

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт

з курсу: "Системи символної математики"

**ПРОВЕДЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ  
У СИСТЕМІ МАТЛАВ**

для студентів спеціальностей:

113 Прикладна математика, 122 Комп'ютерні науки

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету  
протокол № 1 від 16.02.2023 р.

Харків  
НТУ "ХПІ"  
2023

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Системи символічної математики" "Проведення математичних розрахунків у системі MATLAB" для студентів спеціальностей 113 – Прикладна математика, 122 – Комп'ютерні науки / уклад.: О. І. Трубаєв, В. О. Метельов, С. П. Іглін – Х.: НТУ «ХПІ», 2023. – 53 с.

Укладачі: О. І. Трубаєв, к.т.н., В. О. Метельов, к.т.н., С. П. Іглін, к.т.н.

Рецензанти: Г. І. Львов, д.т.н.

Кафедра "Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії"

# Зміст

Вступ . . . . .	4
1. Робота в середовищі MATLAB . . . . .	5
2. Логічні та умовні оператори . . . . .	8
3. Цикли та функції . . . . .	10
4. Побудова графіків . . . . .	14
5. Побудова графіків (продовження) . . . . .	16
6. Побудова графіків кусково-заданих функцій . . . . .	18
7. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь . . . . .	20
8. Проблема власних значень . . . . .	26
9. Розв'язання нелінійних рівнянь . . . . .	30
10. Розв'язання систем нелінійних рівнянь . . . . .	32
11. Інтерполяція . . . . .	34
12. Апроксимація . . . . .	37
13. Аналітичне диференціювання . . . . .	38
14. Аналітичне інтегрування функцій . . . . .	42
15. Чисельне інтегрування функцій. . . . .	44
16. Аналітичне інтегрування диференціальних рівнянь . . . . .	46
17. Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь та їхніх систем (задача Коши). . . . .	48
18. Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь та їхніх систем (крайова задача). . . . .	49
Висновки . . . . .	51
Література . . . . .	52

# Вступ

У лабораторному практикумі наведено завдання, призначені для студентів спеціальностей 122 — Комп'ютерні науки, 113 — Прикладна математика, які вивчають курси "Системи символьних обчислень", "Системи символьної математики" з використанням MATLAB — програмного засобу для вирішення наукових та інженерних завдань. MATLAB поєднує в собі гнучку систему символічного програмування, потужні засоби чисельного розв'язання задач та відображення результатів обчислень [6], що сприяє його поширенню в університетських та наукових центрах.

Після виконання кожної роботи студенти складають звіт, який повинен містити титульний лист (зразок надається викладачем), завдання, теоретичні відомості, результати виконання завдання, висновки та список джерел інформації. До складання іспиту чи заліку всі роботи повинні бути зараховані викладачем на підставі співбесіди.

# 1. Робота в середовищі MATLAB

## Мета роботи

Ознайомлення з роботою в операційному середовищі MATLAB. Використання шляхів доступу, оперування робочою областю системи MATLAB.

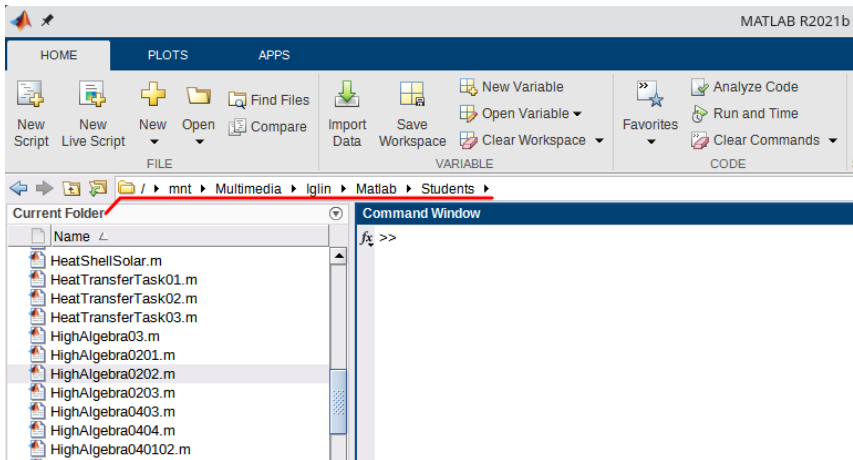


Рис. 1.1. Поточна тека

## Лабораторне завдання

1. Створити *свою теку* для роботи в MATLAB.
2. Завантажити MATLAB.
3. Встановити як робочу *свою теку*, замість стандартної теки `*/work` (за умовчанням), змінивши зверху вміст рядка Current Folder (див. рис. 1.1).
4. Ознайомитися з вікнами MATLAB. Використовуючи команду View, навчитися видаляти та додавати вікна.
5. Перейти у вікно Command Window. Обчислити:
  - суму та різницю будь-яких двох чисел без присвоювання значень змінним;
  - добуток та частку від ділення будь-яких двох чисел – з присвоюванням значень змінним;
  - перевірити результати обчислень  $\frac{1}{0}$  та  $\frac{0}{0}$ .
6. Подивитися список елементарних математичних функцій.
7. Обчислити задані функції за своїм варіантом. Перевірити правильність отриманих результатів.

8. Подивитися список змінних робочої області.
9. Зберегти результати обчислень.
10. Очистити робочу область даних MATLAB.

## Варіанти ІДЗ

1.  $y = \frac{|a^2 - b^2|}{\sin kx} + 10^4 \sqrt[5]{|\sin kx - bc|} - \frac{k^2 + \operatorname{tg} 3k}{e^{kx}};$   
 $a = 3.5; b = -0.7; i = 2; x = 0.8.$
2.  $y = 10^4 \sin^2 i - \frac{0.32x^3 + 4x + b}{\cos ia} \sqrt[6]{0.32x^3 - b + |b|};$   
 $a = 3.5; b = -0.7; i = 2; x = 0.8.$
3.  $y = \operatorname{tg} ik + 10^3 e^{-5} + \sqrt[3]{\frac{10^2 |kx|}{(a+b)^2}} - \frac{ax^3 - b}{(a+b)^2};$   
 $i = 5; b = 2.35; a = 25.2; x = 0.1; k = -2.$
4.  $y = \frac{\sqrt{|c-d| + (a+c)^2}}{\sin 2i} + 10^{-3} e^{ix} - \frac{|c-d| + a^2}{\sqrt[3]{(a+c)^2}};$   
 $a = -1.25; d = 2.5; i = 5; c = 0.05; x = 1.35.$
5.  $y = \frac{\ln kx}{\sin 7} - \sqrt{|x - a^2|} - \frac{10^4 a - b}{\cos kx} + \sqrt[3]{x - a^2} + c^3 x;$   
 $a = 0.93; b = 5.61; c = 0.31; x = -2.5; k = 2.$
6.  $y = 10^4 \frac{ax}{b^2} - \left| \frac{a-b}{kx} \right| + \frac{\ln 3}{\sqrt[3]{ax^2 + b^2}} - e^{-kx};$   
 $a = 3.5; b = 0.35; x = 1.523; k = -2.$
7.  $y = -\frac{|b-a|}{kx} + 10^4 \sqrt[5]{|\cos kx|} + \sqrt{\frac{abc}{2.4}} - \frac{0.7abc}{\sin 7};$   
 $a = 1.7; b = -1.25; c = -0.3; x = 2.5; k = 3.$
8.  $y = \sin \frac{a-x}{c} + 10^4 \sqrt[3]{\frac{a-kx^2}{2b}} + \frac{\cos kx^2}{\operatorname{tg} 3} - \frac{bc}{ax};$   
 $a = -1.3; b = 0.91; c = 0.75; x = 2.32; k = 8.$
9.  $y = \frac{\sqrt[3]{\ln x + a^2}}{0.47x^2} - \left| 0.47x^2 - \frac{10^4}{7} \cos^2 k \right| - \frac{c}{x};$   
 $c = 1.52; a = -2.4; x = 0.29; k = 3.$
10.  $y = \frac{1.5(a-b)^2}{|a-b|c} + \frac{i}{5} + 10^3 \sqrt{|a-b|} - \frac{(a+x^2) \cos 7}{ix^2 + a^2 bc};$   
 $a = -2.5; b = 1.35; i = 3; c = -0.72; x = 2.75.$
11.  $y = -\frac{(x-d)(x^2 + b^2)}{\sqrt[3]{x^2 + b^2 - cd}} + 10^{-3} \operatorname{tg} kn - \frac{\cos kx}{\sin 5};$   
 $d = 1.25; b = 0.75; n = 4; c = 2.2; x = 0.32; k = 2.$
12.  $y = -\frac{\cos i}{\sin kx} + \frac{ax^2 + |d|}{(a+b)^2} - 10^4 \sqrt[6]{\frac{kx}{(a+b)^2}};$

- $d = -0.01; b = 1.25; a = 4.72; i = 2; x = 2.25; k = 3.$
13.  $y = \cos k(x - a) + 10^{-4} \frac{(x + a)^3 + x^4 d}{k(x - a)^3} + \frac{\sqrt[5]{|x + a|}}{2.4b};$   
 $d = 0.95; b = 0.05; a = -3.25; x = 8.2; k = 4.$
14.  $y = \sqrt[5]{|ax^2 - b^3|} + \ln kx - \frac{e^{kx} + c^2}{\sin kx} - 10^{-3} \sqrt[3]{2157};$   
 $c = 1.72; b = -0.31; a = 2.01; x = 0.48; k = 3.$
15.  $y = \frac{1}{9} - 10^{-4} e^{kx} + \cos \sqrt{x^2 + b} + \frac{\sqrt{x^2 + b}}{0.4x} + \frac{\sin 3}{(x^2 + b)^n};$   
 $x = 2.5; b = 0.04; k = 3; n = 5.$
16.  $y = \sqrt[3]{x^2 + c^2}; x = e^{mk}; c = \cos^2 m + k^2;$   
 $k = 2; m = 1.8.$
17.  $y = \arctg^3 |p|; p = \sqrt{x^2 + a^2}; x = \sqrt{a} + \sqrt{b};$   
 $a = 7; b = 2.3.$
18.  $y = \frac{x^3}{t^2}; x = e^{\sqrt{p+a}}; t = p^3 + a^3;$   
 $a = 2; p = 1.6.$
19.  $y = a \sin^2 b + b \cos^2 a; a = \sqrt[3]{|b + c|}; b = \sqrt{x};$   
 $x = 1.52; c = 5.$
20.  $y = \arctg^3 x^2; x = p + k; k = \sqrt{p + t^2};$   
 $t = 4.1; p = 3.$
21.  $y = \cos^2(a + \sin b); a = \sqrt{|x|}; b = x^4 + m^2;$   
 $m = 2; x = 1.1.$
22.  $y = \sin^3 a + \cos^2 x; a = c + k^2; c = \arctg |x|;$   
 $k = 7.2; x = 0.5.$
23.  $y = e^{\sqrt{|x|}} + \cos x; x = a + c^3; a = \sin^5 b;$   
 $b = 3; c = 1.7.$
24.  $y = a \cos x - b \sin x; x = \sqrt[3]{a - b}; a = t^2 b;$   
 $t = 2.2; b = 3.$
25.  $y = \sqrt{x} \sin a + \sqrt{b} \cos x; a = \lg |x|; b = x + p^3;$   
 $x = 11; p = 2.6.$
26.  $y = \lg a + \lg b; a = \sqrt{x^2 + b^2}; x = e^b + N;$   
 $N = 7.1; b = 3.$
27.  $y = \ln |x + t|; x = t^2 + p; t = p^2 + \sqrt{M};$   
 $M = 3.8; p = 2.$
28.  $y = e^{a-b}; a = \lg |t + b^2|; t = b^2 + \sqrt{bx};$   
 $b = 2; x = 1.2.$
29.  $y = \sqrt[3]{x^2 + c^2}; x = e^{mk}; c = \cos^2 m + k^2;$   
 $k = 2; m = 1.8.$
30.  $y = x^2 + \sqrt[3]{|x|}; x = \cos^2 b + \sin^2 a; a = \sqrt{b + t^2};$   
 $b = 7.1; t = 2.$

## 2. Логічні та умовні оператори

### Мета роботи

Ознайомлення з операціями відношення, логічними операціями та умовними операторами, набуття навичок їх використання. Створення програм на мові MATLAB з використанням операцій відношення, логічних операцій та умовних операторів.

### Лабораторне завдання

З файлу-сценарію за допомогою функції діалогового введення ввести з клавіатури всі необхідні дані. Виконати розрахунки з використанням умовних операторів і вивести результати в командне вікно.

### Варіанти ІДЗ

1. Знайти суму додатних з чотирьох заданих змінних.
2. Знайти максимальне значення з чотирьох заданих змінних.
3. Задані чотири змінні. Найменшу з них замінити на суму інших.
4. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість від'ємних і кількість нульових серед них.
5. Знайти добуток від'ємних з чотирьох заданих змінних.
6. Задані дві фігури: квадрат заданий довжиною сторони, а круг — довжиною радіуса. Визначити, яка з них має більшу площу та в скільки разів.
7. Задані чотири змінні. Все від'ємні серед них замінити абсолютними значеннями та збільшити вдвічі.
8. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість нульових, додатних і від'ємних серед них.
9. Задані чотири змінні. Знайти серед них найближчу за значенням до заданої п'ятої змінної  $x$ .
10. Задані чотири змінні. Всі додатні серед них замінити їхніми значеннями, помноженими на  $-5$ .
11. Знайти мінімальне та максимальне значення з чотирьох заданих змінних.
12. Задані чотири змінні. Визначити, які з них цілі.
13. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість і добуток змінних, що потрапили у відрізок  $[1; 5]$ .
14. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість від'ємних і кількість нульових серед них.
15. Знайти добуток від'ємних серед чотирьох заданих змінних.
16. Знайти суму додатних з чотирьох заданих змінних.
17. Знайти максимальне значення з чотирьох заданих змінних.

18. Задані чотири змінні. Найменшу з них замінити на суму інших.
19. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість від'ємних і кількість нульових серед них.
20. Знайти добуток від'ємних з чотирьох заданих змінних.
21. Задані дві фігури: квадрат заданий довжиною сторони, а круг — довжиною радіуса. Визначити, яка з них має більшу площу та в скільки разів.
22. Задані чотири змінні. Все від'ємні серед них замінити абсолютними значеннями та збільшити вдвічі.
23. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість нульових, додатних і від'ємних серед них.
24. Задані чотири змінні. Знайти серед них найближчу за значенням до заданої п'ятої змінної  $x$ .
25. Задані чотири змінні. Всі додатні серед них замінити їхніми значеннями, помноженими на  $-5$ .
26. Знайти мінімальне та максимальне значення з чотирьох заданих змінних.
27. Задані чотири змінні. Визначити, які з них цілі.
28. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість і добуток змінних, що потрапили у відрізок  $[1; 5]$ .
29. Задані чотири змінні. Підрахувати кількість від'ємних і кількість нульових серед них.
30. Знайти добуток від'ємних серед чотирьох заданих змінних.

## 3. Цикли та функції

### Мета роботи

Ознайомлення з циклами, набути навички їх використання. Зрозуміти різницю між скриптом та функцією. Створення програм на мові MATLAB з використанням циклів та функцій.

### Лабораторне завдання

Написати файл-функцію з використанням операторів розгалуження та циклів. Створити файл-скрипт, що викликає цю функцію.

### Варіанти ІДЗ

1. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити з неї матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} a_{ij}; & i < j; \\ a_{ji}^2; & i \geq j. \end{cases}$  Сформулювати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з мінімальних компонентів рядків матриці  $A$  та матрицю  $B_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з мінімальних компонентів рядків матриці  $B$ . Серед компонентів  $A_1$  та  $B_1$  знайти максимальний та повернути його.
2. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 1)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin(i^2)$ . Сформулювати матрицю  $C$  такого самого розміру, кожен компонент якої є сумою відповідних компонентів матриць  $A$  та  $B$ . Знайти максимальні компоненти матриць  $A, B, C$  та повернути їх.
3. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \sin i \sin j$ . Визначити мінімальні компоненти матриць  $A$  та  $B$ , позначивши їх відповідно  $a_{\min}$  та  $b_{\min}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\min} \cdot b_{\min}$  за правилом множення матриць та повернути її.
4. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} 2i + 3j; & i = j; \\ 5i + 2j; & i \neq j. \end{cases}$  Сформулювати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $A$  та матрицю  $B_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $B$ . Упорядкувати  $A_1$  за зростанням, а  $B_1$  — за спаданням. Повернути матриці  $A_1$  та  $B_1$ .
5. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin i \cos i$ . Визначити максимальну компоненту матриці  $A$ :  $a_{\max}$ , та максимальну компоненту матриці  $B$ :  $b_{\max}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\max} \cdot b_{\max}$  за правилом множення матриць та повернути її.

6. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \ln(2i + \cos i)$ . Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з середніх значень компонентів рядків матриці  $A$ . Упорядкувати  $A_1$  за зростанням, а  $B$  — за спаданням. Здійснити поелементне множення  $A_1$  на  $B$  і повернути результат.
7. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = \sin(\ln i + \cos i)$ . Замінити рядок матриці  $A$ , що містить максимальну компоненту, матрицею  $B$ . Обчислити суму компонентів отриманої матриці та повернути її.
8. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(1 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} 1 + \cos(i - j); & i > j; \\ 1 - \sin(i + j) & i \leq j. \end{cases}$  Матрицю  $A$  упорядкувати за зростанням і замінити нею останній рядок матриці  $B$ . Повернути результат.
9. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 1)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = i \ln(i^2 + 1) + \sin i$ . Упорядкувати компоненти матриць  $A$  та  $B$  за зростанням. Здійснити поелементне ділення  $A$  на  $B$ . Знайти добуток компонентів результату та повернути його.
10. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = i \sin i \ln(i + 2)$ . Обчислити добуток усіх компонентів матриці  $A$ :  $a_p$  та суму компонентів матриці  $B$ :  $b_s$ . За правилом множення матриць обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_p \cdot b_s$  та повернути її.
11. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = i \sin i + j \cos i$ . Визначити мінімальні компоненти матриць  $A$  та  $B$ , позначивши їх відповідно  $a_{\min}$  та  $b_{\min}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\min} \cdot b_{\min}$  за правилом множення матриць та повернути її.
12. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin 2i + \cos 3i$ . Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $A$ . Здійснити поелементне множення  $A_1$  на  $B$ . Результат упорядкувати за зростанням та повернути.
13. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = \sin(\ln(i + 1) + i \cos i)$ . Замінити рядок матриці  $A$ , що містить мінімальний елемент, матрицею  $B$ . Обчислити добуток компонентів отриманої матриці та повернути його.
14. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(1 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} i + \cos(i + j); & i > j; \\ j - \sin(i - j); & i \leq j. \end{cases}$

- Компоненти матриці  $A$  упорядкувати за спаданням, замінити нею перший рядок матриці  $B$  та повернути  $B$ .
15. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 1)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \cos i^2$ . Сформувати матрицю  $C$  шляхом поелементного множення компонентів матриць  $A$  та  $B$ . Знайти максимальні та мінімальні значення у матрицях  $A, B, C$  та повернути їх.
  16. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = i \sin(i + 2) \ln(i + 1)$ . Обчислити суму компонентів матриці  $A$ , добуток компонентів матриці  $B$  та повернути їх.
  17. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = i \sin i \ln(i + 2)$ . Обчислити добуток компонентів матриці  $A$ , суму компонентів матриці  $B$  та повернути їх.
  18. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити з неї матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} a_{ij}; & i < j; \\ a_{ji}^2; & i \geq j. \end{cases}$  Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з мінімальних компонентів рядків матриці  $A$  та матрицю  $B_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з мінімальних компонентів рядків матриці  $B$ . Серед компонентів  $A_1$  та  $B_1$  знайти максимальний та повернути його.
  19. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 1)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin(i^2)$ . Сформувати матрицю  $C$  такого самого розміру, кожен компонент якої є сумою відповідних компонентів матриць  $A$  та  $B$ . Знайти максимальні компоненти матриць  $A, B, C$  та повернути їх.
  20. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \sin i \sin j$ . Визначити мінімальні компоненти матриць  $A$  та  $B$ , позначивши їх відповідно  $a_{\min}$  та  $b_{\min}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\min} \cdot b_{\min}$  за правилом множення матриць та повернути її.
  21. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} 2i + 3j; & i = j; \\ 5i + 2j; & i \neq j. \end{cases}$  Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $A$  та матрицю  $B_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $B$ . Упорядкувати  $A_1$  за зростанням, а  $B_1$  — за спаданням. Повернути матриці  $A_1$  та  $B_1$ .
  22. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin i \cos i$ . Визначити максимальну компоненту матриці  $A$ :  $a_{\max}$ , та максимальну компоненту

- матриці  $B$ :  $b_{\max}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\max} \cdot b_{\max}$  за правилом множення матриць та повернути її.
23. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \ln(2i + \cos i)$ . Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з середніх значень компонентів рядків матриці  $A$ . Упорядкувати  $A_1$  за зростанням, а  $B$  — за спаданням. Здійснити поелементне множення  $A_1$  на  $B$  і повернути результат.
  24. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = \sin(\ln i + \cos i)$ . Замінити рядок матриці  $A$ , що містить максимальну компоненту, матрицею  $B$ . Обчислити суму компонентів отриманої матриці та повернути її.
  25. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(1 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = \begin{cases} 1 + \cos(i - j); & i > j; \\ 1 - \sin(i + j) & i \leq j. \end{cases}$  Матрицю  $A$  упорядкувати за зростанням і замінити нею останній рядок матриці  $B$ . Повернути результат.
  26. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 1)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = i \ln(i^2 + 1) + \sin i$ . Упорядкувати компоненти матриць  $A$  та  $B$  за зростанням. Здійснити поелементне ділення  $A$  на  $B$ . Знайти добуток компонентів результату та повернути його.
  27. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = i \sin i \ln(i + 2)$ . Обчислити добуток усіх компонентів матриці  $A$ :  $a_p$  та суму компонентів матриці  $B$ :  $b_s$ . За правилом множення матриць обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_p \cdot b_s$  та повернути її.
  28. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 3)$  за правилом:  $b_{ij} = i \sin i + j \cos i$ . Визначити мінімальні компоненти матриць  $A$  та  $B$ , позначивши їх відповідно  $a_{\min}$  та  $b_{\min}$ . Обчислити матрицю  $C = A \cdot B \cdot a_{\min} \cdot b_{\min}$  за правилом множення матриць та повернути її.
  29. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(3 \times 1)$  за правилом:  $b_i = \sin 2i + \cos 3i$ . Сформувати матрицю  $A_1$  розміром  $(3 \times 1)$  з максимальних компонентів рядків матриці  $A$ . Здійснити поелементне множення  $A_1$  на  $B$ . Результат упорядкувати за зростанням та повернути.
  30. Вхідний параметр: матриця  $A$  розміром  $(3 \times 3)$ . Створити матрицю  $B$  розміром  $(1 \times 3)$  за правилом:  $b_i = \sin(\ln(i + 1) + i \cos i)$ . Замінити рядок матриці  $A$ , що містить мінімальний елемент, матрицею  $B$ . Обчислити добуток компонентів отриманої матриці та повернути його.

## 4. Побудова графіків

### Мета роботи

Ознайомлення з основними елементарними функціями MATLAB та побудовою графіків. Побудова графіків елементарних функцій.

### Лабораторне завдання

1. Створити функцію  $y = f(x)$ .
2. Обчислити її значення в точці  $x_0$ .
3. Побудувати графік функції з використання команди `plot`.
4. Обчислену точку нанести на графік за допомогою якогось маркера.
5. Зберегти фігуру з графіком у файл \*.png або \*.jpg.

### Варіанти ІДЗ

1.  $y = \frac{e^{-x}}{\sqrt{e^{-x} + 1}} - x; \quad x_0 = 5.5.$
2.  $y = \frac{x^2 - 1}{\ln(x^2 - 1)} + x; \quad x_0 = 2.75.$
3.  $y = \operatorname{sh} x + \sin x - 1; \quad x_0 = 3.1.$
4.  $y = \frac{1}{x(1 - \ln x)} - 2; \quad x_0 = 4.21.$
5.  $y = \frac{2}{3} \sin^2 2x - \frac{3}{4} \cos^2 2x; \quad x_0 = 6.32.$
6.  $y = \frac{\sin^2 x}{\cos^4 x} - 1; \quad x_0 = 4.75.$
7.  $y = e^x \sqrt[3]{x^2} - x - 1; \quad x_0 = 2.35.$
8.  $y = x^3 \sqrt[3]{(1-x)^2} - 1; \quad x_0 = 8.29.$
9.  $y = e^{-x} \sqrt{1+x+x^2} - x^2; \quad x_0 = 4.56.$
10.  $y = \sqrt{x} - 1 - \cos \frac{x}{2}; \quad x_0 = 1.23.$
11.  $y = \frac{\sin x}{\cos^3 x} - 1; \quad x_0 = 4.25.$
12.  $y = e^{-x} \sqrt{1-x-x^2} - x; \quad x_0 = 3.56.$
13.  $y = \operatorname{ch} x + \operatorname{sh} x - 1; \quad x_0 = 2.1.$
14.  $y = \operatorname{th} x + \operatorname{sh} x - 1; \quad x_0 = 3.1.$
15.  $y = \frac{e^{-x}}{\sqrt{e^{-x} + 5}} - 3x; \quad x_0 = 4.5.$
16.  $y = \frac{e^{-x}}{\sqrt{e^{-x} + 1}} - x; \quad x_0 = 5.5.$
17.  $y = \frac{x^2 - 1}{\ln(x^2 - 1)} + x; \quad x_0 = 2.75.$

18.  $y = \operatorname{sh} x + \sin x - 1; \quad x_0 = 3.1.$
19.  $y = \frac{1}{x(1 - \ln x)} - 2; \quad x_0 = 4.21.$
20.  $y = \frac{2}{3} \sin^2 2x - \frac{3}{4} \cos^2 2x; \quad x_0 = 6.32.$
21.  $y = \frac{\sin^2 x}{\cos^4 x} - 1; \quad x_0 = 4.75.$
22.  $y = e^x \sqrt[3]{x^2} - x - 1; \quad x_0 = 2.35.$
23.  $y = x^3 \sqrt[3]{(1-x)^2} - 1; \quad x_0 = 8.29.$
24.  $y = e^{-x} \sqrt{1+x+x^2} - x^2; \quad x_0 = 4.56.$
25.  $y = \sqrt{x} - 1 - \cos \frac{x}{2}; \quad x_0 = 1.23.$
26.  $y = \frac{\sin x}{\cos^3 x} - 1; \quad x_0 = 4.25.$
27.  $y = e^{-x} \sqrt{1-x-x^2} - x; \quad x_0 = 3.56.$
28.  $y = \operatorname{ch} x + \operatorname{sh} x - 1; \quad x_0 = 2.1.$
29.  $y = \operatorname{th} x + \operatorname{sh} x - 1; \quad x_0 = 3.1.$
30.  $y = \frac{e^{-x}}{\sqrt{e^{-x} + 5}} - 3x; \quad x_0 = 4.5.$

## 5. Побудова графіків (продовження)

### Мета роботи

Вивчення основних операторів графіки системи MATLAB і створення програм, що реалізують графічне виведення. Побудова графіків функцій однієї та двох змінних за допомогою команд `plot`, `meshgrid`, `surf`.

### Лабораторне завдання

1. Скласти та налагодити програми для виведення графіків функцій  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$ ,  $f_3(x)$ . Виведення графіків має бути здійснене в одному вікні, графіки повинні бути підписані, масштабовані.
2. Зберегти фігуру з графіками у файл \*.png або \*.jpg.
3. Скласти та налагодити програми для виведення графіка тривимірної поверхні для функції  $f_4(r)$ , де  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ .
4. Зберегти фігуру з графіком у файл \*.png або \*.jpg.

### Варіанти ІДЗ

1.  $f_1(x) = \sin x$ ;  $f_2(x) = \cos x$ ;  $f_3(x) = x^2$ ;  $f_4(r) = \frac{\cos r}{r}$ .
2.  $f_1(x) = e^x$ ;  $f_2(x) = x^2$ ;  $f_3(x) = x$ ;  $f_4(r) = \frac{\cos^2 r}{r}$ .
3.  $f_1(x) = \sin x + \cos x$ ;  $f_2(x) = \cos x + x^2$ ;  $f_3(x) = x^2 + \lg x$ ;  
 $f_4(r) = \frac{\cos r^2}{r}$ .
4.  $f_1(x) = \sin x + e^x$ ;  $f_2(x) = \sin x + x^2$ ;  $f_3(x) = \sin x + x$ ;  $f_4(r) = \frac{\cos r}{r^2}$ .
5.  $f_1(x) = x \sin x$ ;  $f_2(x) = x \cos x$ ;  $f_3(x) = x^2$ ;  $f_4(r) = \left(\frac{\cos r}{r}\right)^2$ .
6.  $f_1(x) = xe^x$ ;  $f_2(x) = \sin x + x^2$ ;  $f_3(x) = \sin x + x$ ;  $f_4(r) = \frac{\sin^2 r}{r}$ .
7.  $f_1(x) = \sin x \cos x$ ;  $f_2(x) = x^2 \cos x$ ;  $f_3(x) = x^2 \lg x$ ;  $f_4(r) = \frac{\sin r^2}{r}$ .
8.  $f_1(x) = e^x \sin x$ ;  $f_2(x) = x^2 \sin x$ ;  $f_3(x) = x \sin x$ ;  $f_4(r) = \frac{\sin r}{r^2}$ .
9.  $f_1(x) = \sin^2 x$ ;  $f_2(x) = \cos^2 x$ ;  $f_3(x) = x$ ;  $f_4(r) = \left(\frac{\sin r}{r}\right)^2$ .
10.  $f_1(x) = e^x \sin x$ ;  $f_2(x) = x^2 \sin x$ ;  $f_3(x) = x \sin x$ ;  $f_4(r) = r + \frac{\cos r}{r}$ .
11.  $f_1(x) = \sin^2 x + \cos x$ ;  $f_2(x) = x^2 + \cos x$ ;  $f_3(x) = x^2 + \lg x$ ;  
 $f_4(r) = r + \frac{\cos^2 r}{r}$ .
12.  $f_1(x) = \sin x + e^x$ ;  $f_2(x) = \sin^2 x + x^2$ ;  $f_3(x) = \sin^2 x + x$ ;

- $$f_4(r) = r + \frac{\cos r^2}{r}.$$
13.  $f_1(x) = x \sin x; f_2(x) = x^2 + \sin x; f_3(x) = \sin x + x; f_4(r) = r + \frac{\cos r}{r^2}.$
14.  $f_1(x) = \sin x + \cos x; f_2(x) = x^2 \cos x; f_3(x) = x^2 \lg x;$   
 $f_4(r) = r + \left(\frac{\cos r}{r}\right)^2.$
15.  $f_1(x) = \sin^2 x; f_2(x) = x^2 + \sin x; f_3(x) = x \sin x; f_4(r) = \frac{\sin^2 r}{r}.$
16.  $f_1(x) = \sin x; f_2(x) = \cos x; f_3(x) = x^2; f_4(r) = \frac{\cos r}{r}.$
17.  $f_1(x) = e^x; f_2(x) = x^2; f_3(x) = x; f_4(r) = \frac{\cos^2 r}{r}.$
18.  $f_1(x) = \sin x + \cos x; f_2(x) = \cos x + x^2; f_3(x) = x^2 + \lg x;$   
 $f_4(r) = \frac{\cos r^2}{r}.$
19.  $f_1(x) = \sin x + e^x; f_2(x) = \sin x + x^2; f_3(x) = \sin x + x; f_4(r) = \frac{\cos r}{r^2}.$
20.  $f_1(x) = x \sin x; f_2(x) = x \cos x; f_3(x) = x^2; f_4(r) = \left(\frac{\cos r}{r}\right)^2.$
21.  $f_1(x) = x e^x; f_2(x) = \sin x + x^2; f_3(x) = \sin x + x; f_4(r) = \frac{\sin^2 r}{r}.$
22.  $f_1(x) = \sin x \cos x; f_2(x) = x^2 \cos x; f_3(x) = x^2 \lg x; f_4(r) = \frac{\sin r^2}{r}.$
23.  $f_1(x) = e^x \sin x; f_2(x) = x^2 \sin x; f_3(x) = x \sin x; f_4(r) = \frac{\sin r}{r^2}.$
24.  $f_1(x) = \sin^2 x; f_2(x) = \cos^2 x; f_3(x) = x; f_4(r) = \left(\frac{\sin r}{r}\right)^2.$
25.  $f_1(x) = e^x \sin x; f_2(x) = x^2 \sin x; f_3(x) = x \sin x; f_4(r) = r + \frac{\cos r}{r}.$
26.  $f_1(x) = \sin^2 x + \cos x; f_2(x) = x^2 + \cos x; f_3(x) = x^2 + \lg x;$   
 $f_4(r) = r + \frac{\cos^2 r}{r}.$
27.  $f_1(x) = \sin x + e^x; f_2(x) = \sin^2 x + x^2; f_3(x) = \sin^2 x + x;$   
 $f_4(r) = r + \frac{\cos r^2}{r}.$
28.  $f_1(x) = x \sin x; f_2(x) = x^2 + \sin x; f_3(x) = \sin x + x; f_4(r) = r + \frac{\cos r}{r^2}.$
29.  $f_1(x) = \sin x + \cos x; f_2(x) = x^2 \cos x; f_3(x) = x^2 \lg x;$   
 $f_4(r) = r + \left(\frac{\cos r}{r}\right)^2.$
30.  $f_1(x) = \sin^2 x; f_2(x) = x^2 + \sin x; f_3(x) = x \sin x; f_4(r) = \frac{\sin^2 r}{r}.$

## 6. Побудова графіків кусково-заданих функцій

### Мета роботи

Вивчення основних операторів графіки системи MATLAB і створення програм, що реалізують графічне виведення. Побудова графіків функцій, заданих різними виразами на різних проміжках.

### Лабораторне завдання

1. Створити файл-функцію для обчислення кусково-заданої функції.
2. Написати скрипт, в якому викликається функція та будується її графік.
3. Зберегти фігуру з графіком у файл \*.png або \*.jpg.

### Варіанти ІДЗ

$$1. y = \begin{cases} \frac{1+x^2}{\sqrt{1+x^4}}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2 x}{3+x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$2. y = \begin{cases} 3 \sin x - \cos^2 x; & x \leq 0; \\ \frac{3\sqrt{1+x^4}}{\ln(x+5)}; & x > 0. \end{cases}$$

$$3. y = \begin{cases} \frac{3 + \sin^2 2x}{1 + \cos^2 x}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2 x}{3+x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$4. y = \begin{cases} \frac{3 + \sin^2 2x}{1 + \cos^2 x}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2 x}{3+x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$5. y = \begin{cases} \frac{3 + \sin^2 x}{1 + x^2}; & x \leq 0; \\ 2x^2 \cos^2 x; & x > 0. \end{cases}$$

$$6. y = \begin{cases} \sqrt{1+2x^2+\sin^2 x}; & x \leq 0; \\ \frac{2+x}{\sqrt[3]{2+e^{-0.5x}}}; & x > 0. \end{cases}$$

$$7. y = \begin{cases} \sqrt{1+x^2}; & x \leq 0; \\ \frac{1+x}{\sqrt[3]{1+e^{-0.2x}}+1}; & x > 0. \end{cases}$$

$$8. y = \begin{cases} \frac{\sqrt{1+|x|}}{1+3x}; & x \leq 0; \\ \frac{\sqrt[3]{1+x+2}}{1+x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$9. y = \begin{cases} \frac{\sqrt{1+|x|}}{2+|x|}; & x \leq 0; \\ \frac{1+x}{2+\cos^3 x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$10. y = \begin{cases} \sqrt[3]{1+x^2}; & x \leq 0; \\ \sin^2 x + \frac{1+x}{1+e^x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$11. y = \begin{cases} \frac{1+|x|}{\sqrt[3]{1+x+x^2}}; & x \leq -1; \\ \frac{1+\cos^4 x}{3+x}; & x > -1. \end{cases}$$

$$12. y = \begin{cases} 2 \ln(1+x^2); & x \leq -1; \\ (1+\cos^2 x)^{\frac{3}{5}}; & x > -1. \end{cases}$$

$$13. y = \begin{cases} \frac{1+x}{\sqrt[3]{1+x^2}}; & x \leq 0; \\ -x + 2e^{-2x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$14. y = \begin{cases} 3x + \sqrt{1+x^2}; & x \leq 0; \\ 2e^{-2x} \cos x; & x > 0. \end{cases}$$

$$15. y = \begin{cases} \sqrt{1+x^2}; & x \leq 0; \\ \frac{1+x}{\sqrt[3]{1+e^{-x}}+1}; & x > 0. \end{cases}$$

$$16. y = \begin{cases} \sqrt{1 + \sin^2 x}; & x \leq 0; \\ \frac{2 + x}{\sqrt[3]{2 + e^{-0.5x}}}; & x > 0. \end{cases}$$

$$17. y = \begin{cases} \frac{1 + x^3}{\sqrt{4 + x^4}}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\cos^2 x}{5 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$18. y = \begin{cases} \frac{2 + x^2}{\sqrt{1 + x^4}}; & x \leq 0; \\ 3x + \frac{\sin^2 x}{3 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$19. y = \begin{cases} 4 \ln(1 + x^2); & x \leq -1; \\ (2 + \cos^2 x)^{\frac{3}{5}}; & x > -1. \end{cases}$$

$$20. y = \begin{cases} \frac{1 + x^2}{\sqrt{1 + x^4}}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2 x}{3 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$21. y = \begin{cases} \frac{\sqrt{2 + |x|}}{1 + 3x}; & x \leq 0; \\ \frac{\sqrt[3]{1 + x + 4}}{x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$22. y = \begin{cases} \frac{\sqrt{1 + |x - 1|}}{1 + 4x}; & x \leq 0; \\ \frac{\sqrt[3]{1 + x + 8}}{x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$23. y = \begin{cases} \frac{\sqrt{2 + |x - 1|}}{1 + 3x}; & x \leq 0; \\ \frac{\sqrt[3]{2 + x + 9}}{x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$24. y = \begin{cases} \frac{7 + x^3}{\sqrt{4 + x^4}}; & x \leq 0; \\ x + \frac{\sin^2 x}{5 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$25. y = \begin{cases} \frac{3 + \sin^2 2x}{1 + \cos^2 x}; & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2 x}{3 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$26. y = \begin{cases} \sqrt{1 + x^2}; & x \leq 0; \\ \frac{1 + x}{\sqrt[3]{1 + e^{-x} + 1}}; & x > 0. \end{cases}$$

$$27. y = \begin{cases} \sqrt{2 + x^2}; & x \leq 0; \\ \frac{2 + x}{\sqrt[3]{1 - e^{-x} + 1}}; & x > 0. \end{cases}$$

$$28. y = \begin{cases} \frac{7 + \sin^2 2x}{2 + \cos^2 x}; & x \leq 0; \\ 4x + \frac{\sin^2 x}{2 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

$$29. y = \begin{cases} \sqrt{7 + x^2}; & x \leq 0; \\ \frac{3 + x}{\sqrt[3]{1 + e^{-x} + 2}}; & x > 0. \end{cases}$$

$$30. y = \begin{cases} \frac{4 + x^3}{\sqrt{2 + x^4}}; & x \leq 0; \\ x + \frac{\sin^2 x}{9 + x}; & x > 0. \end{cases}$$

## 7. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь

### Мета роботи

Ознайомлення з розв'язувачами систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Розв'язання сумісної визначеної СЛАР розв'язувачем МАТ-ЛАВ.

### Лабораторне завдання

1. Розв'язати СЛАР розв'язувачем  $X=A\backslash B$ .
2. Перевірити отриманий розв'язок, обчисливши евклідовську норму виразу  $A*X-B$  за допомогою функції `norm`.

### Варіанти ІДЗ

$$\begin{aligned} 1. \quad & \begin{cases} 3.92x_1 + 0.36x_2 + 2.92x_3 + 1.38x_4 + 1.07x_5 + 0.39x_6 = 4.53; \\ -3.00x_1 + 2.61x_2 + 2.17x_3 + 1.63x_4 + 3.50x_5 + 2.91x_6 = 2.26; \\ 3.06x_1 - 1.41x_2 + 1.10x_3 + 2.11x_4 + 1.06x_5 - 1.53x_6 = -0.55; \\ 1.29x_1 + 0.49x_2 - 1.27x_3 + 3.24x_4 - 2.88x_5 + 0.87x_6 = 3.41; \\ 3.93x_1 + 3.31x_2 + 1.66x_3 + 3.88x_4 - 2.15x_5 + 1.41x_6 = 0.73; \\ 0.69x_1 + 1.02x_2 - 2.42x_3 + 2.38x_4 + 3.04x_5 - 2.78x_6 = 0.11. \end{cases} \\ 2. \quad & \begin{cases} -1.56x_1 + 0.77x_2 + 0.43x_3 + 1.48x_4 - 2.01x_5 + 2.10x_6 = 6.73; \\ -1.97x_1 + 1.87x_2 + 2.97x_3 - 0.08x_4 - 1.83x_5 + 2.16x_6 = 6.07; \\ -1.68x_1 + 0.49x_2 + 3.12x_3 - 1.56x_4 + 1.35x_5 - 2.56x_6 = 3.62; \\ -2.70x_1 + 0.75x_2 - 1.11x_3 + 3.64x_4 + 1.02x_5 + 3.02x_6 = 0.60; \\ 1.45x_1 + 0.12x_2 - 1.54x_3 - 2.43x_4 - 2.64x_5 + 3.54x_6 = 2.59; \\ -1.03x_1 - 2.13x_2 + 0.95x_3 - 2.26x_4 + 3.52x_5 + 3.89x_6 = 0.21. \end{cases} \\ 3. \quad & \begin{cases} -2.78x_1 + 1.54x_2 + 0.12x_3 - 2.17x_4 - 0.10x_5 - 0.48x_6 = 7.15; \\ 3.57x_1 - 2.82x_2 - 2.62x_3 + 3.92x_4 + 0.25x_5 - 2.60x_6 = 5.08; \\ -0.89x_1 + 2.90x_2 - 1.76x_3 + 0.78x_4 + 2.35x_5 + 0.65x_6 = 3.22; \\ -0.93x_1 + 0.91x_2 + 1.64x_3 + 1.95x_4 + 2.73x_5 - 0.65x_6 = 7.21; \\ -0.67x_1 + 2.98x_2 - 0.68x_3 + 4.00x_4 - 2.30x_5 - 1.77x_6 = -0.06; \\ 0.27x_1 - 0.56x_2 + 3.29x_3 - 0.99x_4 - 1.75x_5 - 1.54x_6 = 5.71. \end{cases} \\ 4. \quad & \begin{cases} 2.15x_1 - 1.51x_2 - 2.91x_3 - 2.29x_4 - 2.68x_5 + 2.44x_6 = 1.65; \\ 0.93x_1 + 3.26x_2 + 3.28x_3 + 3.97x_4 + 0.54x_5 + 3.34x_6 = 5.72; \\ -1.71x_1 - 2.50x_2 - 1.62x_3 - 0.68x_4 + 2.33x_5 + 0.74x_6 = -0.91; \\ 1.18x_1 - 1.30x_2 - 2.35x_3 - 0.92x_4 + 1.42x_5 - 2.24x_6 = -0.56; \\ -0.90x_1 - 2.62x_2 - 0.85x_3 - 2.57x_4 - 2.37x_5 + 2.78x_6 = 5.01; \\ -2.06x_1 + 0.09x_2 + 0.19x_3 - 0.91x_4 - 2.43x_5 - 0.63x_6 = 4.43. \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5. & \left\{ \begin{array}{l} 0.68x_1 + 0.90x_2 + 2.19x_3 + 2.59x_4 + 3.60x_5 + 1.49x_6 = 1.11; \\ 2.11x_1 - 0.22x_2 - 2.27x_3 + 2.14x_4 + 1.79x_5 - 0.70x_6 = 5.61; \\ 1.95x_1 - 2.57x_2 - 2.10x_3 - 2.64x_4 - 2.08x_5 + 1.58x_6 = 7.74; \\ 2.47x_1 + 2.46x_2 + 0.85x_3 - 2.49x_4 + 2.06x_5 + 2.24x_6 = 6.80; \\ -0.98x_1 - 0.64x_2 + 0.40x_3 - 2.38x_4 - 2.23x_5 + 1.08x_6 = -0.22; \\ 1.85x_1 + 1.26x_2 + 3.23x_3 + 2.59x_4 - 2.18x_5 + 2.18x_6 = 2.30. \end{array} \right. \\
6. & \left\{ \begin{array}{l} -0.42x_1 - 2.39x_2 + 1.49x_3 - 1.34x_4 + 2.49x_5 + 2.31x_6 = 1.40; \\ 1.80x_1 + 2.40x_2 + 0.39x_3 + 0.72x_4 - 0.96x_5 + 0.03x_6 = 6.18; \\ 1.19x_1 - 1.56x_2 - 1.94x_3 - 2.36x_4 + 1.22x_5 + 1.59x_6 = 3.39; \\ 2.53x_1 - 0.28x_2 + 2.47x_3 - 0.16x_4 + 3.75x_5 - 2.23x_6 = 5.92; \\ -0.43x_1 + 0.86x_2 - 2.30x_3 - 2.27x_4 + 0.03x_5 + 3.54x_6 = 2.56; \\ -1.56x_1 - 1.40x_2 - 0.94x_3 - 2.21x_4 + 1.86x_5 - 1.69x_6 = 1.46. \end{array} \right. \\
7. & \left\{ \begin{array}{l} -2.74x_1 - 0.79x_2 - 2.95x_3 + 1.42x_4 - 1.63x_5 + 1.92x_6 = 5.36; \\ 1.71x_1 + 2.41x_2 - 0.04x_3 - 2.11x_4 - 0.78x_5 + 0.89x_6 = 4.02; \\ 0.01x_1 + 1.88x_2 + 1.59x_3 - 2.06x_4 - 0.78x_5 - 1.71x_6 = 1.82; \\ 0.16x_1 - 2.12x_2 + 2.06x_3 - 2.31x_4 - 1.48x_5 - 1.52x_6 = 0.50; \\ 1.27x_1 - 2.09x_2 + 0.72x_3 - 2.01x_4 - 1.24x_5 - 2.46x_6 = 4.60; \\ -2.58x_1 - 2.35x_2 - 2.24x_3 - 1.82x_4 + 3.25x_5 + 3.40x_6 = 7.89. \end{array} \right. \\
8. & \left\{ \begin{array}{l} -1.81x_1 + 3.88x_2 + 2.31x_3 + 2.83x_4 - 0.48x_5 - 2.83x_6 = 3.12; \\ -1.20x_1 - 0.18x_2 + 3.10x_3 + 1.18x_4 + 0.91x_5 - 0.97x_6 = 1.16; \\ -0.22x_1 + 1.34x_2 - 0.54x_3 - 0.65x_4 + 2.20x_5 - 0.78x_6 = 5.88; \\ -2.48x_1 - 1.92x_2 + 1.80x_3 - 0.91x_4 - 0.03x_5 + 1.58x_6 = 5.83; \\ 1.79x_1 - 0.33x_2 - 0.94x_3 + 0.17x_4 + 0.01x_5 + 3.70x_6 = 5.67; \\ -0.18x_1 - 1.87x_2 + 0.71x_3 - 0.04x_4 - 2.13x_5 + 3.55x_6 = 5.69. \end{array} \right. \\
9. & \left\{ \begin{array}{l} -2.26x_1 - 1.77x_2 - 1.92x_3 + 2.24x_4 - 0.09x_5 + 3.53x_6 = 1.32; \\ 1.77x_1 - 1.86x_2 + 3.67x_3 - 2.16x_4 - 1.73x_5 - 1.86x_6 = 5.77; \\ 0.24x_1 + 1.66x_2 + 0.79x_3 + 0.68x_4 - 1.21x_5 + 3.45x_6 = 1.06; \\ -1.51x_1 + 3.26x_2 + 1.76x_3 - 0.72x_4 - 2.86x_5 + 2.56x_6 = -0.42; \\ -2.31x_1 + 0.62x_2 - 2.74x_3 + 0.83x_4 + 3.47x_5 + 1.04x_6 = 5.91; \\ 2.77x_1 + 1.92x_2 + 2.66x_3 - 0.21x_4 + 1.58x_5 + 0.08x_6 = 5.04. \end{array} \right. \\
10. & \left\{ \begin{array}{l} 2.01x_1 + 2.70x_2 + 0.11x_3 - 1.43x_4 - 0.05x_5 + 1.00x_6 = 2.36; \\ 1.49x_1 + 2.52x_2 - 2.58x_3 + 1.57x_4 - 1.71x_5 - 1.76x_6 = -0.21; \\ -0.07x_1 + 2.97x_2 + 3.07x_3 + 1.23x_4 + 2.08x_5 + 3.70x_6 = 4.76; \\ -0.26x_1 + 0.54x_2 + 1.42x_3 - 0.29x_4 - 0.41x_5 - 1.14x_6 = 0.63; \\ 2.71x_1 + 1.45x_2 - 0.51x_3 - 2.00x_4 + 2.89x_5 + 3.47x_6 = -0.59; \\ -0.78x_1 + 3.66x_2 + 3.98x_3 - 2.82x_4 + 2.14x_5 - 1.43x_6 = 5.51. \end{array} \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
11. & \left\{ \begin{array}{l} -0.57x_1 + 2.60x_2 + 0.71x_3 + 3.90x_4 - 2.53x_5 + 3.20x_6 = -0.62; \\ 1.62x_1 + 2.22x_2 - 1.07x_3 - 2.79x_4 + 3.58x_5 + 3.29x_6 = -0.04; \\ -0.31x_1 + 2.69x_2 - 1.26x_3 + 0.75x_4 - 2.87x_5 + 1.38x_6 = 4.55; \\ 1.39x_1 - 0.32x_2 + 0.16x_3 - 2.39x_4 + 1.79x_5 - 2.03x_6 = 7.46; \\ -2.85x_1 + 1.32x_2 - 1.41x_3 + 2.61x_4 + 2.49x_5 - 1.48x_6 = 2.19; \\ 3.37x_1 + 1.03x_2 + 2.63x_3 + 3.92x_4 + 0.74x_5 - 1.73x_6 = 2.70. \end{array} \right. \\
12. & \left\{ \begin{array}{l} 3.89x_1 + 1.64x_2 + 1.22x_3 - 2.42x_4 + 3.21x_5 + 2.08x_6 = 5.94; \\ 3.62x_1 - 1.29x_2 + 2.25x_3 + 2.04x_4 + 0.18x_5 + 2.48x_6 = -0.62; \\ 1.74x_1 - 0.93x_2 + 1.08x_3 + 3.97x_4 - 0.11x_5 + 1.86x_6 = 2.40; \\ 3.92x_1 + 1.76x_2 + 0.86x_3 - 0.52x_4 - 1.48x_5 - 2.93x_6 = 5.34; \\ 2.37x_1 + 0.69x_2 + 1.08x_3 + 3.80x_4 - 2.12x_5 + 2.90x_6 = 5.57; \\ -0.64x_1 - 0.12x_2 + 0.58x_3 - 0.57x_4 - 0.84x_5 + 3.46x_6 = 1.02. \end{array} \right. \\
13. & \left\{ \begin{array}{l} -1.12x_1 + 2.81x_2 + 0.43x_3 + 2.41x_4 + 3.34x_5 + 0.02x_6 = 2.51; \\ 1.71x_1 + 2.37x_2 - 1.65x_3 - 0.82x_4 + 1.40x_5 + 3.98x_6 = 7.35; \\ 0.34x_1 + 3.54x_2 + 3.27x_3 - 1.75x_4 - 2.29x_5 + 2.68x_6 = 7.26; \\ 1.37x_1 - 2.24x_2 - 2.31x_3 - 0.63x_4 - 0.26x_5 + 0.40x_6 = 5.42; \\ -1.34x_1 - 1.72x_2 - 2.69x_3 - 1.53x_4 - 2.62x_5 + 3.26x_6 = 4.57; \\ -1.76x_1 - 2.31x_2 + 0.90x_3 + 0.57x_4 + 0.51x_5 - 2.04x_6 = 2.09. \end{array} \right. \\
14. & \left\{ \begin{array}{l} 3.55x_1 + 2.25x_2 - 0.69x_3 + 1.86x_4 - 2.78x_5 + 1.37x_6 = 1.17; \\ -2.13x_1 + 2.85x_2 + 1.34x_3 + 3.81x_4 - 0.50x_5 + 1.13x_6 = 5.44; \\ 2.11x_1 - 0.74x_2 - 0.48x_3 - 0.71x_4 + 1.64x_5 + 1.62x_6 = 6.71; \\ 1.53x_1 + 0.87x_2 + 2.30x_3 + 2.86x_4 - 1.03x_5 - 2.67x_6 = 1.53; \\ 2.83x_1 + 3.85x_2 - 0.10x_3 + 2.17x_4 - 1.39x_5 - 0.56x_6 = 5.58; \\ -0.21x_1 + 0.85x_2 + 0.45x_3 + 3.68x_4 + 1.98x_5 + 0.16x_6 = 0.24. \end{array} \right. \\
15. & \left\{ \begin{array}{l} 2.86x_1 + 0.43x_2 + 3.81x_3 + 1.34x_4 - 1.38x_5 - 1.93x_6 = 2.59; \\ -2.03x_1 + 3.14x_2 - 1.68x_3 + 2.68x_4 - 0.18x_5 - 0.56x_6 = -0.57; \\ 1.12x_1 - 0.53x_2 + 1.67x_3 - 2.87x_4 - 2.15x_5 - 2.15x_6 = 2.08; \\ -0.44x_1 + 0.15x_2 + 1.11x_3 - 2.41x_4 - 1.12x_5 + 3.19x_6 = 5.62; \\ 2.65x_1 + 3.74x_2 + 1.73x_3 + 3.82x_4 - 1.20x_5 - 2.34x_6 = 6.15; \\ 0.53x_1 - 2.70x_2 - 0.47x_3 + 1.56x_4 - 0.68x_5 + 3.51x_6 = 3.90. \end{array} \right. \\
16. & \left\{ \begin{array}{l} 1.80x_1 + 2.04x_2 + 2.60x_3 + 0.03x_4 + 1.53x_5 + 2.46x_6 = 7.45; \\ 3.26x_1 + 2.05x_2 - 1.00x_3 + 0.29x_4 - 0.85x_5 + 1.68x_6 = 7.83; \\ -2.62x_1 + 3.14x_2 + 0.81x_3 + 0.92x_4 - 2.03x_5 - 2.07x_6 = 1.58; \\ -0.87x_1 + 1.08x_2 + 3.89x_3 - 1.12x_4 + 0.33x_5 - 2.85x_6 = 6.21; \\ -2.68x_1 - 2.51x_2 + 2.01x_3 + 2.24x_4 - 0.46x_5 + 0.92x_6 = 7.07; \\ -1.63x_1 + 3.46x_2 + 2.87x_3 + 0.53x_4 + 2.52x_5 - 0.89x_6 = 4.38. \end{array} \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
17. & \left\{ \begin{array}{l} 3.19x_1 + 0.13x_2 + 2.94x_3 - 1.55x_4 + 2.68x_5 + 3.05x_6 = 7.22; \\ 3.61x_1 + 1.52x_2 - 0.39x_3 + 1.58x_4 + 0.39x_5 - 0.28x_6 = 4.02; \\ 0.84x_1 + 0.65x_2 + 1.15x_3 - 2.50x_4 + 2.30x_5 + 0.18x_6 = 4.39; \\ 2.10x_1 - 0.39x_2 + 3.11x_3 - 0.15x_4 - 0.08x_5 - 1.27x_6 = 0.34; \\ 1.04x_1 + 3.56x_2 + 3.53x_3 + 1.67x_4 + 3.80x_5 + 2.49x_6 = 7.10; \\ -2.82x_1 + 2.81x_2 + 1.68x_3 + 3.54x_4 + 3.92x_5 + 3.18x_6 = 3.05. \end{array} \right. \\
18. & \left\{ \begin{array}{l} -1.56x_1 + 1.65x_2 + 3.27x_3 + 1.27x_4 + 2.05x_5 + 2.70x_6 = 4.06; \\ 3.30x_1 - 2.14x_2 + 2.79x_3 + 1.02x_4 - 2.87x_5 - 0.73x_6 = 2.56; \\ 2.34x_1 - 0.15x_2 - 0.27x_3 - 0.72x_4 + 1.72x_5 - 1.28x_6 = 2.58; \\ 3.18x_1 - 1.07x_2 + 0.49x_3 + 0.19x_4 + 0.07x_5 - 0.60x_6 = 3.64; \\ -1.01x_1 + 2.02x_2 + 1.86x_3 + 2.00x_4 + 0.06x_5 - 0.37x_6 = 4.92; \\ 1.71x_1 - 1.02x_2 + 2.84x_3 + 3.19x_4 - 2.18x_5 + 0.83x_6 = 7.56. \end{array} \right. \\
19. & \left\{ \begin{array}{l} 2.06x_1 - 1.85x_2 - 1.97x_3 + 0.87x_4 + 3.21x_5 + 2.73x_6 = 4.34; \\ -0.20x_1 - 0.73x_2 + 1.42x_3 + 0.61x_4 - 2.55x_5 + 3.20x_6 = 3.53; \\ 2.82x_1 - 0.89x_2 + 3.02x_3 - 0.69x_4 + 0.05x_5 + 3.52x_6 = 4.52; \\ -2.06x_1 - 2.92x_2 + 3.82x_3 + 0.01x_4 + 2.79x_5 - 1.66x_6 = 6.37; \\ -2.58x_1 + 0.78x_2 + 1.00x_3 + 0.44x_4 - 0.24x_5 - 1.19x_6 = 3.79; \\ -2.41x_1 - 2.33x_2 + 3.98x_3 - 2.50x_4 + 1.29x_5 + 3.29x_6 = 0.82. \end{array} \right. \\
20. & \left\{ \begin{array}{l} 0.18x_1 - 0.57x_2 - 0.01x_3 + 2.43x_4 + 1.94x_5 - 1.40x_6 = 3.50; \\ -0.00x_1 + 0.62x_2 + 2.85x_3 + 2.14x_4 - 2.23x_5 + 2.84x_6 = 0.96; \\ 3.76x_1 + 0.90x_2 + 2.12x_3 + 0.01x_4 - 0.27x_5 - 2.89x_6 = 4.14; \\ 1.34x_1 - 1.90x_2 - 0.48x_3 + 1.86x_4 + 1.14x_5 + 3.05x_6 = 0.10; \\ 1.87x_1 + 0.93x_2 + 0.18x_3 + 3.62x_4 + 0.22x_5 - 2.45x_6 = 5.04; \\ 2.04x_1 + 1.86x_2 - 0.30x_3 + 2.49x_4 - 2.65x_5 + 1.68x_6 = 4.40. \end{array} \right. \\
21. & \left\{ \begin{array}{l} -2.61x_1 + 1.32x_2 + 0.62x_3 + 3.42x_4 + 1.10x_5 + 3.57x_6 = 6.56; \\ -2.61x_1 + 0.64x_2 - 2.00x_3 + 3.91x_4 + 2.34x_5 + 1.13x_6 = 3.79; \\ -1.93x_1 + 3.05x_2 + 0.92x_3 + 0.54x_4 - 2.42x_5 + 0.08x_6 = 3.98; \\ -2.86x_1 - 2.32x_2 - 2.97x_3 - 1.10x_4 + 1.63x_5 + 3.59x_6 = 5.12; \\ 0.05x_1 + 3.36x_2 + 2.37x_3 - 2.29x_4 + 0.62x_5 + 1.59x_6 = 2.30; \\ 2.83x_1 - 2.24x_2 + 2.94x_3 + 0.55x_4 - 1.80x_5 + 0.16x_6 = 1.15. \end{array} \right. \\
22. & \left\{ \begin{array}{l} 1.05x_1 - 0.19x_2 - 1.18x_3 - 2.17x_4 - 0.24x_5 - 1.12x_6 = 0.99; \\ 3.07x_1 + 2.83x_2 - 2.39x_3 + 0.47x_4 - 2.98x_5 - 1.78x_6 = 3.34; \\ -0.15x_1 - 0.17x_2 + 0.01x_3 + 1.94x_4 - 1.46x_5 - 2.03x_6 = 2.38; \\ -2.21x_1 - 0.27x_2 - 1.20x_3 - 1.29x_4 - 2.99x_5 + 1.19x_6 = 3.71; \\ 0.11x_1 - 0.48x_2 - 0.92x_3 + 2.50x_4 - 1.68x_5 + 3.31x_6 = 1.38; \\ -0.90x_1 - 2.02x_2 - 0.03x_3 - 2.48x_4 - 2.00x_5 + 3.58x_6 = -0.38. \end{array} \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
23. & \left\{ \begin{array}{l} 0.05x_1 + 2.34x_2 - 1.47x_3 - 0.18x_4 - 0.67x_5 + 2.02x_6 = 3.94; \\ -1.78x_1 - 2.95x_2 + 2.41x_3 - 0.77x_4 + 2.97x_5 - 1.74x_6 = -0.56; \\ -2.82x_1 + 1.76x_2 - 1.40x_3 + 1.26x_4 + 0.10x_5 - 0.64x_6 = 3.97; \\ 3.68x_1 + 1.94x_2 - 0.40x_3 + 3.37x_4 + 3.33x_5 - 1.69x_6 = 1.47; \\ 0.01x_1 + 1.52x_2 + 3.24x_3 + 3.36x_4 - 2.77x_5 - 0.75x_6 = 1.17; \\ 3.73x_1 + 0.87x_2 + 2.99x_3 + 1.14x_4 + 0.73x_5 - 0.17x_6 = 1.19. \end{array} \right. \\
24. & \left\{ \begin{array}{l} -1.92x_1 - 0.48x_2 + 0.80x_3 + 1.03x_4 - 2.35x_5 - 1.20x_6 = 2.53; \\ 3.69x_1 - 1.68x_2 + 0.07x_3 + 2.23x_4 - 1.97x_5 - 2.93x_6 = -0.78; \\ 3.55x_1 - 2.99x_2 - 0.99x_3 + 1.52x_4 - 1.61x_5 + 0.73x_6 = 5.04; \\ 2.73x_1 - 0.79x_2 + 0.51x_3 - 2.14x_4 + 1.71x_5 - 1.04x_6 = 6.53; \\ 2.10x_1 + 1.90x_2 + 2.33x_3 + 0.53x_4 + 0.02x_5 + 3.62x_6 = 7.74; \\ -1.77x_1 + 1.38x_2 + 2.34x_3 - 0.57x_4 + 1.86x_5 + 3.35x_6 = -0.49. \end{array} \right. \\
25. & \left\{ \begin{array}{l} 0.15x_1 - 0.38x_2 + 1.16x_3 - 0.27x_4 + 0.05x_5 - 1.35x_6 = 0.99; \\ 1.08x_1 + 1.07x_2 + 3.74x_3 - 1.09x_4 - 2.36x_5 + 0.14x_6 = 6.53; \\ 1.81x_1 - 2.19x_2 - 1.70x_3 - 1.94x_4 + 1.30x_5 + 0.99x_6 = 7.74; \\ 2.04x_1 - 2.60x_2 - 1.65x_3 - 0.22x_4 - 2.92x_5 - 2.57x_6 = 6.62; \\ 1.55x_1 + 3.86x_2 - 0.61x_3 - 0.38x_4 + 1.01x_5 + 0.47x_6 = 3.55; \\ 2.09x_1 - 1.01x_2 + 3.53x_3 - 2.08x_4 + 2.53x_5 + 1.50x_6 = 1.51. \end{array} \right. \\
26. & \left\{ \begin{array}{l} 2.23x_1 - 2.37x_2 - 1.39x_3 - 0.75x_4 + 2.81x_5 - 2.23x_6 = 1.81; \\ -1.34x_1 - 1.21x_2 + 1.03x_3 + 0.58x_4 + 3.01x_5 - 2.23x_6 = 1.62; \\ 3.70x_1 + 3.01x_2 + 2.67x_3 - 2.58x_4 + 2.52x_5 - 1.11x_6 = 6.65; \\ 1.34x_1 + 3.38x_2 - 0.17x_3 + 2.08x_4 - 0.78x_5 + 0.67x_6 = 7.20; \\ 1.20x_1 + 1.90x_2 + 3.92x_3 + 0.90x_4 + 0.17x_5 + 3.81x_6 = 4.75; \\ -1.79x_1 + 2.08x_2 - 2.37x_3 + 0.71x_4 + 2.27x_5 + 1.97x_6 = 1.30. \end{array} \right. \\
27. & \left\{ \begin{array}{l} -2.38x_1 - 1.00x_2 + 1.74x_3 - 1.81x_4 - 2.62x_5 + 0.73x_6 = -0.32; \\ 2.87x_1 + 2.79x_2 - 1.55x_3 - 1.97x_4 + 2.64x_5 + 1.98x_6 = 4.28; \\ 1.09x_1 - 1.66x_2 - 0.77x_3 + 0.33x_4 + 0.16x_5 + 3.10x_6 = 2.72; \\ 3.64x_1 + 0.10x_2 - 2.06x_3 + 3.36x_4 - 0.32x_5 - 0.70x_6 = 1.78; \\ -2.57x_1 - 0.25x_2 + 1.70x_3 + 0.87x_4 + 2.53x_5 + 1.55x_6 = 1.37; \\ 1.09x_1 + 2.79x_2 + 1.00x_3 - 2.77x_4 - 0.45x_5 + 3.82x_6 = 5.83. \end{array} \right. \\
28. & \left\{ \begin{array}{l} 3.97x_1 - 0.03x_2 + 1.14x_3 + 3.62x_4 + 3.96x_5 + 0.36x_6 = 7.96; \\ -1.69x_1 + 2.10x_2 + 3.37x_3 + 2.35x_4 + 2.98x_5 - 1.38x_6 = 7.66; \\ 2.47x_1 + 0.49x_2 - 1.64x_3 + 0.91x_4 + 3.74x_5 - 0.23x_6 = 3.82; \\ -1.63x_1 + 2.66x_2 + 0.03x_3 - 1.71x_4 + 1.75x_5 + 1.94x_6 = 7.67; \\ 3.95x_1 - 0.50x_2 + 2.24x_3 + 0.49x_4 - 0.18x_5 + 0.91x_6 = 0.04; \\ 2.62x_1 - 2.49x_2 - 2.73x_3 + 0.62x_4 + 3.54x_5 + 2.30x_6 = -0.54. \end{array} \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{array}{l}
29. \left\{ \begin{array}{l}
-0.87x_1 + 0.80x_2 - 1.20x_3 - 1.63x_4 + 3.78x_5 + 2.49x_6 = 4.37; \\
1.06x_1 + 1.99x_2 - 0.42x_3 - 0.71x_4 - 0.15x_5 + 0.25x_6 = 7.12; \\
0.72x_1 - 2.88x_2 + 1.63x_3 + 3.16x_4 + 2.91x_5 + 2.70x_6 = 5.32; \\
3.31x_1 + 2.61x_2 - 1.81x_3 + 0.30x_4 + 1.31x_5 + 3.29x_6 = 2.40; \\
0.78x_1 - 2.00x_2 - 1.05x_3 - 0.17x_4 - 0.36x_5 + 0.00x_6 = 5.61; \\
0.02x_1 + 0.35x_2 - 1.61x_3 - 1.75x_4 + 3.14x_5 - 0.66x_6 = 7.59.
\end{array} \right. \\
30. \left\{ \begin{array}{l}
0.80x_1 + 0.24x_2 - 1.54x_3 + 2.46x_4 + 1.16x_5 - 1.46x_6 = 4.75; \\
0.78x_1 - 2.93x_2 + 0.18x_3 + 0.06x_4 - 1.31x_5 - 1.42x_6 = 7.26; \\
-0.82x_1 + 3.41x_2 - 2.11x_3 + 0.06x_4 + 2.89x_5 + 0.76x_6 = 0.45; \\
-2.50x_1 + 1.50x_2 - 2.94x_3 - 2.66x_4 + 3.00x_5 + 2.33x_6 = 5.44; \\
-1.73x_1 - 2.99x_2 + 2.09x_3 - 2.65x_4 + 3.75x_5 - 0.57x_6 = 4.20; \\
-2.35x_1 - 2.79x_2 - 0.52x_3 - 2.36x_4 + 0.42x_5 + 0.23x_6 = 2.90.
\end{array} \right.
\end{array}$$

## 8. Проблема власних значень

### Мета роботи

Ознайомлення з функціями для розв'язання звичайної та узагальненої проблеми власних значень. Знаходження власних значень і векторів за допомогою функції `eig`.

### Лабораторне завдання

1. Розв'язати звичайну проблему власних значень  $\mathbf{Ax} = \lambda\mathbf{x}$ .
2. Перевірити отримані власні вектори на ортонормованість.
3. Розв'язати узагальнену проблему власних значень  $\mathbf{Ax} = \lambda\mathbf{Cx}$ .
4. Перевірити отримані власні вектори на ортонормованість з вагою матриці  $\mathbf{C}$ .

### Варіанти ІДЗ

$$1. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -2 & -1 & -3 & 14 \\ -1 & -8 & -1 & -10 \\ -3 & -1 & 6 & 12 \\ 14 & -10 & 12 & -1 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 20 & 9 & 1 & -3 \\ 9 & 11 & -3 & 3 \\ 1 & -3 & 3 & -1 \\ -3 & 3 & -1 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$2. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 18 & 8 & -3 & -11 \\ 8 & 13 & -15 & 2 \\ -3 & -15 & -17 & -6 \\ -11 & 2 & -6 & -5 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 13 & -4 & 2 & 4 \\ -4 & 15 & -4 & 4 \\ 2 & -4 & 4 & 0 \\ 4 & 4 & 0 & 16 \end{pmatrix}.$$

$$3. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 7 & 1 & -3 & -12 \\ 1 & -8 & 1 & -11 \\ -3 & 1 & -19 & -17 \\ -12 & -11 & -17 & 6 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 10 & 1 & 4 & 4 \\ 1 & 9 & -3 & 5 \\ 4 & -3 & 5 & -2 \\ 4 & 5 & -2 & 17 \end{pmatrix}.$$

$$4. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 7 & 12 & 1 & -14 \\ 12 & -11 & -14 & -1 \\ 1 & -14 & 3 & 4 \\ -14 & -1 & 4 & -9 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 13 & -1 & -1 & 6 \\ -1 & 7 & -4 & -8 \\ -1 & -4 & 20 & 1 \\ 6 & -8 & 1 & 12 \end{pmatrix}.$$

$$5. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -14 & -8 & 11 & -17 \\ -8 & -8 & 10 & -5 \\ 11 & 10 & 1 & -15 \\ -17 & -5 & -15 & -17 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 7 & -1 & 6 & 3 \\ -1 & 7 & -2 & 3 \\ 6 & -2 & 11 & 5 \\ 3 & 3 & 5 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$6. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -18 & 3 & 3 & -17 \\ 3 & 8 & -10 & -6 \\ 3 & -10 & 12 & 12 \\ -17 & -6 & 12 & -10 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 18 & 3 & -1 & 3 \\ 3 & 15 & 2 & -4 \\ -1 & 2 & 12 & -6 \\ 3 & -4 & -6 & 11 \end{pmatrix}.$$

$$7. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & -11 & -8 & 14 \\ -11 & -9 & 1 & -5 \\ -8 & 1 & 14 & 14 \\ 14 & -5 & 14 & -18 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 10 & 3 & 6 & -1 \\ 3 & 8 & 0 & 2 \\ 6 & 0 & 6 & 1 \\ -1 & 2 & 1 & 10 \end{pmatrix}.$$

$$8. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 6 & 3 & -2 & 2 \\ 3 & 12 & -2 & -15 \\ -2 & -2 & -14 & -7 \\ 2 & -15 & -7 & 7 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 18 & 3 & -4 & -3 \\ 3 & 9 & 4 & -4 \\ -4 & 4 & 8 & 1 \\ -3 & -4 & 1 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$9. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -3 & -5 & 1 & 8 \\ -5 & -10 & 6 & 0 \\ 1 & 6 & 4 & 5 \\ 8 & 0 & 5 & -3 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 17 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 15 & 3 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & -4 \\ 3 & 2 & -4 & 12 \end{pmatrix}.$$

$$10. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 17 & -7 & -11 & -4 \\ -7 & 9 & -10 & 1 \\ -11 & -10 & 11 & 8 \\ -4 & 1 & 8 & -17 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 11 & 3 & -2 & -8 \\ 3 & 6 & -3 & -6 \\ -2 & -3 & 11 & 5 \\ -8 & -6 & 5 & 18 \end{pmatrix}.$$

$$11. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 18 & -15 & 9 & -6 \\ -15 & -11 & 13 & -6 \\ 9 & 13 & 3 & -15 \\ -6 & -6 & -15 & 7 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 14 & 6 & 6 & 3 \\ 6 & 15 & 3 & -3 \\ 6 & 3 & 8 & 2 \\ 3 & -3 & 2 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$12. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -16 & 6 & 4 & 8 \\ 6 & -18 & -4 & 15 \\ 4 & -4 & 18 & -4 \\ 8 & 15 & -4 & 5 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 12 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 12 & 8 & -1 \\ 1 & 8 & 11 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$13. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 6 & -5 & 5 & 11 \\ -5 & -18 & 14 & 3 \\ 5 & 14 & -9 & 13 \\ 11 & 3 & 13 & 2 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -3 & 1 \\ 1 & 15 & 1 & 1 \\ -3 & 1 & 12 & -4 \\ 1 & 1 & -4 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$14. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 18 & -7 & 8 & 1 \\ -7 & 10 & -13 & 7 \\ 8 & -13 & -3 & -2 \\ 1 & 7 & -2 & -6 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -2 & 3 \\ 3 & 12 & -6 & 2 \\ -2 & -6 & 14 & 2 \\ 3 & 2 & 2 & 11 \end{pmatrix}.$$

$$15. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 9 & -9 & -1 & -1 \\ -9 & 1 & -9 & 4 \\ -1 & -9 & 5 & -5 \\ -1 & 4 & -5 & -8 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 15 & -4 & -2 & 6 \\ -4 & 15 & 2 & -8 \\ -2 & 2 & 15 & -2 \\ 6 & -8 & -2 & 16 \end{pmatrix}.$$

$$16. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -11 & 3 & 6 & 6 \\ 3 & 2 & -1 & -10 \\ 6 & -1 & -6 & 1 \\ 6 & -10 & 1 & -14 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 14 & 7 & 0 & 4 \\ 7 & 9 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 20 & -6 \\ 4 & 4 & -6 & 5 \end{pmatrix}.$$

$$17. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -19 & 7 & -6 & 7 \\ 7 & 5 & -9 & -12 \\ -6 & -9 & -7 & 5 \\ 7 & -12 & 5 & 17 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 10 & -9 & 4 & -2 \\ -9 & 16 & -1 & 4 \\ 4 & -1 & 10 & -3 \\ -2 & 4 & -3 & 10 \end{pmatrix}.$$

$$18. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 18 & -1 & -4 & -17 \\ -1 & 3 & 10 & -2 \\ -4 & 10 & -10 & 3 \\ -17 & -2 & 3 & -8 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 12 & 2 & -4 & 3 \\ 2 & 15 & -8 & 7 \\ -4 & -8 & 12 & -3 \\ 3 & 7 & -3 & 10 \end{pmatrix}.$$

$$19. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -17 & -11 & -2 & 3 \\ -11 & 0 & -4 & 18 \\ -2 & -4 & 17 & 6 \\ 3 & 18 & 6 & 16 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & -3 & -1 & -1 \\ -3 & 13 & 2 & 1 \\ -1 & 2 & 5 & -6 \\ -1 & 1 & -6 & 13 \end{pmatrix}.$$

$$20. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -5 & 4 & 2 & -12 \\ 4 & -16 & 5 & 10 \\ 2 & 5 & 2 & -3 \\ -12 & 10 & -3 & 6 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 2 & -2 \\ 3 & 4 & 1 & -3 \\ 2 & 1 & 5 & -2 \\ -2 & -3 & -2 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$21. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 6 & 3 & -14 & -2 \\ 3 & -11 & -2 & 4 \\ -14 & -2 & 5 & 1 \\ -2 & 4 & 1 & 12 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 19 & -6 & 7 & -3 \\ -6 & 14 & 2 & 3 \\ 7 & 2 & 9 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 11 \end{pmatrix}.$$

$$22. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -12 & 3 & 2 & 11 \\ 3 & 19 & -14 & -8 \\ 2 & -14 & -11 & -1 \\ 11 & -8 & -1 & 2 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 9 & -1 & 0 \\ 2 & -1 & 18 & 5 \\ 3 & 0 & 5 & 14 \end{pmatrix}.$$

$$23. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -4 & -7 & -12 & -10 \\ -7 & 7 & -1 & -9 \\ -12 & -1 & 6 & -1 \\ -10 & -9 & -1 & 4 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 16 & 1 & -1 & 2 \\ 1 & 8 & 3 & 1 \\ -1 & 3 & 11 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$24. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & -7 & -3 & -6 \\ -7 & -13 & 14 & 3 \\ -3 & 14 & -19 & 3 \\ -6 & 3 & 3 & 8 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 9 & 3 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & -2 & 0 \\ 1 & -2 & 17 & -4 \\ 6 & 0 & -4 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$25. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -18 & 2 & -7 & 12 \\ 2 & 2 & -14 & 5 \\ -7 & -14 & -18 & 8 \\ 12 & 5 & 8 & -8 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 11 & 4 & 0 & 5 \\ 4 & 11 & -3 & -1 \\ 0 & -3 & 3 & 3 \\ 5 & -1 & 3 & 10 \end{pmatrix}.$$

$$26. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 18 & -5 & -3 & 2 \\ -5 & -18 & 4 & -7 \\ -3 & 4 & -6 & -5 \\ 2 & -7 & -5 & 7 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 7 & -2 & 4 & -2 \\ -2 & 6 & 5 & -2 \\ 4 & 5 & 16 & -7 \\ -2 & -2 & -7 & 10 \end{pmatrix}.$$

$$27. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -7 & 3 & -17 & -1 \\ 3 & 0 & 8 & -12 \\ -17 & 8 & -6 & 5 \\ -1 & -12 & 5 & 3 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 6 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \\ 6 & 1 & 14 & 4 \\ 1 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$28. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -6 & -2 & 3 & 11 \\ -2 & 4 & 5 & -4 \\ 3 & 5 & 17 & 0 \\ 11 & -4 & 0 & -18 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 18 & -1 & 2 & -3 \\ -1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 11 & 2 \\ -3 & 2 & 2 & 11 \end{pmatrix}.$$

$$29. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -6 & 4 & -6 & -1 \\ 4 & -19 & 8 & -1 \\ -6 & 8 & 13 & -2 \\ -1 & -1 & -2 & -6 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 17 & -1 & 2 & -7 \\ -1 & 9 & -5 & 4 \\ 2 & -5 & 5 & -7 \\ -7 & 4 & -7 & 14 \end{pmatrix}.$$

$$30. \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} -17 & 12 & 3 & 8 \\ 12 & -9 & 7 & 12 \\ 3 & 7 & -14 & -1 \\ 8 & 12 & -1 & 4 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 10 & -7 & 1 & -1 \\ -7 & 6 & -3 & 1 \\ 1 & -3 & 7 & -5 \\ -1 & 1 & -5 & 11 \end{pmatrix}.$$

## 9. Розв'язання нелінійних рівнянь

### Мета роботи

Ознайомлення з можливостями системи MATLAB з чисельного розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь з використанням стандартних функцій.

### Лабораторне завдання

1. За допомогою функції `roots` розв'язати рівняння  $f_1(x) = 0$ . Знайти всі корені, включно з комплексними.
2. За допомогою функції `fsolve` розв'язати рівняння  $f_2(x) = 0$ . Початкове наближення до нього обрати з геометричних міркувань, побудувавши (приблизно) графіки відповідних функцій.

### Варіанти ІДЗ

1.  $f_1(x) = x^3 - x^2 + 4x - 1$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - e^x$ ; додатний корінь.
2.  $f_1(x) = x^3 + 2x^2 - 2x - 15$ ;  $f_2(x) = \cos x - \ln x$ .
3.  $f_1(x) = x^3 + x^2 + 4x - 1$ ;  $f_2(x) = e^{-x} - \arctg x$ .
4.  $f_1(x) = x^3 + 9x^2 - 8x - 70$ ;  $f_2(x) = \cos x - \arctg x$ .
5.  $f_1(x) = x^3 - 4x^2 + 4x + 50$ ;  $f_2(x) = \sin \frac{x}{2} - e^{-x}$ ; найменший додатний корінь.
6.  $f_1(x) = x^3 - 5x^2 + 4x + 40$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - e^x$ ; найбільший від'ємний корінь.
7.  $f_1(x) = 2x^3 - 3x^2 + 2x + 30$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - \ln x$ ; найменший додатний корінь.
8.  $f_1(x) = 3x^3 - 6x^2 + x + 50$ ;  $f_2(x) = e^{-x} - \arctg \frac{x}{2}$ .
9.  $f_1(x) = 4x^3 - 9x^2 + x + 70$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - \arctg x$ ; найменший додатний корінь.
10.  $f_1(x) = 5x^3 - 7x^2 + 5x + 60$ ;  $f_2(x) = 2 \sin x - e^{-x}$ ; найменший додатний корінь.
11.  $f_1(x) = -x^3 - 4x^2 + 9x + 60$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - e^{2x}$ ; додатний корінь.
12.  $f_1(x) = -2x^3 - 6x^2 - 7x + 55$ ;  $f_2(x) = \cos x - \ln 2x$ .
13.  $f_1(x) = -3x^3 - 9x^2 - 8x + 75$ ;  $f_2(x) = e^{-x} - 2 \arctg x$ .
14.  $f_1(x) = -4x^3 + 7x^2 + 8x - 75$ ;  $f_2(x) = \cos x - \arctg \frac{x}{2}$ .
15.  $f_1(x) = -5x^3 + x^2 + 4x - 1$ ;  $f_2(x) = 2 \sin \frac{x}{2} - e^{-x}$ ; найменший додатний корінь.
16.  $f_1(x) = 2x^3 - x^2 + 4x - 11$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - e^{2x}$ ; найбільший від'ємний корінь.
17.  $f_1(x) = 2x^3 + 2x^2 - 2x - 26$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - \ln 2x$ .

18.  $f_1(x) = 2x^3 + x^2 + 4x - 14$ ;  $f_2(x) = e^{-x} - 2 \operatorname{arctg} \frac{x}{2}$ .
19.  $f_1(x) = 2x^3 + 9x^2 - 8x - 27$ ;  $f_2(x) = 2 \cos x - \operatorname{arctg} \frac{x}{2}$ ; найменший додатний корінь.
20.  $f_1(x) = 2x^3 - 4x^2 + 4x + 18$ ;  $f_2(x) = \sin x - e^{-2x}$ ; найменший додатний корінь.
21.  $f_1(x) = 2x^3 - 5x^2 + 4x + 14$ ;  $f_2(x) = 3 \cos x - e^x$ ; додатний корінь.
22.  $f_1(x) = 3x^3 - 3x^2 + 2x + 18$ ;  $f_2(x) = 3 \cos x - \ln x$ .
23.  $f_1(x) = 4x^3 - 6x^2 + x + 17$ ;  $f_2(x) = e^{-x} - \operatorname{arctg} 2x$ .
24.  $f_1(x) = 5x^3 - 9x^2 + x + 12$ ;  $f_2(x) = 3 \cos x - \operatorname{arctg} x$ .
25.  $f_1(x) = 6x^3 - 7x^2 + 5x + 16$ ;  $f_2(x) = \sin \frac{x}{2} - e^{-2x}$ ; найменший додатний корінь.
26.  $f_1(x) = -2x^3 - 4x^2 + 9x + 15$ ;  $f_2(x) = 2 \cos 2x - e^x$ ; додатний корінь.
27.  $f_1(x) = -3x^3 - 6x^2 - 7x + 14$ ;  $f_2(x) = \cos x - \ln 3x$ .
28.  $f_1(x) = -4x^3 - 9x^2 - 8x + 18$ ;  $f_2(x) = e^{-2x} - 3 \operatorname{arctg} x$ .
29.  $f_1(x) = -5x^3 + 7x^2 + 8x - 17$ ;  $f_2(x) = 3 \cos x - \operatorname{arctg} \frac{x}{2}$ .
30.  $f_1(x) = -6x^3 + x^2 + 4x - 19$ ;  $f_2(x) = 3 \sin \frac{x}{2} - e^{-2x}$ ; найменший додатний корінь.

## 10. Розв'язання систем нелінійних рівнянь

### Мета роботи

Ознайомлення з можливостями системи MATLAB з чисельного розв'язання систем алгебраїчних і трансцендентних рівнянь з використанням стандартних функцій.

### Лабораторне завдання

1. Визначити дескриптори потрібних функцій.
2. За допомогою функції `fsolve` розв'язати систему рівнянь. Початкове наближення до нього обрати з геометричних міркувань, побудувавши (приблизно) графіки відповідних функцій.

### Варіанти ІДЗ

$$1. \begin{cases} y = \operatorname{ch}x; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} y = \sin x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} y = \operatorname{sh}x; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} y = \cos x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} y = \operatorname{sh}x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} y = \operatorname{ch}\frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} y = 2 \sin x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$8. \begin{cases} y = \operatorname{sh}\frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$9. \begin{cases} y = \cos \frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$10. \begin{cases} y = \operatorname{sh}\frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$11. \begin{cases} y = \operatorname{ch}x - 1; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$12. \begin{cases} y = \sin \frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$13. \begin{cases} y = 2 \operatorname{sh}x; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$14. \begin{cases} y = 2 \cos x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$15. \begin{cases} y = 2 \operatorname{sh}x; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$16. \begin{cases} y = \operatorname{ch}\frac{x}{2} - 1; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$17. \begin{cases} y = 2 \sin \frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$18. \begin{cases} y = 2 \operatorname{sh}\frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$19. \begin{cases} y = 2 \cos \frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$20. \begin{cases} y = 2 \operatorname{sh}\frac{x}{2}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$21. \begin{cases} y = \operatorname{ch}\frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$22. \begin{cases} y = \sin \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$23. \begin{cases} y = \operatorname{sh}\frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$24. \begin{cases} y = \cos \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$25. \begin{cases} y = \operatorname{sh} \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$26. \begin{cases} y = 2\operatorname{ch} \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$27. \begin{cases} y = 2 \sin \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$28. \begin{cases} y = 2\operatorname{sh} \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1; \end{cases}$$

$$29. \begin{cases} y = 2 \cos \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1; \end{cases}$$

$$30. \begin{cases} y = 2\operatorname{sh} \frac{x}{3}; \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1. \end{cases}$$

# 11. Інтерполяція

## Мета роботи

Навчитися будувати інтерполяцію функції однієї змінної за допомогою сплайнів.

## Лабораторне завдання

1. Ввести в програму таблицю вхідних даних: значення аргументу та функції.
2. Побудувати інтерполяційну криву, використовуючи кубічні сплайни (функція `spline`).
3. Знайти коефіцієнти кубічних поліномів на всіх відрізках і надрукувати їх.
4. Зобразити графік знайденої кривої та позначити на ньому задані точки.

## Варіанти ІДЗ

1.

$x$	1	2	3	4	5	6
$y$	-0.8897	8.7130	29.2033	34.5579	64.4212	88.2592

2.

$x$	-1	0	1	2	3	4
$y$	-8.8788	0.8530	-6.5043	-8.8579	-16.4084	-36.0244

3.

$x$	-2	-1	0	1	2	3
$y$	19.6954	8.8541	0.3674	3.3836	-3.2401	13.4335

4.

$x$	4	5	6	7	8	9
$y$	22.5372	39.4949	57.7386	78.8096	106.5574	141.0276

5.

$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
$y$	12.6800	9.4908	-3.5264	-3.1600	-1.0593	2.1407

6.

$x$	2	3	4	5	6	7
$y$	8.8034	2.7160	-3.1629	-10.3545	-6.3473	-8.3178

7.	$x$	-3	-2	-1	0	1	2
	$y$	-23.2998	-5.1292	0.8272	3.6792	-2.9614	-0.8683

8.	$x$	5	6	7	8	9	10
	$y$	35.4642	43.3651	61.1546	76.2635	79.1562	101.8961

9.	$x$	-2	-1	0	1	2	3
	$y$	3.0237	0.7351	-6.1914	4.1275	3.4680	21.9101

10.	$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
	$y$	6.1562	-3.0258	2.7193	-0.3199	-10.3443	-5.8244

11.	$x$	-1	0	1	2	3	4
	$y$	1.6247	-4.9608	-0.8402	-6.7194	-7.6240	-24.9017

12.	$x$	3	4	5	6	7	8
	$y$	-4.3351	-5.5396	-5.6280	7.7654	1.2770	8.3148

13.	$x$	2	3	4	5	6	7
	$y$	10.6524	10.3132	18.9537	32.8616	42.0723	56.2131

14.	$x$	2	3	4	5	6	7
	$y$	4.4700	14.0194	25.5247	33.9371	55.3358	77.1507

15.	$x$	1	2	3	4	5	6
	$y$	-9.0326	9.5168	18.9867	28.3780	51.8354	71.2663

16.	$x$	2	3	4	5	6	7
	$y$	17.7775	0.6503	0.3816	7.6459	12.1053	20.1533

17.	$x$	0	1	2	3	4	5
	$y$	4.5235	10.4346	6.8243	-8.1517	-17.4349	-6.9454

18.	$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
	$y$	3.5313	0.4559	3.5915	3.3662	2.5171	-0.5416

19. 

$x$	-3	-2	-1	0	1	2
$y$	12.8532	0.0927	-1.4912	1.7658	-5.1444	1.6255

20. 

$x$	-1	0	1	2	3	4
$y$	-4.7984	-5.5617	0.6283	4.3137	11.1878	27.0766

21. 

$x$	0	1	2	3	4	5
$y$	-0.9966	4.1713	14.4691	18.5258	34.0377	66.5328

22. 

$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
$y$	3.0349	0.8649	1.7528	3.8874	0.7564	8.8352

23. 

$x$	4	5	6	7	8	9
$y$	-3.3033	4.6134	6.3709	11.6465	12.5439	23.0565

24. 

$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
$y$	-27.5462	-19.1269	-3.9303	-2.5247	-2.2616	0.8807

25. 

$x$	1	2	3	4	5	6
$y$	7.0087	16.5822	33.0887	48.8385	77.8993	100.4853

26. 

$x$	0	1	2	3	4	5
$y$	4.5879	0.9128	10.9797	16.5331	23.8440	33.1375

27. 

$x$	-4	-3	-2	-1	0	1
$y$	34.7254	14.7354	1.5678	4.1607	0.3365	7.3489

28. 

$x$	-3	-2	-1	0	1	2
$y$	-22.6355	-4.8632	-2.1608	3.6212	-10.5069	-5.2110

29. 

$x$	-3	-2	-1	0	1	2
$y$	-15.4385	-3.5973	-2.1923	-4.3743	0.6374	-11.5801

30. 

$x$	-1	0	1	2	3	4
$y$	8.5134	0.7852	-5.1223	-2.1191	5.6480	12.0964

## 12. Апроксимація

### Мета роботи

Навчитися проводити апроксимація функції однієї змінної методом найменших квадратів (МНК).

### Лабораторне завдання

1. Ввести в програму таблицю вхідних даних: значення аргументу та функції.
2. Знайти найкращу з точки зору МНК квадратичну математичну модель  $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$  (функція `regress`).
3. Знайти довірчі інтервали для коефіцієнтів моделі  $b_0, b_1, b_2$  з довірчою ймовірністю 95%.
4. Зобразити графік знайденої кривої та позначити на ньому задані точки.

### Варіанти ІДЗ

Використовуйте дані зі свого варіанту лабораторної роботи 11.

## 13. Аналітичне диференціювання

### Мета роботи

Ознайомлення з командами диференціювання та спрощення функцій у MATLAB. Аналітичне диференціювання функцій однієї та кількох змінних у MATLAB Symbolic Toolbox та спрощення результатів.

### Лабораторне завдання

1. Описати дійсні символічні змінні  $x, y$  за допомогою команди `syms` або функції `sym`.
2. Визначити функції однієї змінної  $u(x), v(x)$  та функцію двох змінних  $z(x, y)$ .
3. Використовуючи функцію `diff`, знайти потрібні похідні.
4. Спростити отримані вирази за допомогою функції `simplify`.

### Варіанти ІДЗ

$$1. u = -\frac{11}{2(x-2)^2} - \frac{4}{x-2}; u' = ? \quad v = (2x-3)^5; \frac{d^3v}{dx^3} = ?$$

$$z = x^2y + xy^2; \frac{\partial^3z}{\partial x^2\partial y} = ?$$

$$2. u = \frac{3}{2}\sqrt[3]{x^2} + \frac{18}{7}x\sqrt[6]{x} + \frac{9}{5}x\sqrt[3]{x^2} + \frac{6}{13}x^2\sqrt{x}; u' = ?$$

$$v = \ln(1+x)^5; \frac{d^5v}{dx^5} = ? \quad z = x + y^3 + 2xy; \frac{\partial^2z}{\partial x\partial y} = ?$$

$$3. u = \operatorname{tg}^2 5x; u' = ? \quad v = \cos 2x; \frac{d^7v}{dx^7} = ?$$

$$z = x^2 \sin y; \frac{\partial^3z}{\partial x\partial y^2} = ?$$

$$4. u = \frac{1}{2} \sin(x^2); u' = ? \quad v = \frac{1+x}{1-x}; \frac{d^9v}{dx^9} = ?$$

$$z = x^3 \operatorname{tg} y; \frac{\partial^3z}{\partial x^2\partial y} = ?$$

$$5. u = -\frac{\cos x}{3 \sin^3 x} + \frac{4}{3} \operatorname{ctg} x; u' = ? \quad v = \sin^2 x; \frac{d^8v}{dx^8} = ?$$

$$z = e^{x^2+y^2}; \frac{\partial^3z}{\partial x\partial y^2} = ?$$

$$6. u = \sqrt{\cos x} e^{\sqrt{\cos x}}; u' = ? \quad v = \ln(1+x); \frac{d^6v}{dx^6} = ?$$

$$z = \sqrt{x^3+y^3}; \frac{\partial^3z}{\partial y^3} = ?$$

7.  $u = \sqrt{x^2 + 1} - \ln \frac{1 + \sqrt{x^2 + 1}}{x}$ ;  $u' = ?$   $v = xe^x$ ;  $\frac{d^4v}{dx^4} = ?$   
 $z = x \cos y^2$ ;  $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = ?$
8.  $u = 3 \sin x \cos^2 x + \sin^3 x$ ;  $u' = ?$   $v = \frac{1+x}{\sqrt{x}}$ ;  $\frac{d^3v}{dx^3} = ?$   
 $z = x^3 \cos^2 y$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
9.  $u = \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 x - \operatorname{tg} x + x$ ;  $u' = ?$   $v = x^2 e^{-2x}$ ;  $\frac{d^9v}{dx^9} = ?$   
 $z = \arcsin(x^2 + y)$ ;  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = ?$
10.  $u = \frac{2x^2 - 2x + 1}{x}$ ;  $u' = ?$   $v = x^3 \ln x$ ;  $\frac{d^{10}v}{dx^{10}} = ?$   
 $z = \operatorname{arctg}(x + y^2)$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
11.  $u = -\frac{11}{2(x-2)^2} - \frac{4}{x-2}$ ;  $u' = ?$   $v = (2x-3)^5$ ;  $\frac{d^3v}{dx^3} = ?$   
 $z = x^2 y + xy^2$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
12.  $u = \frac{3}{2} \sqrt[3]{x^2} + \frac{18}{7} x \sqrt[6]{x} + \frac{9}{5} x \sqrt[3]{x^2} + \frac{6}{13} x^2 \sqrt[6]{x}$ ;  $u' = ?$   
 $v = \ln(1+x)^5$ ;  $\frac{d^5v}{dx^5} = ?$   $z = x + y^3 + 2xy$ ;  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = ?$
13.  $u = \operatorname{tg}^2 5x$ ;  $u' = ?$   $v = \cos 2x$ ;  $\frac{d^7v}{dx^7} = ?$   
 $z = x^2 \sin y$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
14.  $u = \frac{1}{2} \sin(x^2)$ ;  $u' = ?$   $v = \frac{1+x}{1-x}$ ;  $\frac{d^9v}{dx^9} = ?$   
 $z = x^3 \operatorname{tg} y$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
15.  $u = -\frac{\cos x}{3 \sin^3 x} + \frac{4}{3} \operatorname{ctg} x$ ;  $u' = ?$   $v = \sin^2 x$ ;  $\frac{d^8v}{dx^8} = ?$   
 $z = e^{x^2+y^2}$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
16.  $u = \sqrt{\cos x} e^{\sqrt{\cos x}}$ ;  $u' = ?$   $v = \ln(1+x)$ ;  $\frac{d^6v}{dx^6} = ?$   
 $z = \sqrt{x^3 + y^3}$ ;  $\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} = ?$
17.  $u = \sqrt{x^2 + 1} - \ln \frac{1 + \sqrt{x^2 + 1}}{x}$ ;  $u' = ?$   $v = xe^x$ ;  $\frac{d^4v}{dx^4} = ?$

- $z = x \cos y^2; \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = ?$
18.  $u = 3 \sin x \cos^2 x + \sin^3 x; u' = ? \quad v = \frac{1+x}{\sqrt{x}}; \frac{d^3 v}{dx^3} = ?$   
 $z = x^3 \cos^2 y; \frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
19.  $u = \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 x - \operatorname{tg} x + x; u' = ? \quad v = x^2 e^{-2x}; \frac{d^9 v}{dx^9} = ?$   
 $z = \arcsin(x^2 + y); \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = ?$
20.  $u = \frac{2x^2 - 2x + 1}{x}; u' = ? \quad v = x^3 \ln x; \frac{d^{10} v}{dx^{10}} = ?$   
 $z = \operatorname{arctg}(x + y^2); \frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
21.  $u = -\frac{11}{2(x-2)^2} - \frac{4}{x-2}; u' = ? \quad v = (2x-3)^5; \frac{d^3 v}{dx^3} = ?$   
 $z = x^2 y + xy^2; \frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
22.  $u = \frac{3}{2} \sqrt[3]{x^2} + \frac{18}{7} x \sqrt[6]{x} + \frac{9}{5} x \sqrt[3]{x^2} + \frac{6}{13} x^2 \sqrt[6]{x}; u' = ?$   
 $v = \ln(1+x)^5; \frac{d^5 v}{dx^5} = ? \quad z = x + y^3 + 2xy; \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = ?$
23.  $u = \operatorname{tg}^2 5x; u' = ? \quad v = \cos 2x; \frac{d^7 v}{dx^7} = ?$   
 $z = x^2 \sin y; \frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
24.  $u = \frac{1}{2} \sin(x^2); u' = ? \quad v = \frac{1+x}{1-x}; \frac{d^9 v}{dx^9} = ?$   
 $z = x^3 \operatorname{tg} y; \frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} = ?$
25.  $u = -\frac{\cos x}{3 \sin^3 x} + \frac{4}{3} \operatorname{ctg} x; u' = ? \quad v = \sin^2 x; \frac{d^8 v}{dx^8} = ?$   
 $z = e^{x^2+y^2}; \frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} = ?$
26.  $u = \sqrt{\cos x} e^{\sqrt{\cos x}}; u' = ? \quad v = \ln(1+x); \frac{d^6 v}{dx^6} = ?$   
 $z = \sqrt{x^3 + y^3}; \frac{\partial^3 z}{\partial y^3} = ?$
27.  $u = \sqrt{x^2+1} - \ln \frac{1+\sqrt{x^2+1}}{x}; u' = ? \quad v = x e^x; \frac{d^4 v}{dx^4} = ?$   
 $z = x \cos y^2; \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = ?$

$$28. u = 3 \sin x \cos^2 x + \sin^3 x; u' =? \quad v = \frac{1+x}{\sqrt{x}}; \frac{d^3 v}{dx^3} =?$$

$$z = x^3 \cos^2 y; \frac{\partial^3 z}{\partial x \partial y^2} =?$$

$$29. u = \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 x - \operatorname{tg} x + x; u' =? \quad v = x^2 e^{-2x}; \frac{d^9 v}{dx^9} =?$$

$$z = \arcsin(x^2 + y); \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} =?$$

$$30. u = \frac{2x^2 - 2x + 1}{x}; u' =? \quad v = x^3 \ln x; \frac{d^{10} v}{dx^{10}} =?$$

$$z = \operatorname{arctg}(x + y^2); \frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial y} =?$$

## 14. Аналітичне інтегрування функцій

### Мета роботи

Навчитися обчислювати невизначений інтеграл засобами MATLAB Symbolic Toolbox.

### Лабораторне завдання

1. Описати необхідні дійсні символічні змінні за допомогою команди `syms` або функції `sym`.
2. Визначити підінтегральну функцію.
3. Використовуючи функцію `int`, знайти первісну від неї.
4. Якщо відповідь буде в комплексній формі, спростити до дійсного виразу.

### Варіанти ІДЗ

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\int \frac{4x^3 - 4x^2 + 6x - 2}{(x-1)^2(x^2+1)} dx.$   | 13. $\int \sqrt{a^2 - x^2} dx.$                              |
| 2. $\int \frac{2x^3 + 4x^2 + x + 2}{(x-1)^2(x^2+x+1)} dx.$  | 14. $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}}.$                      |
| 3. $\int \frac{2x^4 - x^3 + x^2 + 3x + 1}{x(x^2+1)^2} dx.$  | 15. $\int x \sin x dx.$                                      |
| 4. $\int \frac{4x^3 - 4x^2 + 6x - 2}{(x-1)^2(x^2+1)^2} dx.$ | 16. $\int \sin^3 x dx.$                                      |
| 5. $\int \frac{dx}{(a+bx)(c+gx)}.$                          | 17. $\int \frac{x dx}{\sin^2 x}.$                            |
| 6. $\int \sqrt[n]{ax+b} dx.$                                | 18. $\int \frac{dx}{\sin^3 x}.$                              |
| 7. $\int \frac{a+x}{b+x} dx.$                               | 19. $\int \frac{dx}{1-\sin x}.$                              |
| 8. $\int \frac{dx}{\sqrt[n]{ax+b}}.$                        | 20. $\int \frac{dx}{a^2 + b^2 \sin^2 x}.$                    |
| 9. $\int \frac{dx}{a^2 + b^2 x}.$                           | 21. $\int \frac{4x^3 - 4x^2 + 2x + 6}{(x+1)^2(x^2-1)} dx.$   |
| 10. $\int \frac{dx}{1+x^3}.$                                | 22. $\int \frac{4x^3 + 2x^2 - x - 2}{(x+1)^2(x^2-x-1)} dx.$  |
| 11. $\int \frac{\sqrt{x} dx}{a^2 + b^2 x}.$                 | 23. $\int \frac{2x^4 - 2x^3 + 3x^2 + x - 1}{x(x^2-1)^2} dx.$ |
| 12. $\int \frac{dx}{\sqrt{x}(a^2 + b^2 x)}.$                | 24. $\int \frac{x^3 - x^2 + 4x - 1}{(x+1)^2(x^2-1)^2} dx.$   |

$$25. \int \frac{dx}{(a-bx)(c-gx)}.$$

$$26. \int \frac{4x^3 - 4x^2 + 6x - 2}{(x-1)^2(x^2+1)} dx.$$

$$27. \int \frac{2x^3 + 4x^2 + x + 2}{(x-1)^2(x^2+x+1)} dx.$$

$$28. \int \frac{2x^4 - x^3 + x^2 + 3x + 1}{x(x^2+1)^2} dx.$$

$$29. \int \frac{4x^3 - 4x^2 + 6x - 2}{(x-1)^2(x^2+1)^2} dx.$$

$$30. \int \frac{dx}{(a+bx)(c+gx)}.$$

# 15. Чисельне інтегрування функцій

## Мета роботи

Навчитися чисельно знаходити визначений інтеграл з заданою точністю.

## Лабораторне завдання

1. Описати підінтегральну функцію її дескриптором.
2. Використовуючи функцію `integral`, знайти визначений інтеграл від неї з точністю  $10^{-12}$ .

## Варіанти ІДЗ

$$1. \int_0^{1.1} e^{-\frac{x^2}{2}} dx;$$

$$2. \int_0^{1.2} \sin(x^2) dx;$$

$$3. \int_0^{1.3} \sqrt{x} \sin x dx;$$

$$4. \int_0^{1.4} \cos(x^2) dx;$$

$$5. \int_0^{1.5} \sqrt{x} \cos x dx;$$

$$6. \int_0^{1.6} e^{-\frac{x^2}{3}} dx;$$

$$7. \int_0^{1.7} \sin(2x^2) dx;$$

$$8. \int_0^{1.8} \sqrt{x} \sin 2x dx;$$

$$9. \int_0^{1.9} \cos(2x^2) dx;$$

$$10. \int_0^2 \sqrt{x} \cos 2x dx;$$

$$11. \int_0^{1.1} e^{-\frac{x^2}{4}} dx;$$

$$12. \int_0^{1.2} \sin(3x^2) dx;$$

$$13. \int_0^{1.3} \sqrt{x^3} \sin x dx;$$

$$14. \int_0^{1.4} \cos(3x^2) dx;$$

$$15. \int_0^{1.5} \sqrt{x^3} \cos x dx;$$

$$16. \int_0^{1.6} e^{-\frac{x^2}{5}} dx;$$

$$17. \int_0^{1.7} \sin(4x^2) dx;$$

$$18. \int_0^{1.8} \sqrt{x^3} \sin 2x dx;$$

$$19. \int_0^{1.9} \cos(4x^2) dx;$$

$$20. \int_0^2 \sqrt{x^3} \cos 2x dx;$$

$$21. \int_0^{1.1} e^{-\frac{x^2}{6}} dx;$$

$$22. \int_0^{1.2} \sin(5x^2) dx;$$

$$23. \int_0^{1.3} \sqrt{x^5} \sin x dx;$$

$$24. \int_0^{1.4} \cos(5x^2) dx;$$

$$25. \int_0^{1.5} \sqrt{x^5} \cos x dx;$$

$$26. \int_0^{1.6} e^{-\frac{x^2}{7}} dx;$$

$$27. \int_0^{1.7} \sin(6x^2) dx;$$

$$28. \int_0^{1.8} \sqrt{x^5} \sin 2x dx;$$

$$29. \int_0^{1.9} \cos(6x^2) dx;$$

$$30. \int_0^2 \sqrt{x^5} \cos 2x dx.$$

## 16. Аналітичне інтегрування диференціальних рівнянь

### Мета роботи

Ознайомлення з можливостями системи MATLAB з аналітичного інтегрування диференціальних рівнянь.

### Лабораторне завдання

1. За допомогою функції `dsolve` розв'язати задачу Коши.
2. Нарисувати графік розв'язку на відрізку  $x \in [0; 5]$ .
3. Зберегти рисунок у файл \*.png або \*.jpg.

### Варіанти ІДЗ

1.  $y^{IV} - 5y'' + 4y = 4xe^x$ ;  
 $y(0) = 0$ ;  $y'(0) = 1$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
2.  $y^{IV} - 6y'' + 9y = 4e^{-3x}$ ;  
 $y(0) = 1$ ;  $y'(0) = -2$ ;  $y''(0) = 1$ ;  $y'''(0) = 0$ .
3.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = x \sin x$ ;  
 $y(0) = 1$ ;  $y'(0) = 2$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
4.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = xe^{-x} \cos x$ ;  
 $y(0) = -1$ ;  $y'(0) = 2$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
5.  $y^{IV} + y''' = 25e^x \sin x$ ;  
 $y(0) = -2$ ;  $y'(0) = 1$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 0$ .
6.  $y^{IV} - 6y''' + 9y'' = e^{-x} \cos 2x$ ;  
 $y(0) = 1$ ;  $y'(0) = 1$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
7.  $y^{IV} + 2y''' + 2y'' = \sin x - \cos x$ ;  
 $y(0) = -3$ ;  $y'(0) = 2$ ;  $y''(0) = 1$ ;  $y'''(0) = 1$ .
8.  $y^{IV} + 4y''' + 4y'' = (1 - x)e^{4x}$ ;  
 $y(0) = 1$ ;  $y'(0) = -2$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 0$ .
9.  $y^{IV} - 3y''' + 3y'' = (x - 1)^2$ ;  
 $y(0) = -1$ ;  $y'(0) = -1$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
10.  $y^{IV} + y''' = 10(1 - x)e^{-2x}$ ;  
 $y(0) = -2$ ;  $y'(0) = -2$ ;  $y''(0) = 1$ ;  $y'''(0) = 1$ .
11.  $y^{IV} + 2y'' + y = e^x \sin x$ ;  
 $y(0) = 4$ ;  $y'(0) = -1$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
12.  $y^{IV} - 5y'' + 4y = 4e^x (\sin x + \cos x)$ ;  
 $y(0) = -1$ ;  $y'(0) = 4$ ;  $y''(0) = 1$ ;  $y'''(0) = 1$ .
13.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = xe^x$ ;  
 $y(0) = 1$ ;  $y'(0) = -4$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = 1$ .
14.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = e^{3x} \cos x$ ;

- $y(0) = -4; y'(0) = 1; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 15.  $y^{IV} + y''' = \sin x;$   
 $y(0) = -5; y'(0) = 1; y''(0) = 0; y'''(0) = 0.$   
 16.  $y^{IV} - 6y''' + 9y'' = e^{2x};$   
 $y(0) = 1; y'(0) = 5; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 17.  $y^{IV} + 2y''' + 2y'' = x \cos x;$   
 $y(0) = -4; y'(0) = 2; y''(0) = 1; y'''(0) = 1.$   
 18.  $y^{IV} + 4y''' + 4y'' = 2xe^x;$   
 $y(0) = 1; y'(0) = -5; y''(0) = 0; y'''(0) = 0.$   
 19.  $y^{IV} - 3y''' + 3y'' = x^2 e^{4x};$   
 $y(0) = -5; y'(0) = -5; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 20.  $y^{IV} + y''' = 8 \sin 2x;$   
 $y(0) = -2; y'(0) = -2; y''(0) = 1; y'''(0) = 1.$   
 21.  $y^{IV} + 2y'' + y = xe^{-x};$   
 $y(0) = 4; y'(0) = -1; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 22.  $y^{IV} - 5y'' + 4y = e^{2x}(x^2 - 5x + 2);$   
 $y(0) = -1; y'(0) = 4; y''(0) = 1; y'''(0) = 1.$   
 23.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = 4 \sin x + 22 \cos x;$   
 $y(0) = 2; y'(0) = -5; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 24.  $y^{IV} + 4y''' + 10y'' + 12y' + 5y = \sin 2x;$   
 $y(0) = -2; y'(0) = 5; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 25.  $y^{IV} + y''' = \sin x + 3 \cos x;$   
 $y(0) = -5; y'(0) = 3; y''(0) = 0; y'''(0) = 0.$   
 26.  $y^{IV} - 6y''' + 9y'' = x^2;$   
 $y(0) = 3; y'(0) = 5; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 27.  $y^{IV} + 2y''' + 2y'' = e^{2x} \sin x;$   
 $y(0) = -4; y'(0) = 3; y''(0) = 1; y'''(0) = 1.$   
 28.  $y^{IV} + 4y''' + 4y'' = \cos 2x;$   
 $y(0) = 1; y'(0) = -5; y''(0) = 0; y'''(0) = 0.$   
 29.  $y^{IV} - 3y''' + 3y'' = xe^{-x};$   
 $y(0) = -1; y'(0) = -1; y''(0) = 0; y'''(0) = 1.$   
 30.  $y^{IV} + y''' = \sin x;$   
 $y(0) = -2; y'(0) = -2; y''(0) = 1; y'''(0) = 1.$

## 17. Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь та їхніх систем (задача Коши)

### Мета роботи

Ознайомлення з чисельними розв'язувачами задачі Коши у MATLAB.

### Лабораторне завдання

1. Звести диференціальне рівняння вищого порядку до нормальної системи диференціальних рівнянь.
2. Розв'язати нормальну систему за допомогою розв'язувача `ode45` на відріжку  $x \in [0; 5]$ .
3. Нарисувати графік розв'язку.
4. Візуально порівняти чисельний розв'язок з аналітичним, отриманим у лабораторній роботі 16.
5. Зберегти рисунок у файл `*.png` або `*.jpg`.

### Варіанти ІДЗ

Використовуйте дані зі свого варіанту лабораторної роботи 16.

## 18. Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь та їхніх систем (крайова задача)

### Мета роботи

Ознайомлення з чисельними розв'язувачами крайової задачі в системі MATLAB.

### Лабораторне завдання

1. Звести диференціальне рівняння другого порядку до нормальної системи двох диференціальних рівнянь.
2. Розв'язати крайову задачу для неї за допомогою розв'язувача `bvp5c` на заданому відрізку з кроком  $h = 0.01$ . За початкове наближення можна взяти відрізок прямої, що поєднує граничні точки.
3. Нарисувати графік розв'язку на заданому відрізку.
4. Зберегти рисунок у файл \*.png або \*.jpg.

### Варіанти ІДЗ

1.  $y'' + \frac{2y'}{1+x^2} + 3xy = \sin 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 5; \end{cases}$
2.  $y'' + \frac{2 + \sin x}{2+x}y' + 3x^2y = \sin 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 5; \end{cases}$
3.  $y'' + \frac{1 + \cos x}{1+x^2}y' + 2xy = \sin 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 5; \end{cases}$
4.  $y'' + \frac{e^{-x}y'}{1+x^2} + 2x^2y = \sin 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 5; \end{cases}$
5.  $y'' + y' \operatorname{arctg} x + 3xy = \sin 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 5; \end{cases}$
6.  $y'' + \frac{2y'}{2+x^2} + 3xy = \sin 3x; \quad \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
7.  $y'' + \frac{1 + \sin x}{1+x}y' + 3x^2y = \sin 3x; \quad \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
8.  $y'' + \frac{2 + \cos x}{1+x}y' + 2xy = \sin 3x; \quad \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
9.  $y'' + \frac{e^{-2x}y'}{1+x} + 2x^2y = \sin 3x; \quad \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
10.  $y'' + \frac{y' \operatorname{arctg} \frac{x}{2}}{1+x} + 3xy = \sin 3x; \quad \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
11.  $y'' + \frac{2y'}{1+x^2} + 3xy = \cos 2x; \quad \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 4; \end{cases}$

12.  $y'' + \frac{2 + \sin x}{2 + x}y' + 3x^2y = \cos 2x; \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
13.  $y'' + \frac{1 + \cos x}{1 + x^2}y' + 2xy = \cos 2x; \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
14.  $y'' + \frac{e^{-x}y'}{1 + x^2} + 2x^2y = \cos 2x; \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
15.  $y'' + y'\operatorname{arctg}x + 3xy = \cos 2x; \begin{cases} y(0) = 2; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
16.  $y'' + \frac{2y'}{2 + x^2} + 3xy = \cos 3x; \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
17.  $y'' + \frac{1 + \sin x}{1 + x}y' + 3x^2y = \cos 3x; \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
18.  $y'' + \frac{2 + \cos x}{1 + x}y' + 2xy = \cos 3x; \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
19.  $y'' + \frac{e^{-2x}y'}{1 + x} + 2x^2y = \cos 3x; \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
20.  $y'' + \frac{y'\operatorname{arctg}\frac{x}{2}}{1 + x} + 3xy = \cos 3x; \begin{cases} y(0) = 3; \\ y(5) = 4; \end{cases}$
21.  $y'' + \frac{3y'}{2 + x^2} + 3xy = \sin \frac{x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 2; \end{cases}$
22.  $y'' + \frac{1 + \sin x}{3 + x}y' + 3x^2y = \sin \frac{x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 2; \end{cases}$
23.  $y'' + \frac{1 + \cos x}{3 + x^2}y' + 2xy = \sin \frac{x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 2; \end{cases}$
24.  $y'' + \frac{e^{-2x}y'}{2 + x^2} + 2x^2y = \sin \frac{x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 2; \end{cases}$
25.  $y'' + y'\operatorname{arctg}\frac{x}{2} + 3xy = \sin \frac{x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 2; \end{cases}$
26.  $y'' + \frac{3y'}{1 + x^2} + 3xy = \cos \frac{3x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 3; \end{cases}$
27.  $y'' + \frac{1 + \sin x}{2 + x}y' + 2x^2y = \cos \frac{3x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 3; \end{cases}$
28.  $y'' + \frac{2 + \cos x}{2 + x}y' + 3xy = \cos \frac{3x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 3; \end{cases}$
29.  $y'' + \frac{e^{-2x}y'}{1 + x^2} + 2xy = \cos \frac{3x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 3; \end{cases}$
30.  $y'' + \frac{y'\operatorname{arctg}\frac{x}{3}}{1 + x^2} + 3x^2y = \cos \frac{3x}{2}; \begin{cases} y(0) = 4; \\ y(5) = 3. \end{cases}$

## Висновки

Після виконання лабораторного практикуму студенти набувають умінь та навичок використання системи математичних розрахунків MATLAB та мови програмування MATLAB. Отримані знання можуть бути використані при вивченні інших навчальних курсів, які потребують проведення математичних розрахунків, а також при виконанні курсових та дипломних робіт.

## Література

1. Гоблик Н. М. MATLAB в інженерних розрахунках: комп'ютерний практикум / Н. М. Гоблик, В. В. Гоблик. — Львів : Львівська політехніка, 2020. — 192 с.
2. Іглін С. П. Персональна сторінка. — <http://iglin.epizy.com>.
3. Моделювання систем у середовищі MATLAB / С. С. Забара, О. О. Гагарін, І. М. Кузьменко, Ю. Д. Шебаршин. — Київ : Університет "Україна", 2011. — 137 с.
4. Hunt B. R. A Guide to MATLAB for Beginners and Experienced Users / B. R. Hunt, R. L. Lipsman, J. M. Rosenberg. — London : Cambridge University Press, 2001. — 346 p.
5. MATLAB Source Codes. — [https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/m\\_src/m\\_src.html](https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/m_src/m_src.html).
6. Mathworks. — <https://www.mathworks.com/>.
7. Virtual Library of Simulation Experiments: Test Functions. — <https://www.sfu.ca/~ssurjano/index.html>.

Навчальне видання

ТРУБАЄВ Олександр Іванович, МЕТЄЛЬОВ Володимир  
Олександрович, ІГЛІН Сергій Петрович

**ПРОВЕДЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ  
У СИСТЕМІ МАТЛАВ**

**Методичні вказівки**

до виконання лабораторних робіт

з курсу "Системи символної математики"

для студентів спеціальностей "Прикладна математика",  
"Комп'ютерні науки" усіх форм навчання  
вищих навчальних закладів

Відповідальний за випуск доц. О. О. Водка

Роботу до видання рекомендував доц. В. О. Федоров

План 2023 р., поз. 161

Підписано до видання 07.09.2023 р.

Гарнітура Times New Roman. Обсяг — 2,6 др. арк.