)`.

Operacja mnożenie dla tablic jest mnożeniem macierzowym.

62. Spróbuj wykonać polecenie `x = [2 3] * [4 5]`. Czy operacja zakończyła się sukcesem?

Mnożenie element po elemencie uzyskuje się operatorem `.`

63. Wykonaj polecenie `x = [2 3] .* [4 5]`. Czy tym razem operacja zakończyła się sukcesem?

6. Wywoływanie funkcji

Niektóre funkcje mogą zwracać więcej niż jedną wartość. Funkcja `size` może zwracać dwuelementowy wektor liczb lub dwie liczby zawierające liczbę wierszy oraz kolumn.

64. Wyczyść przestrzeń roboczą. Wykorzystując funkcję `rand` utwórz dwie zmienne: `x` – siedmioelementowy wektor wierszowy oraz `y` – tablicę liczb rozmiaru 3 na 5.

Następnie wykonaj polecenia:

```
sx = size(x)
```

```
sy = size(y)
```

```
[xr, xc] = size(x)
```

```
[yr, yc] = size(y)
```

Podobnie może zachowywać się funkcja `max`.

65. Sprawdź działanie poleceń:

```
[xMax, ixMax] = max(x)
```

```
[yMax, iyMax] = max(y)
```

7. System pomocy

Informacje o działaniu funkcji wbudowanych można uzyskać z rozbudowanego systemu pomocy.

66. Sprawdź działanie poleceń:

```
help randi
```

```
doc randi
```

Na podstawie informacji uzyskanych z systemu pomocy, stwórz zmienną `x` zawierającą tablicę losowych liczb całkowitych (z zakresu od 1 do 17) o rozmiarze 5 na 9.

8. Rysowanie wykresów

Do tworzenia wykresów danych można wykorzystać funkcję `plot`.

67. Wyczyść przestrzeń roboczą. Stwórz zmienną `x1` – wektor wierszowy zawierający liczby od -2 do 2 z krokiem 0.5. Następnie wykonaj polecenia:

```
y1 = x1.^2  
plot(x1,y1)
```

Funkcja `plot` może przyjmować dodatkowe argumenty, które określają kolor, styl linii oraz rodzaj znaczników punktów.

68. Wykorzystując system pomocy narysuj wykres `y1` względem `x1` używając czerwonej linii przerywanej i znaczników kwadratowych.
69. Wykonaj następujące polecenia:

```
x2 = -2:2  
y2 = x2.^3  
plot(x2,y2,'k*')
```

Zwróć uwagę, że nowy wykres został umieszczony w tym samym oknie, ale poprzedni wykres nie jest już dostępny.

Wykorzystując funkcję `hold` można spowodować zatrzymanie poprzednich wykresów.

70. Wykonaj następujące polecenia:

```
hold on  
plot(x1,y1,'r--s')  
hold off
```

Funkcja `plot` może przyjmować jeden wektor danych, wtedy na osi x umieszcza odpowiednie indeksy.

71. Sprawdź działania polecenia `plot(y2)`
72. Sprawdź działania polecenia `plot(y2,'LineWidth',3)`
73. Sprawdź działania polecenia `plot(y2,'ro-','LineWidth',5)`

Do wykresów można łatwo dodawać opisy.

74. Zapoznaj się z dokumentacją funkcji `title`. Przetestuj jej działanie.
75. Zapoznaj się z dokumentacją funkcji `xlabel` oraz `ylabel`. Przetestuj ich działanie.
76. Zapoznaj się z dokumentacją funkcji `legend`. Przetestuj jej działanie.

9. Indeksowanie z wykorzystaniem wartości logicznych

W środowisku Matlab można wykorzystywać operatory porównania `<`, `>`, `<=`, `>=`, `==`, `~=`.

77. Wyczyść przestrzeń roboczą, a następnie utwórz zmienną `test`, która zawiera wynik sprawdzenia, czy π jest większe od 3.

Operatory porównania mogą działać na całym wektorze.

78. Utwórz (funkcją `rand`) pięcioelementowy wektor wierszowy `x`. Sprawdź działanie polecenia:
- ```
x < 0.5
```

*Wektor wartości logicznych może być wykorzystany do indeksowania elementów w wektorze.*

79. Sprawdź działanie polecenia: `x(x < 0.5)`.

*W ten sposób można też modyfikować wartości elementów.*

80. Sprawdź działania polecenie: `x(x < 0.5) = 0`.

*Wektory wartości logicznych można łączyć wykorzystując operatory logiczne koniunkcji (&) oraz alternatywy (|).*

81. Sprawdź działanie poleceń:

```
x = rand(1,5)
y = x(x > 0.2 & x < 0.8)
```

## 10. Proste struktury programistyczne

*Do sterowania przebiegiem programów można wykorzystywać instrukcję warunkową `if` oraz pętlę `for`.*

82. Napisz skrypt, który przypisuje zmiennej `x` losową wartość (z wykorzystaniem funkcji `rand`). Następnie przypisuje wartość zmiennej `y`: jeśli `x > 0.5`, to `y = 1` w przeciwnym przypadku `y = -1`. Uruchom skrypt kilka razy i sprawdź jego działanie.

83. Przenieś poniższe instrukcje do skryptu

```
hold on
for idx = 1:10
 plot(rand(), rand())
 pause(1)
end
```

Sprawdź jego działanie uruchamiając skrypt kilka razy.

Materiały opracowane na podstawie kursu on-line MATLAB Onramp dostępnego w ramach Matlab Academy.

<https://matlabacademy.mathworks.com/R2020b/portal.html?course=gettingstarted>

Wersja wykorzystująca aktualną wersję oprogramowania

<https://matlabacademy.mathworks.com/R2022b/portal.html?course=gettingstarted>

Karol Tarnowski  
Wrocław, 2023