Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

Пех П.А.,Чернящук Н.Л., Гринюк С.В., Конкевич Л.М.,
Мельник К.В., Христинець Н.А.

МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»
денної та заочної форм навчання

ЛУЦЬК 2023

УДК 004.94:519.67(076)
М54

Рекомендовано Луцьким національним технічним університетом як навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації (протокол №12 від 30.06.2023 року)

Рецензенти:
Олена МІКУЛІЧ, доктор технічних наук, професор
Ярослав ПАСТЕРНАК, доктор фізико-математичних наук, професор
Анатолій ФЕДОНЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Методи обчислень та моделювання. Лабораторний практикум. Для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Комп'ютерна інженерія» денної та заочної форм навчання / Петро Антонович Пех, Наталія Леонідівна Чернящук, Сергій Васильович Гринюк, Людмила Миколаївна Конкевич, Катерина Вікторівна Мельник, Наталія Анатоліївна Христинець. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 168 с.

Даний посібник-практикум – збірник програм мовою Matlab та результатів їх тестування. Мета авторів – допомогти студенту опанувати математичними методами обчислень та методикою складання програм мовою Matlab. Окрім великої кількості програм, посібник також містить варіанти індивідуальних завдань. Посібник передбачений для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

ЗМІСТ

ВСТУП 5

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1: “ЕЛЕМЕНТАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB. ПРОГРАМУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ” 6

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2: “ВВЕДЕННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ ДАНИХ ЗАСОБАМИ MATLAB. ПРОГРАМУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ” 11

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3: “ФОРМУВАННЯ ВЕКТОРІВ ЗАСОБАМИ MATLAB” 18

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4: “РОБОТА З МАТРИЦЯМИ ЗАСОБАМИ MATLAB” 23

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5: “ПОБУДОВА ТА РЕДАГУВАННЯ ГРАФІКІВ ФУНКЦІЙ ЗАСОБАМИ MATLAB” 30

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6: “ПОБУДОВА ТА РЕДАГУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЗАСОБАМИ MATLAB” 37

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7: “ПРОГРАМУВАННЯ РОЗГАЛУЖЕНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ MATLAB” 42

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8: “ПРОГРАМУВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ МОВИ MATLAB” 53

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДАМИ ХОРД ТА ДОТИЧНИХ” 57

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДАМИ ПОЛОВИННОГО ДІЛЕННЯ ТА ІТЕРАЦІЙ” 62

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11: “НАБЛИЖЕНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ЯК СУМИ ЧЛЕНІВ ЗНАКОЗМІННОГО РЯДУ” 69

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12: “НАБЛИЖЕНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ЯК СУМИ ЧЛЕНІВ ЗНАКОПОСТІЙНОГО РЯДУ” 72

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13: “МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ” 76

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14: “МЕТОДИ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ’ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ” 83

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ НЬЮТОНА” 88

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ІТЕРАЦІЙ” 93

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17: “ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРШОЇ ТА ДРУГОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ФОРМУЛ НЬЮТОНА” 97

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18: “ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МНОГОЧЛЕНА ЛАГРАНЖА” 103

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №19: “ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЗА ФОРМУЛАМИ ПРЯМОКУТНИКІВ ТА ТРАПЕЦІЙ”.......108
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №20: “ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЗА ФОРМУЛОЮ СІМПСОНА”.......116
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №21: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА” 120
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №22: “НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА”.......124
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №23: “АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ”.......128
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №25: “АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПОКАЗНИКОВОЮ ФУНКЦІЄЮ”.......141
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №28: “МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ЗДР ПЕРШОГО ПОРЯДКУ” 158
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №29: “МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ЗДР ДРУГОГО ПОРЯДКУ” 161
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №30: “МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ СИСТЕМОЮ ЛДР ПЕРШОГО ПОРЯДКУ”.......163
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.......165

ВСТУП

Метою цих методичних вказівок є забезпечення студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» методичними матеріалами, необхідними під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи обчислень та моделювання». Організація ефективного виконання лабораторних робіт спрямована на оволодіння студентами необхідними навиками у вирішенні складних завдань обчислювального характеру за рахунок використання сучасного програмного забезпечення.

Сформульована вище мета досягається за рахунок:

- поглибленого вивчення методів наближених обчислень з використанням програми Matlab;
- оволодіння сучасними математичним апаратом та технологіями програмування;
- вивчення принципів функціонування сучасних систем програмування, що дозволяють швидко і на сучасному рівні створювати прикладне програмне забезпечення;
- оволодіння практичними навичками розробки надійних та ефективних програм в середовищі Matlab.

Приступаючи до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Методи обчислень та моделювання», студент повинен:

- опрацювати теоретичний матеріал з даної теми в обсязі, передбаченим навчальним планом для студентів спеціальностей 123 «Комп'ютерна інженерія»;
- володіти комп'ютером на достатньому рівні;
- мати навички роботи з операційною системою Windows 10 та пакетом офісних додатків.

Знання, отримані студентами в рамках виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи обчислень та моделювання», можуть бути використані при вивченні інших дисциплін фундаментального та професійного блоку.

Дані методичні вказівки містять тридцять лабораторних робіт, Окрім завдань, виконання яких наводяться у тексті методичних вказівок, студент повинен виконати завдання за індивідуальним варіантом, що задається в кінці кожної теми.

У процесі виконання лабораторної роботи з дисципліни«Методи обчислень та моделювання» студент має створити папку з назвою ind_work_n (де n – номер лабораторної роботи), у якій у підлеглих папках з назвами ind_work_n _m (де m – номер завдання) мають бути збережені розроблені програмні проекти. Проекти повинні бути протестовані за різних наборів вхідних даних. Невідлагоджені та непротестовані програмні проекти до захисту не допускаються.

До програм, розроблених у процесі виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи обчислень та моделювання» висувається ряд вимог, яких студент має дотримуватися. Програмні проекти повинні:

- бути виконані у відповідності до умов завдання;
- бути самостійно розробленими та протестованими;
- ґрунтуватися на результатах самостійної роботи (дослідженнях);
- бути оформленими за стандартами і мати необхідний обсяг;
- бути виконаними і захищеними в зазначені терміни.

Програмні проекти, виконані не за варіантом, до захисту не допускаються.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1:
"ЕЛЕМЕНТАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB. ПРОГРАМУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити інтерфейс користувача програми `Matlab`.
2. Ознайомитися з бібліотекою функцій `Matlab`.
3. Ознайомитися з етапами виконання програм засобами програми `Matlab`.
4. Навчитися складати прості програми лінійних процесів засобами програми `Matlab`.
5. Вивчити формати введення та виведення даних різних типів засобами програми `Matlab`.

ХІД РОБОТИ

1. Ввести, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою *`ind_work_01`* для розв'язування наступної задачі. Дано: r - радіус основи прямого кругового циліндра; `h` - висота прямого кругового циліндра. Необхідно обчислити та вивести на друк:

`sb=2*pi*r*h` - площу бічної поверхні циліндра;

`sp=sb+2*pi*r*r` - площу повної поверхні циліндра;

`v=pi*r*r*h` - об'єм циліндра.

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції: введення вхідних даних; реалізації основної частини завдання; виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_01
 % Дано: прямий круговий циліндр
 % r - радіус прямого кругового циліндра;
 % h - висота прямого кругового циліндра
 % Обчислити:
 % значення площі бічної поверхні циліндра sb=2*pi*r*h
 % значення площі повної поверхні циліндра sp=2*pi*r*r+sb
 % значення обєму циліндра v=pi*r*r*h

 % Введення вхідних даних
 [r h]=inp_data();

 % Обчислення значень площ та обєму:
 [sb sp v]=calulate(r,h);

 % Виведення на друк результатів обчислень:
 print_res(sb, sp, v);
end


function [r h]=inp_data()
 r=input('Ввести значення радіуса прямого кругового циліндра r: ');
 h=input('Ввести значення висоти прямого кругового циліндра h: ');
end

% Обчислення значень площ та обєму:
function [sb sp v]=calulate(r,h)
 sb=2*pi*r*h;
 sp=2*pi*r*r+sb;
 v=pi*r*r*h;
end
```

```
% Виведення на друк результатів обчислень:
function print_res(sb, sp, v)
 fprintf('\n');
 disp('      Результати обчислень:');
 fprintf('Площа бічної поверхні циліндра sb=%8.2f',sb);
 fprintf('\nПлоща повної поверхні циліндра sp=%8.2f',sp);
 fprintf('\nОбєм циліндра v=%8.2f\n',v);
end
```

```
Результати обчислень:

>> ind_work_01
Ввести значення радіуса прямого кругового циліндра r: 5
Ввести значення висоти прямого кругового циліндра h: 6

Площа бічної поверхні циліндра sb=  188.50
Площа повної поверхні циліндра sp=  345.58
Обєм циліндра v=  471.24
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати лінійну програму розв'язування задачі , вибраної згідно з варіантом.

1. Дано сторони `a, b, c` трикутника. Обчислити висоти трикутника:

$$h_a = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{a};$$
$$h_b = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{b};$$
$$h_c = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{c}.$$

де $p = \frac{a+b+c}{2} p = \frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр.

2. Дано сторони `a, b, c` трикутника. Обчислити медіани трикутника:

$$m_a = \frac{\sqrt{2b^2+2c^2-a^2}}{2};$$
$$m_b = \frac{\sqrt{2b^2+2c^2-a^2}}{2};$$
$$m_c = \frac{\sqrt{2b^2+2c^2-a^2}}{2};$$

3. Дано катети `a, b` прямокутного трикутника. Обчислити гіпотенузу $c = \sqrt{a^2+b^2} c = \sqrt{a^2+b^2}$ та площу $S = \frac{ab}{2} S = \frac{ab}{2}$ трикутника:

4. Дано сторони `a, b, c` трикутника. Знайти площу цього трикутника за формулою Герона $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, де $p = \frac{a+b+c}{2} p = \frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр.

5. Дано основи трапеції `a`, `b` та її висота `h`. Обчислити середню лінію трапеції с$=\frac{a+b}{2}=\frac{a+b}{2}$ та її площу $S=\frac{a+b}{2}h.S=\frac{a+b}{2}h.$

6. Дано радіус кола `R`. Обчислити довжину кола $l=2\pi Rl=2\pi R$та площу круга $S=\pi R^2 S=\pi R^2$.

7. Дано сторони `a`, `b`, `c` трикутника. Обчислити радіус описаного кола $R=\frac{abc}{4\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}$ $R=\frac{abc}{4\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}$ та радіус вписаного кола $r=\frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p}r=\frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p}$, де $p=\frac{a+b+c}{2}p=\frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр.

8. Дано сторони `a`, `b`, `c` прямокутного паралелепіпеда. Обчислити об'єм паралелепіпеда $V=abc$ $V=abc$ та довжину його діагоналі $d=\sqrt{a^2+b^2+c^2}.d=\sqrt{a^2+b^2+c^2}.$

9. Дано сторону `a` тетраедра. Обчислити об'єм тетраедра $V=\frac{a^3*\sqrt{2}}{12}V=\frac{a^3*\sqrt{2}}{12}$, площу його поверхні $S=a^2*\sqrt{3}S=a^2*\sqrt{3}$ та радіус описаної сфери $R=\frac{a\sqrt{6}}{4}R=\frac{a\sqrt{6}}{4}$.

10. Дано радіус основи `R` та висоту `H` прямого кругового циліндра. Обчислити об'єм $V=\pi R^2 H$ $V=\pi R^2 H$, площу бічної поверхні $S_b=2\pi RHS_b=2\pi RH$та площу повної поверхні $S_p=S_b+2\pi R^2$ $S_p=S_b+2\pi R^2$.

11. Дано радіус основи RR, висоту HH та твірну $L\,L$ прямого кругового конуса. Обчислити об'єм $V=\pi R^2H/3V=\pi R^2H/3$, площу бічної поверхні $S_b=2\pi RL\,S_b=2\pi RL$ та площу повної поверхні $S_p=S_b+\pi R^2 S_p=S_b+\pi R^2$.

12. Дано радіуси $R_1\,R_1$ верхньої та нижньої $R_2\,R_2$ основ, висоту HH та твірну $L\,L$ зрізаного конуса. Обчислити об'єм $V=\pi(R_1^2+R_1R_2+R_2^2)H/3V=\pi(R_1^2+R_1R_2+R_2^2)H/3$, площу бічної поверхні $S_b=2\pi(R_2-R_1)L\,S_b=2\pi(R_2-R_1)L$ та площу повної поверхні $S_p=S_b+\pi(R_1^2+R_2^2)$ $S_p=S_b+\pi(R_1^2+R_2^2)$.

13. Дано радіус RR кулі. Обчислити об'єм кулі $V=\frac{4\pi R^3}{3}V=\frac{4\pi R^3}{3}$ та площу сфери $S=4\pi R^2$ $S=4\pi R^2$

14. Дано координати двох точок: $M_1(x_1,y_1,z_1),\ M_2(x_2,y_2,z_2),M_1(x_1,y_1,z_1),\ M_2(x_2,y_2,z_2),$ та деякий коефіцієнт kk. Обчислити координати точки $M_0(x_0,y_0,z_{10})M_0(x_0,y_0,z_{10})$, яка ділить відрізок $M_1M_2\ M_1M_2$ у відношенні kk за такими формулами: $x_0=\frac{x_1+kx_2}{1+k}x_0=\frac{x_1+kx_2}{1+k}$; $y_0=\frac{y_1+ky_2}{1+k}$ $y_0=\frac{y_1+ky_2}{1+k}$; $z_0=\frac{z_1+kz_2}{1+k}.z_0=\frac{z_1+kz_2}{1+k}.$

15. Дано координати вершин трикутника: $A(x_1,y_1),\ B(x_2,y_2),\ C(x_3,y_3).$ $A(x_1,y_1),\ B(x_2,y_2),\ C(x_3,y_3).$ Обчислити довжини сторін цього трикутника:

$l_{AB}=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}l_{AB}=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$; $l_{AC}=\sqrt{(x_3-x_1)^2+(y_3-y_1)^2}$; $l_{AC}=\sqrt{(x_3-x_1)^2+(y_3-y_1)^2}$;

$l_{BC}=\sqrt{(x_3-x_2)^2+(y_3-y_2)^2}l_{BC}=\sqrt{(x_3-x_2)^2+(y_3-y_2)^2}$.

16. Дано ребро aa куба. Обчислити об'єм куба $V = a^3V = a^3$ та площу його бічної поверхні $S = 6a^2\,S = 6a^2$.

17. Дано координати двох точок: $M_1(x_1, y_1),\ M_2(x_2, y_2), M_1(x_1, y_1),\ M_2(x_2, y_2),$ та рівняння прямої $Ax + By + C = 0.Ax + By + C = 0.$ Обчислити відстань від заданих точок до заадної прямої за формулою $d = \frac{|Ax_0+By_0+C|}{\sqrt{A^2+B^2}}, d = \frac{|Ax_0+By_0+C|}{\sqrt{A^2+B^2}},$ де $x_0, y_0 x_0, y_0$ - координати точки.

18. Дано координати точки $M(x, y)M(x, y)$ на еліпсі та число cc. Обчислити фокальні радіуси точки $F_1M = \sqrt{(x+c)^2+y^2},\ F_2M = \sqrt{(x-c)^2+y^2}\,F_1M = \sqrt{(x+c)^2+y^2},\ F_2M = \sqrt{(x-c)^2+y^2}$.

19. Дано координати двох векторів $\overline{a}(x_1, y_1)\overline{a}(x_1, y_1)$ та $\overline{b}(x_2, y_2)\overline{b}(x_2, y_2)$. Обчислити скалярний добуток цих векторів $\overline{ab} = x_1 * y_1 + x_2 * y_{21}\overline{ab} = x_1 * y_1 + x_2 * y_{21}$ та їх модулі $|\bar{a}||\bar{a}|=\sqrt{x_1^2+y_1^2};\ |\bar{b}|\sqrt{x_1^2+y_1^2};\ |\bar{b}|=\sqrt{x_2^2+y_2^2}.\sqrt{x_2^2+y_2^2}$.

20. Дано сторону а рівностороннього трикутника. Обчислити його площу $S = \frac{a^2*\sqrt{3}}{4}S = \frac{a^2*\sqrt{3}}{4}$, радіус вписаного кола $r = \frac{a\sqrt{3}}{6}r = \frac{a\sqrt{3}}{6}$ та радіус описаного кола $R = \frac{a\sqrt{3}}{3}.R = \frac{a\sqrt{3}}{3}.$

21. Дано радіус RR круга. Обчислити площу цього круга $S = \pi R^2S = \pi R^2$ та довжину кола $l = 2\pi R\ l = 2\pi R$, що його обмежує.

22. Дано сторони а, b, c трикутника. Знайти площу цього трикутника за формулою Герона $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$ та радіус вписаного кола $r = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p}r = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p}$, де $p = \frac{a+b+c}{2}p = \frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр.

23. Дано сторони а, b, c трикутника. Обчислити величину висоти трикутника, опущену на сторону с: $h_c = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{ac}h_c = \frac{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{ac}$ та довжину медіани, проведеної до цієї ж сторони $m_c = \frac{\sqrt{2b^2+2c^2-a^2}}{2}.m_c = \frac{\sqrt{2b^2+2c^2-a^2}}{2}.$

24. Дано сторону а октаедра. Обчислити його об'єм $V = \frac{a^3\sqrt{2}}{3}V = \frac{a^3\sqrt{2}}{3}$ та площу поверхні $S = 2a^2\sqrt{3}\ S = 2a^2\sqrt{3}$.

25. Дано сторону а октаедра. Обчислити радіус описаної сфери $R = \frac{a\sqrt{2}}{2}R = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ та радіус вписаної сфери $r = \frac{a\sqrt{6}}{26}r = \frac{a\sqrt{6}}{26}$.

26. Дано сторони а, b, c трикутника. Обчислити бісектриси кутів, що лежать проти відповідних сторін трикутника за формулами:

$l_a = \frac{2\sqrt{bcp(p-a)}}{b+c};\ \ l_b = \frac{2\sqrt{acp(p-b)}}{a+c};\ \ l_c = \frac{2\sqrt{abp(p-c)}}{a+b}$

$l_a = \frac{2\sqrt{bcp(p-a)}}{b+c};\ \ l_b = \frac{2\sqrt{acp(p-b)}}{a+c};\ \ l_c = \frac{2\sqrt{abp(p-c)}}{a+b}$; де $p = \frac{a+b+c}{2}p = \frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр.

27. Дано сторони а, b, c трикутника. Обчислити бісектриси кутів, що лежать проти відповідних сторін трикутника за формулами:

$$l_a = \frac{\sqrt{bc((b+c)^2 - a^2)}}{b+c}; \quad l_b = \frac{\sqrt{ac((a+c)^2 - b^2)}}{a+c}; \quad l_c = \frac{\sqrt{ab((a+b)^2 - c^2)}}{a+b}$$

28. Дано сторону a рівностороннього трикутника. Обчислити радіуси вписаного $r = \frac{a\sqrt{3}}{6}r = \frac{a\sqrt{3}}{6}$ та описаного $R = 2rR = 2r$ кіл та площу $S = \frac{\sqrt{3}a^2}{4}S = \frac{\sqrt{3}a^2}{4}$ трикутника.

29. Дано основу a та бічну сторону b рівнобедреного трикутника. Обчислити висоту трикутника $h_a = \frac{\sqrt{4b^2-a^2}}{2}h_a = \frac{\sqrt{4b^2-a^2}}{2}$, опущену на його основу, радіуси вписаного $r = \frac{a\sqrt{4b^2-a^2}}{2(2b+a)}r = \frac{a\sqrt{4b^2-a^2}}{2(2b+a)}$ та описаного $R = \frac{b^2}{\sqrt{4b^2-a^2}}R = \frac{b^2}{\sqrt{4b^2-a^2}}$ кіл та площу $S = \frac{a\sqrt{4b^2-a^2}}{4}S = \frac{a\sqrt{4b^2-a^2}}{4}$ трикутника.

30. Дано гіпотенузу c рівнобедреного прямокутного трикутника. Обчислити його катети $a = b = \frac{c\sqrt{2}}{2}a = b = \frac{c\sqrt{2}}{2}$ та площу $S = \frac{c^2}{4}S = \frac{c^2}{4}$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2:
"ВВЕДЕННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ ДАНИХ ЗАСОБАМИ MATLAB. ПРОГРАМУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з концепцією введення та виведення даних різних типів засобами `Matlab`.
2. Ознайомитися з інструментами введення та виведення даних різних типів засобами `Matlab`.
3. Ознайомитися з форматами введення та виведення даних засобами `Matlab` і особливостями їх застосування у процесах введення/виведення даних різних типів.
4. Навчитися розробляти програми лінійних обчислювальних процесів засобами `Matlab`.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Ввести, відлагодити та протестувати програму обчислення виразів `a=f1(x,y,z)` та `b=f2(x,y,z)` з використанням бібліотеки арифметичних функцій і зберегти її під назвою *`ind_work_02_01`*.

$$a = \left(\cos^2(\mathrm{arctg}\, z) + 4.2e^{-x^2+1.3} - \sqrt{2x^2 + y^2 + 1} + \ln\left(\frac{2+3.3x^2+y^2}{4x^2+5.5y^2+1}\right)\right);$$

$$a = \left(\cos^2(\mathrm{arctg}\, z) + 4.2e^{-x^2+1.3} - \sqrt{2x^2 + y^2 + 1} + \ln\left(\frac{2+3.3x^2+y^2}{4x^2+5.5y^2+1}\right)\right);$$

$$b = \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right) \lg\left(1 + \sqrt{4 + x^2 + \frac{y^2}{2}}\right) + \mathrm{tg}(1 + x^2);$$

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_02_01
 % Дано:
 %   x, y, z - значення аргументів
 % Обчислити:
 %  a = cos(atan(z)^2 + 4.2 * exp((-x)^2 + 1.3)
 %       - sqrt(2*x^2 + y^2 + 1)
 %       + log((2 + 3.3 * x^2 + y^2)/(4*x^2 + 5.5 * y^2 + 1)))
 %  b = sin(x + pi/4) * log10(1 + sqrt(4 + x^2 + (y^2) / 2) + tan(1 +
x^2))

 % Введення заданих значень аргументів
 [x y z]=inp_data();

 % Обчислення значення виразу a
 [a]= calculation_a(x,y,z);

 % Обчислення значення виразу b
[b]= calculation_b(x,y,z);

 % Виведення на екран значень виразів
 print_data(a,b);

 stop = input('\nНатисніть яку-небудь клаівшу, щоб вийти в консоль!');

end
```

```
% Введення заданих значень аргументів
function [x y z]=inp_data()
 x = input('Введіть значення x = ');
 y = input('Введіть значення y = ');
 z = input('Введіть значення z = ');
end

% Обчислення значення виразу a
function [a]= calculation_a(x,y,z)
 a1 = cos(atan(z))^2;
 a2 = 4.2 * exp((-x)^2 + 1.3);
 a3 = sqrt(2 * (x^2) + y^2 + 1);
 a4 = 2 + 3.3 * (x^2) + y^2;
 a5 = 4 * (x^2) + 5.5 * (y^2) + 1;
 a6 = log(a4/a5);
 a = a1 + a2 - a3 + a6;
end

% Обчислення значення виразу b
function [b]= calculation_b(x,y,z)
 b1 = sin(x + pi/4);
 b2 = log10(1 + sqrt(4 + x^2 + (y^2)/2));
 b3 = tan(1 + x^2);
 b = b1 * b2 + b3;
end

% Виведення на екран значень виразів
function print_data(a,b)
 fprintf('\nРозраховане значення змінної a=%8.3f',a);
 fprintf('\nРозраховане значення змінн b=%8.3f',b);
 fprintf('\n');
 fprintf('\nКінець розвязку задачі.\n');
end
```

```
Результат тестування програми:

>> ind_work_02_01
Введіть значення x = 1
Введіть значення y = 2
Введіть значення z = 3

Розраховане значення змінної a=  38.280
Розраховане значення змінн b=  -1.636
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати лінійну програму обчислення значень змінних x та y при заданих значеннях аргументів x, y та z, вибраної згідно з варіантом.

1. $$a = \frac{\sqrt{|x-1|}+\sqrt[3]{y^2+1}}{1+\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{4}} sinx + \ln{(1+x^4)} - e^{2x-y}; a = \frac{\sqrt{|x-1|}+\sqrt[3]{y^2+1}}{1+\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{4}} sinx + \ln{(1+x^4)} - e^{2x-y};$$

$b = \frac{x(arctgz - \lg(\frac{4}{1+x^2}))}{\pi + \cos^2(y+z^2)}$.$b = \frac{x(arctgz - \lg(\frac{4}{1+x^2}))}{\pi + \cos^2(y+z^2)}$.

2. $a = \left(x ctg\frac{\pi}{5} + \sqrt{x^2+y^2+4}\right)\sin^2 x + \ln\frac{1+z^2}{3.5+x^2+y^2}$

$a = \left(x ctg\frac{\pi}{5} + \sqrt{x^2+y^2+4}\right)\sin^2 x + \ln\frac{1+z^2}{3.5+x^2+y^2} + e^{-|x|} arctg\frac{z}{2}$;$e^{-|x|} arctg\frac{z}{2}$;

$$b = 78.06x^2 + \frac{y}{1.2x^2 + \frac{2+\sin x}{\sqrt[3]{5.1 - |x^2-1|}}}.$$

3. $a = (\frac{x+1}{x^2+1} + 4.1(\frac{x^2+3x-1}{x^2+1}\left(\sin^2 x + \frac{1}{2}\right))^2 + e^{y-x}\lg(y^2+1)^3$;

$a = (\frac{x+1}{x^2+1} + 4.1(\frac{x^2+3x-1}{x^2+1}\left(\sin^2 x + \frac{1}{2}\right))^2 + e^{y-x}\lg(y^2+1)^3$;

$$b = \sqrt{\left|\frac{1.2z - 0.5y^2}{1 + tg^2\frac{\pi}{8}}\right| + 2 + \frac{arctgz}{2.5 + \sin^2(xyz)}}.$$

4. $a = e^{-xyz}\left(\lg\left(x^2 + \cos y + arctg\frac{z^2}{4} + 3\right) + \sqrt[3]{(y^2+z^2-3xy+1.1)^2 + 0.8}\right)$;

$a = e^{-xyz}\left(\lg\left(x^2 + \cos y + arctg\frac{z^2}{4} + 3\right) + \sqrt[3]{(y^2+z^2-3xy+1.1)^2 + 0.8}\right)$;

$$b = \sin z + \sqrt{1 + 3.1|x^2 - y^2|}\,\frac{1 + \sqrt{|x| + 2} + (y+z)^2}{(2.5 + x^3)(1 + \cos^2 z)}.$$

5. $a = \frac{1.7 + \ln(4+x^2) + arctg\, z - 2.1xy}{2 + \left|\frac{\sqrt{|x-y|+1} + 3xyz}{\pi + \sin(x+z) + \cos^2\frac{y}{x^2+y^2+1}}\right|}$;$a = \frac{1.7 + \ln(4+x^2) + arctg\, z - 2.1xy}{2 + \left|\frac{\sqrt{|x-y|+1} + 3xyz}{\pi + \sin(x+z) + \cos^2\frac{y}{x^2+y^2+1}}\right|}$;

$$b = \sqrt[3]{\left|\frac{\lg(1 + x^2 + y^2 + z^2) + e^{-2.1+x+y}}{\frac{3}{4}(1 + \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{4} + \frac{z^2}{8})(0{,}1 + \cos^2(x-y))}\right|}.$$

6. $a = 3x^2y^3z + \ln(4 + (x-y)^2) - arctg(3\pi + 1{,}2xy - \frac{z}{4}$

$a = 3x^2y^3z + \ln(4 + (x-y)^2) - arctg(3\pi + 1{,}2xy - \frac{z}{4})$;

$$b = e^{-1+x}(2x^2 + 0.4y + \sqrt[3]{z^2+1})(\cos^2\left(\frac{\pi}{8} + x\right) + \sin^2\left(\frac{y}{3{,}2} + z\right) + 3)^2.$$

7. $a = \frac{x + e^{-x+1.3}\ln(1+x^2+y^2) + \frac{3}{4}y + \pi z}{(8 + \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{3} + z)(\cos^2 x + \sin^2(y+z) + 1{,}001)}$$a = \frac{x + e^{-x+1.3}\ln(1+x^2+y^2) + \frac{3}{4}y + \pi z}{(8 + \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{3} + z)(\cos^2 x + \sin^2(y+z) + 1{,}001)}$;

$b = (1.8\frac{\sqrt{|x-y+z|+0.7}}{y^2+9} + \log tg\frac{\pi}{5})^2 + \sin\frac{y-z}{1+x^2} \times \frac{xyz+1.2}{e^{x+2y}}$

$b = (1.8\frac{\sqrt{|x-y+z|+0.7}}{y^2+9} + \log tg\frac{\pi}{5})^2 + \sin\frac{y-z}{1+x^2} \times \frac{xyz+1.2}{e^{x+2y}}$.

8. $a = (y+1)\frac{e^{-\frac{1}{2}|x^2-z|}+\ln(3+x^2)+|x-y+2z|}{4+sin^2\left(\pi-\frac{x}{2}\right)+cos^2\left(x+\frac{y}{2}-\frac{z}{3}\right)}$;$a = (y+1)\frac{e^{-\frac{1}{2}|x^2-z|}+\ln(3+x^2)+|x-y+2z|}{4+sin^2\left(\pi-\frac{x}{2}\right)+cos^2\left(x+\frac{y}{2}-\frac{z}{3}\right)}$;

$b = \sqrt{lg\left(10+\frac{1+arctg(x^2-y^2)+1.8\pi yz}{\left(5.41+\frac{1}{3}x^2+y^2\right)(1+|x+y+z|)}\right)}$$b = \sqrt{lg\left(10+\frac{1+arctg(x^2-y^2)+1.8\pi yz}{\left(5.41+\frac{1}{3}x^2+y^2\right)(1+|x+y+z|)}\right)}$.

9. $a = \left(\cos^2(\mathrm{arctg}\, z) + 4.2e^{-x^2+1.3} - \sqrt{2x^2+y^2+1} + \ln\left(\frac{2+3.3x^2+y^2}{4x^2+5.5y^2+1}\right)\right)$;
$a = \left(\cos^2(\mathrm{arctg}\, z) + 4.2e^{-x^2+1.3} - \sqrt{2x^2+y^2+1} + \ln\left(\frac{2+3.3x^2+y^2}{4x^2+5.5y^2+1}\right)\right)$;

$b = \sin\left(x+\frac{\pi}{4}\right)\lg\left(1+\sqrt{4+x^2+\frac{y^2}{2}}\right)+\mathrm{tg}(1+x^2)$;

10. $b = tg^2\frac{\pi+2x-\frac{yz}{3}}{1+|y^2-z^3|}e^{\frac{3.2x+y}{4}}+\frac{xy+xz+yz}{3}-sin^2(\pi x+\frac{y}{3}+\frac{z}{4})$
$b = tg^2\frac{\pi+2x-\frac{yz}{3}}{1+|y^2-z^3|}e^{\frac{3.2x+y}{4}}+\frac{xy+xz+yz}{3}-sin^2(\pi x+\frac{y}{3}+\frac{z}{4})$;
$b = \frac{(2.4arctg(x+y)+(x-y)^2+1.3cos^2+\pi y)^2}{\left(1.5+ln\frac{1+|x|}{2.1+cosz}\right)(4.6+y^2+z^2+\sqrt{|xyz|})}$$b = \frac{(2.4arctg(x+y)+(x-y)^2+1.3cos^2+\pi y)^2}{\left(1.5+ln\frac{1+|x|}{2.1+cosz}\right)(4.6+y^2+z^2+\sqrt{|xyz|})}$.

11. $a = \frac{\sqrt{|x=1|+8}+4.1arctgz+sin^2\pi(x-y)-2y+z^3}{(1+\quad \left|y-tgz)(2+x^2+\frac{y^2}{3.14+z^2}+cos^3y)\right|}$;$a = \frac{\sqrt{|x=1|+8}+4.1arctgz+sin^2\pi(x-y)-2y+z^3}{(1+\quad \left|y-tgz)(2+x^2+\frac{y^2}{3.14+z^2}+cos^3y)\right|}$;
$b = \frac{\ln(5+|x^2-3|+\sqrt[3]{\frac{xy}{z}}}{2+\frac{lg|2+x|+e^{-y^2}+z}{3+\frac{x^2}{2}+\frac{y^4}{4}+\frac{z^6}{6}}}$$b = \frac{\ln(5+|x^2-3|+\sqrt[3]{\frac{xy}{z}}}{2+\frac{lg|2+x|+e^{-y^2}+z}{3+\frac{x^2}{2}+\frac{y^4}{4}+\frac{z^6}{6}}}$.

12. $a = lg\sqrt{1\frac{x^2+\pi|x-y|}{e^{y+z}+0.2x^2+3}}+sin^2\left(\frac{x}{yz}\right)$$a = lg\sqrt{1\frac{x^2+\pi|x-y|}{e^{y+z}+0.2x^2+3}}+sin^2\left(\frac{x}{yz}\right)$;
$b = (\cos\frac{x}{1+x^2+y^2}-arctg\frac{y^2+z^2}{1+|xyz|})^3+1n(4+sin^2y)$
$b = (\cos\frac{x}{1+x^2+y^2}-arctg\frac{y^2+z^2}{1+|xyz|})^3+1n(4+sin^2y)$.

13. $a = (\frac{x+2y+3z}{1+|x-y|})^2(\ln(2+cos^2\pi x)e^{-(x^2+y^2)})^3$;$a = (\frac{x+2y+3z}{1+|x-y|})^2(\ln(2+cos^2\pi x)e^{-(x^2+y^2)})^3$;
$b = tg\frac{\pi}{8}+\frac{sin^3(2x-\frac{3}{2y+\pi z})}{y^2+\frac{x^2-y^2}{1++2.2z^2}}$.

14. $a = \frac{x+1.3y+4.8z^2-\frac{1}{5}}{x^2+2y^2+\pi+5z^2}+\frac{e^{-(x-y)}\ln(4.2+\mathrm{arctg}z)}{\cos^2x+\sin^2y+0.614}$;$a = \frac{x+1.3y+4.8z^2-\frac{1}{5}}{x^2+2y^2+\pi+5z^2}+\frac{e^{-(x-y)}\ln(4.2+\mathrm{arctg}z)}{\cos^2x+\sin^2y+0.614}$;

$b = \sqrt{\ln\left(x + \frac{\sin x + 0.2z^2 + e^{-\frac{x^2}{2}}}{2+|3x-4y+5z|}\right)} b = \sqrt{\ln\left(x + \frac{\sin x + 0.2z^2 + e^{-\frac{x^2}{2}}}{2+|3x-4y+5z|}\right)}.$

15. $a = \sin^2 \frac{\ln(1+|x-y-z|) - \sqrt{2y^2+\pi z^2}}{0.5+2x^2+3y^2+z^2} a = \sin^2 \frac{\ln(1+|x-y-z|) - \sqrt{2y^2+\pi z^2}}{0.5+2x^2+3y^2+z^2};$

$b = (e^{-\frac{1}{3x}+2y^2} \mathrm{arctg}\frac{4z}{1+x^2+y^2} + \cos^2\frac{\pi x}{3+\frac{z^2}{2}})^{\frac{1}{3}}.$

16. $a = \frac{3.41 - x^2 - 1.2xy + 5\sin^2\pi z + \sqrt{|x^2-xy|}}{e^{-(x^2+y^2+\frac{z}{2})} + \mathrm{arctg}(3.3x+y-9.1z)}; a = \frac{3.41 - x^2 - 1.2xy + 5\sin^2\pi z + \sqrt{|x^2-xy|}}{e^{-(x^2+y^2+\frac{z}{2})} + \mathrm{arctg}(3.3x+y-9.1z)};$

$b = \sqrt{9 + \left|\frac{x^2 + arctgz + y(4-x^2)^3}{\pi + \sin^2 x + \cos^2 y + \sin z}\right|}$

17. $a = \sin^2 \frac{\pi + \sin^2 z - 4.01y + \ln(1+|xyz|)}{\mathrm{arctg}\frac{z}{4} + \sqrt{25.05 + e^{-\frac{x}{2}} + 0.1y^2 + z^2}}; a = \sin^2 \frac{\pi + \sin^2 z - 4.01y + \ln(1+|xyz|)}{\mathrm{arctg}\frac{z}{4} + \sqrt{25.05 + e^{-\frac{x}{2}} + 0.1y^2 + z^2}};$

$b = \frac{2x-3.4}{y^2+1} + 4.9\left(\left(\frac{1}{3} + \cos^2(x+y)\right)\frac{2z-x^2}{1+|x-y|}\right)^3 + e^{-x}\lg(2+|x|).$

18. $a = \left(\frac{\sin^2(x+y) - 0.17z}{1+\ln(2+\cos^3 x)} + e^{-\pi\left(\frac{x}{2}+y^2\right)} + \sqrt[3]{(4x+1.3y-z)^2}\right)^3;$

$a = \left(\frac{\sin^2(x+y) - 0.17z}{1+\ln(2+\cos^3 x)} + e^{-\pi\left(\frac{x}{2}+y^2\right)} + \sqrt[3]{(4x+1.3y-z)^2}\right)^3;$

$b = arctg\frac{z}{1+x^2} + \frac{7x - \frac{4}{3} + tg\frac{\pi z}{5} + x^4}{2 + \frac{x^2-y^2+x\sin y}{4+\sqrt{2+x^2+y^2}}} b = arctg\frac{z}{1+x^2} + \frac{7x - \frac{4}{3} + tg\frac{\pi z}{5} + x^4}{2 + \frac{x^2-y^2+x\sin y}{4+\sqrt{2+x^2+y^2}}}.$

19. $a = \cos^2\frac{\pi - \ln\left(1+\frac{3}{x^2+2}\right) + \left|x+\frac{y}{2}\right| - (x-4.2)(y+2,8)}{(2x^2+3y^2+\ln(1+|z|))\sin((x+y)^2+1)} \cos^2\frac{\pi - \ln\left(1+\frac{3}{x^2+2}\right) + \left|x+\frac{y}{2}\right| - (x-4.2)(y+2,8)}{(2x^2+3y^2+\ln(1+|z|))\sin((x+y)^2+1)};$

$b = \sqrt{lg\left(25 + \frac{3y^2+x^2+1.43}{4+\sin\frac{x}{2}}\right)\left(4 + arctg\frac{y-0.1x}{z^2+8}\right)}; \sqrt{lg\left(25 + \frac{3y^2+x^2+1.43}{4+\sin\frac{x}{2}}\right)\left(4 + arctg\frac{y-0.1x}{z^2+8}\right)};$

20. $a = \left(\frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{4} + 3.3xy\right)^3 \ln\sqrt{e^{-1.2x} + \cos^2\frac{x-y}{x^2+2} + \pi}$

$a = \left(\frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{4} + 3.3xy\right)^3 \ln\sqrt{e^{-1.2x} + \cos^2\frac{x-y}{x^2+2} + \pi};$

$b = tg\frac{7x - |y-z| + 3.2yz}{x^2+2y^2+8.41z^2}\left(\frac{x^2}{2} + \frac{y^3}{3} + lg(3+|yz|)\right)^{\frac{3}{2}}$

21. $a = yctg\frac{\pi}{7} + \sqrt{(2.1x^2+0.5y^2+2)\cos^4 x + e^{-|x+1|}}\, arctgz;$

$a = yctg\frac{\pi}{7} + \sqrt{(2.1x^2+0.5y^2+2)\cos^4 x + e^{-|x+1|}}\, arctgz;$

$b = \sin\frac{x+y+z}{4+z} + 3.4\left(\left(\frac{1}{2} + \cos^2\frac{y}{3}\right)\frac{tg\frac{\pi}{3}+1+\sqrt{|x|}}{1+\lg(4+|xyz|)}\right)^3 b = \sin\frac{x+y+z}{4+z} + 3.4\left(\left(\frac{1}{2} + \cos^2\frac{y}{3}\right)\frac{tg\frac{\pi}{3}+1+\sqrt{|x|}}{1+\lg(4+|xyz|)}\right)^3.$

22. $a = (3.2x + \lg(1 + |y|))^3 \lg\left(\frac{8+arctg(y+z)}{1+x^2+y^4+sin^2x}\right); a = (3.2x + \lg(1 + |y|))^3 \lg\left(\frac{8+arctg(y+z)}{1+x^2+y^4+sin^2x}\right);$

$b = e^{-\left|\frac{x-y-0.5z}{ctg\frac{\pi}{7}}\right|} ln^3(2 + \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{6} + tg^2\frac{x}{yz}) b = e^{-\left|\frac{x-y-0.5z}{ctg\frac{\pi}{7}}\right|} ln^3(2 + \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{6} + tg^2\frac{x}{yz}).$

23. $a = \sqrt[3]{\mathrm{arctg}\,(\frac{1.4y-0.5z^2}{x-2y+3z})} + \ln\frac{x^2}{1.3+y^2} + \mathrm{tg}\frac{1}{xyz} a = \sqrt[3]{\mathrm{arctg}\,(\frac{1.4y-0.5z^2}{x-2y+3z})} + \ln\frac{x^2}{1.3+y^2} + \mathrm{tg}\frac{1}{xyz};$

$b = e^{-\frac{\lg(1+x^2)(\sin^2x+\cos\frac{y}{2})}{4+x^2+y^2+z^2(1-|xy|)}}.$

24. $a = \cos\frac{(x+y+z)^2+\ln(2+|xy|+z^2)+\mathrm{arctg}\,z}{\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{8}+z^2+1.5}; a = \cos\frac{(x+y+z)^2+\ln(2+|xy|+z^2)+\mathrm{arctg}\,z}{\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{8}+z^2+1.5};$

$b = e^{3.2+\sin x}\left(\mathrm{tg}\frac{\pi}{8} + \sqrt[3]{1+\sin^2z+\cos^2y}\frac{3xyz}{\lg\left(1+\frac{y^2}{2}\right)}\right).$

25. $a = (\frac{2x}{1+x^2+y^2} + cosxy + ln\frac{1+|x|sin^2x}{3+x^2+y^2})^3 tg\frac{\pi(y+\frac{1}{2})}{25} a = (\frac{2x}{1+x^2+y^2} + cosxy + ln\frac{1+|x|sin^2x}{3+x^2+y^2})^3 tg\frac{\pi(y+\frac{1}{2})}{25};$

$b = e^{\frac{2.5x^2+y}{1+x^2+y^2}} lg\sqrt{1 + sin^2x + cos^2(y - z)} arctg\frac{x + y + z}{3}$

26. $a = ((\frac{x+y+z}{xyz}) + \sqrt[3]{|x| + \cos^2y + \mathrm{t}gz})e^{-sin^2\pi x} + \ln(1.1 + \cos\frac{z}{4});$

$a = ((\frac{x+y+z}{xyz}) + \sqrt[3]{|x| + \cos^2y + \mathrm{t}gz})e^{-sin^2\pi x} + \ln(1.1 + \cos\frac{z}{4});$

$b = \arcsin(z + x)e^{-x^3+y^3}\sqrt{2 + \lg\cos(2 + xy)} + 1.154.$

27. $a = \left(\lg\frac{x^2}{1+3.5z^4} - \sqrt[4]{2 - \sin x - \mathrm{tg}(y + z)}\right)\left(1 + \sqrt{|x|}\right)$

$a = \left(\lg\frac{x^2}{1+3.5z^4} - \sqrt[4]{2 - \sin x - \mathrm{tg}(y + z)}\right)\left(1 + \sqrt{|x|}\right);$

$\left(b = arccos\frac{z}{x^2+z^2} + e^{-3.4+|xy|}\right)\left(sin^2x + cos^3yz + \frac{1}{4}\right)$

$\left(b = arccos\frac{z}{x^2+z^2} + e^{-3.4+|xy|}\right)\left(sin^2x + cos^3yz + \frac{1}{4}\right).$

28. $a = \left(tg\frac{x+y+z}{3+x^2} - \sqrt[3]{3x - 4y^2 + 5z^3}\right)|4 + \sqrt{lg|x| + 2}|$

$a = \left(tg\frac{x+y+z}{3+x^2} - \sqrt[3]{3x - 4y^2 + 5z^3}\right)|4 + \sqrt{lg|x| + 2}|;$

$b = \left(arcsin\frac{x - y}{x^2 + y^2} + \sqrt{1 + |x| + z^2}\right)e^{-\frac{sin\pi x}{3+z^3}};$

29. $a = e^{-\frac{tgx}{\left(\frac{x^2+y^2}{xz}\right)}}\left(\left|\frac{\sqrt[3]{3+xyz-(x+y)^4}}{2+\sin 2x+\lg(2+|yz|)}\right| - \frac{xyz}{3+x^2+y^4z^2}\right) a = e^{-\frac{tgx}{\left(\frac{x^2+y^2}{xz}\right)}}\left(\left|\frac{\sqrt[3]{3+xyz-(x+y)^4}}{2+\sin 2x+\lg(2+|yz|)}\right| - \frac{xyz}{3+x^2+y^4z^2}\right);$

$$b=\sqrt[3]{\frac{1+x\cos 2|xyz|}{ln^2(3+z^2)}}+arcsin\frac{z}{1+z^2+|xyz|}-2.364b=\sqrt[3]{\frac{1+x\cos 2|xyz|}{ln^2(3+z^2)}}+arcsin\frac{z}{1+z^2+|xyz|}-2.364.$$

30. $$a=arccos\frac{y}{2+y^2+|yz|}\left(\sqrt{3.14+x^2+\sin^3 yz}-lg\frac{2}{x^2+y^2+1}\right);$$

$$a=arccos\frac{y}{2+y^2+|yz|}\left(\sqrt{3.14+x^2+\sin^3 yz}-lg\frac{2}{x^2+y^2+1}\right);$$

$$b=e^{-3x^2+\frac{y}{5}-z}+\sqrt[3]{\frac{tg^2x}{1+sin\frac{\pi y}{2}}}-\left(\frac{x+y+z}{xyz}\right)^3.$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3:
“ФОРМУВАННЯ ВЕКТОРІВ ЗАСОБАМИ MATLAB”

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з технологією створенння векторів засобами `Matlab`;
2. Навчитися звертатися до елементів векторів за їх індексами;
3. Ознайомитиися з бібліотекою функцій `Matlab` для роботи з векторами.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Ввести, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою *ind_work_03_01* для розв’язування наступної задачі. Дано: a[n] - вектор, що складається з n елементів. Необхідно: створити програму для табулювання функції y = (sin(5*x))^2 + S, де S - середнє геометричне елементів масиву. Програму протестувати на масиві: a[n] = [1, 3, 2, 5, 4, 6]. Завдання виконати мовою Matlab, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_03_01
 % Дано:
 %   a[n] - вектор, що складається з n елементів
 % Необхідно:
 %  створити програму для табулювання функції:
 %  y = (sin(5*x))^2 + S, де S - середнє геометричне елементів масиву.
 % Програму протестувати на масиві: a[n] = [1, 3, 2, 5, 4, 6]

 % Введення кількості елементів вектора a та їх значень
 [a n]=inp_array();

 % Виведення значень елементів вектора a на екран
 out_array(a,n);

 % Обчислення і друк середнього геометричного значень n елементів
вектора a
 [mult averageGeometric]=average_array(a,n);

 % Табулювання функції y = (sin(x))^2 + averageGeometric та друк її
значень
 tab_array(a,n,averageGeometric);
end

% Введення кількості елементів вектора a та їх значень
function [a n]=inp_array()
 n = input('Введіть кількість n елементів вектора a: ');
 fprintf('\n');
 disp('Ввід усіх елементів заданого вектора a:');
 for i = 1 : n
  prompt = ['Введіть елемент a(' num2str(i) '): '];
  a(i) = input(prompt);
 end
end

% Виведення значень елементів вектора a на екран
function out_array(a,n)
 fprintf('\n');
```

```
 disp('Введений вектор: ');
 disp(a);
 fprintf('\n');
end
% Обчислення і друк середнього геометричного значень n елементів
вектора а
function [mult averageGeometric]=average_array(a,n)
 % Щоб знайти середнє геометричне значень елементів вектора
 % потрібно обчислити добуток значень елементів вектора а
 % і далі обчислити корінь n-го степеня з цього добутку
 disp('Добуток всіх елементів та середнє геометричне усього масиву:
');
 mult = 1;
 for i = 1 : n
    mult = mult * a(i);
 end
 averageGeometric = nthroot(mult, n);
 fprintf('mult = %g \t averageGeometric = %g\n\n',
mult,averageGeometric);
end

% Табулювання функції y = (sin(x))^2 + averageGeometric та друк її
значень
function tab_array(a,n,averageGeometric)
 disp('Результати табулювання функції: ');
 for i = 1 : n
   x(i) = a(i);
   y(i) = (sin(5*x(i)))^2 + averageGeometric;
   fprintf('x(%2d)=%6.2f \t y(%2d)=%+6.3f\n',i, x(i), i, y(i));
 end
end

>> ind_work_03_01
Введіть кількість n елементів вектора а: 6
Ввід усіх елементів заданого вектора а:
Введіть елемент а(1): 1
Введіть елемент а(2): 3
Введіть елемент а(3): 2
Введіть елемент а(4): 5
Введіть елемент а(5): 4
Введіть елемент а(6): 6

Введений вектор:
     1     3     2     5     4     6
Добуток всіх елементів та середнє геометричне усього масиву:
mult = 720      averageGeometric = 2.9938

Результати табулювання функції:
x( 1)=  1.00    y( 1)=+3.913
x( 2)=  3.00    y( 2)=+3.417
x( 3)=  2.00    y( 3)=+3.290
x( 4)=  5.00    y( 4)=+3.011
x( 5)=  4.00    y( 5)=+3.827
x( 6)=  6.00    y( 6)=+3.970
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Дано вектор *a[n]* з *n* елементів. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для табулювання заданої функції *y=f(x),* аргумент якої пробігає множину значень заданого вектора *a[n]* у відповідності з індивідуальним варіантом. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_03_01`.

1. $y = \sin^2 x + S,$ де S - сума елементів масиву $a[n]$=[3, 0, -1, π, 2].
2. $y = \ln x + \sqrt{S},$ де S - добуток елементів масиву $a[n]$=[1, 4, 3, 2, 6, 5].
3. $y = \cos^2 x + S,$, де S - сума додатних елементів масиву $a[n]$=[0, 2, - π, 1, -2].
4. $y = \sqrt[3]{\ln(x+5) - S},$, де S - сума від'ємних елементів масиву $a[n]$=[0, -3, 2, -4, -1].
5. $y = \sqrt{\ln x + x} + S,$, де S - добуток додатних елементів масиву $a[n]$=[1, 2, 4, 3, 5].
6. $y = arctg(x)/(\cos^2 x + S),$ де S - сума елементів масиву $a[n]$, більших за число 2; $a[n]$=[-1,0, π, 3, -2].
7. $y = ((x-5)^2 + \sin^3 x)/S,$ де S - середнє арифметичне елементів масиву $a[n]$=[1, 0, 4, 6, 2, 3].
8. $y = \sqrt{x-5} + (4+S)/3,$ де S - сума елементів масиву $a[n]$, кратних числу 3; $a[n]$=[5,6,9,6,12,7].
9. $y = \sin^2 x + S/x,$ де S - середнє геометричне елементів масиву $a[n]$=[1, 3, 2, 5, 4, 6].
10. $y = (S + \sqrt{x+4})^2,$ де S - добуток від'ємних елементів масиву $a[n]$=[-1, -3, 0, 5, -2].
11. $y = S + \sqrt[3]{\cos^2(x+5)},$ де S - кількість додатних елементів масиву $a[n]$=[-5, 2, 0, -1, 1].
12. $y = arctg(x^3+3) - S,$ де S - сума елементів масиву з парними індексами; $a[n]$=[-1, 2 ,3, -4, 0].
13. $y = S + \cos x + e^x,$ де S - сума елементів масиву з непарними індексами; $a[n]$=[0, 1 ,-2, π, 3].
14. $y = S - \ln\sqrt{e^x + \sin^2 x},$ де S - кількість нульових елементів масиву $a[n]$=[0, 1 ,5, 0, -2].
15. $y = \cos^2 x + S\sqrt{e^x},$ де $S=1$, - якщо всі елементи масиву $a[n]$ додатні, та $S=0,$ - в протилежному випадку; $a[n]$=[-1, 1 ,2, 3, π].
16. $y = e^{(5+(\cos x)/\ln x)} + S,$ де S - сума елементів масиву $a[n]$=[1, 2, 3, 4, 5].
17. $y = (\cos^2 x + arrtg^2(x+5)/(S+x),$ де S - добуток елементів масиву $a[n]$=[-1, 2, 4, -2, 1].
18. $y = \sqrt[3]{x^2+1} + S,$ де S - сума додатних елементів масиву $a[n]$=[-2, 0, 3, 1, 1].
19. $y = S\ln(x^2/3),$ де S - сума від'ємних елементів масиву $a[n]$=[-3, -2, 4, 0, -1].
20. $y = ctg(S/5) + \sqrt{x^2+4},$ де S - добуток додатних елементів масиву $a[n]$=[0, -2, 1, -1, 2].
21. $y = arctg(3\pi + x + S),$ де S - сума елементів масиву $a[n]$, більших за число 3; $a[n]$ =[4, 3, 2, 5, 0, 1].
22. $y = x^2 + \ln(S + (x-2)^2),$ де S - середнє арифметичне значення елементів масиву $a[n]$=[2, 0, 1, 4, 3].
23. $y = Sx/(x^2 + \sqrt{x+2}),$ де S - середнє арифметичне значення додатних елементів масиву $a[n]$ =[-1, 0, -2, 1, 2, 3].
24. $y = (1+\cos^2 x)(S + x^3),$ де S - сума елементів масиву $a[n]$, кратних числу 2; $a[n]$ =[2, 1, 0, 4, 3].
25. $y = S + \sqrt{|x| + 2},$ де S - середнє геометричне значення елементів масиву $a[n]$=[0, 1, -1, 2, 3].
26. $y = \sin x + \sqrt{|S|},$ де S - добуток від'ємних елементів масиву $a[n]$=[-1, 0, -2, 1, -5].

27. $y = S - \sqrt[3]{x+1},$ де S - кількість додатних елементів масиву $a[n]$=[1, 2, 0, -1, 4].

28. $y = \sin^2 2x + S,$ де S - сума елементів масиву з парними індексами; $a[n]$=[2, 0, -2 ,1, 3].

29. $y = \cos^2(x + S),$ де S - кількість нульових елементів массиву $a[n]$=[0, 1, 0, 4, 0].

30. $y = e^{x+1}(2x^2 + S),$ де $S=0$, - якщо всі елементи масиву $a[n]$ додатні, та $S=1$, - в протилежному випадку; $a[n]$=[1, 2 ,3, -1, 4].

Завдання 2. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для обробки заданого вектора *a[n]* у відповідності з індивідуальним варіантом. Вектор *a[n]* сформувати з випадкових рівномірно розподілених чисел з діапазону [-50;50]. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`ind_work_03_02`*.

1. Визначити, яких елементів в даному масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) найбільше: від'ємних, додатних чи нульових.
2. Перетворити заданий масив a(a[1], a[2], ...,a[n]) так, щоб в ньому спочатку були розташовані від'ємні елементи, потім додатні, а потім нульові.
3. Визначити, який елемент заданого масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) стоїть ближче до початку - найбільший чи найменший.
4. Визначити, скільки елементів заданого масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) стоїть між найбільшим та найменшим елементами цього масиву, при умові, що вони єдині.
5. Поміняти місцями в заданому масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) найбільший та найменший елементи.
6. Визначити, скільки в заданому масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) елементів, кратних числу 5.
7. Обчислити суму парних елементів в заданому масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) та їх кількість.
8. Обчислити суму непарних елементів в заданому масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) та їх кількість.
9. Переставити елементи масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) в зворотньому порядку
10. Замінити кожен від'ємний елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) нулем, а кожен нульовий елемент масиву - числом
11. Перетворити масив a(a[1], a[2], ...,a[8]) за таким законом: перший елемент масиву піднести до степеня 8, другий - до 7 і т.д., восьмий-до 1 степеня.
12. Перетворити масив a(a[1], a[2], ...,a[n]) за таким законом: a[i]=a[1]+a[2]+…+a[i],i=1,2,3,...,п.
13. Визначити яких елементів в масиві a(a[1], a[2], ...,a[n]) більше, парних чи непарних.
14. Визначити суму елементів масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), які належать інтервару (1, 5),
15. Зменшити вдвічі кожен елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), який більший за число 5.
16. Перетворити масив a(a[1], a[2], ...,a[n]) за таким законом: a[i]=a[i]/i, i=1,2,3,...,п.
17. Створити масив a(a[1],a[2], ...,a[10]) елементи якого обчислюються за формулою: a[i]=i!, i=1,2,3,...,10.
18. Обчислити суми 1-го та 2-го, 3-го та 4-го,п-1-го та п-го елементів масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), якщо відомо, що п - число парне.
19. Поміняти місцями елементи масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) за таким законом: 1-й на місце 2-го, 2-й, на місце 3-го, і т.д., п-й на місце 1-го.
20. Збільшити кожен другий елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) на число, яке дорівнює половині попереднього елемента цього ж масиву.
21. Зменшити кожен третій елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) на число, яке дорівнює половині першого сусіднього зліва елемента масиву.
22. Створити масив a(a[1], a[2], ...,a[8]) елементи якого обчислюються за формулою: a[i]=1/(i+2), 1=1,2,3,...,8.
23. Замінити кожен нульовий елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), середнім арифметичним всіх елементів масиву,
24. Знайти суму тих елементів масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), для яких sin(a[i])>0, i=1,2,...,п.
25. Який елемент заданого масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) розміщений ближче до кінця - найбільший чи найменший,

26. Знайти номер останнього елемента масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), який кратний числам 3 та 5 одночасно.

27. Знайти номер першого елемента масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), який кратний числам 2 та 7 одночасно.

28. Знайти суму елементів масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), які стоять між найбільшим та найменшим елементами, при умові, що вони єдині.

29. Замінити кожен нульовий елемент масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]), середнім геометричним модулів елементів масиву відмінних від 0.

30. Знайти суму першої половини масиву a(a[1], a[2], ...,a[n]) і суму решти його елементів. Число n вважати парним.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4:
"РОБОТА З МАТРИЦЯМИ ЗАСОБАМИ MATLAB"

МЕТА РОБОТИ:

1. Ознайомитися з технологією виконання операцій над матрицями засобами `Matlab`;
2. Навчитися звертатися до елементів матриць за їх індексами;
3. Опанувати технікою виконання основних операцій матричної алгебри.
4. Ознайомитися з бібліотекою функцій `Matlab` для роботи матрицями.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Ввести, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою *`ind_work_04_01`* для розв'язування наступної задачі. Дано: `a[m][n]` - матриця з m стрічок та n стовпчиків.

Завдання: знайти добуток ненульових елементів. Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_04_01
 % Дано:
 %   a[m][n] - матриця з m стрічок та n стовпчиків
 % Завдання:
 %   Знайти добуток ненульових елементів

 % Введення кількості стрічок та стовпців
 % та значень елементів матриці a
 [a m n]=inp_array();

 % Виведення на екран значень елементів матриці a
 out_array(a,m,n);

 % Знаходження кількості та добутку ненульових елементів матриці a
 [mult num]=sum_prod_array(a,m,n);

 % Вивід результатів роботи програми.
 % У залежності від кількості знайдених ненульових елементів,
 % виводимо відповідні повідомлення
 message(mult, num);

end

% Введення кількості стрічок та стовпців
% та значень елементів матриці a
function [a m n]=inp_array()
 m = input('Введіть кількість стрічок: ');
 n = input('Введіть кількість стовпців: ');
 a = zeros(m,n);
 for i = 1 : m
    for j = 1 : n
        fprintf('Введіть значення a[%g][%g]: ', i, j);
        a(i,j) = input('');
    end
 end
```

```
end

% Виведення на екран значень елементів матриці а
function out_array(a,m,n)
 fprintf('\nВведена матриця:\n');
 disp(a);
end

 % Знаходження кількості та добутку ненульових елементів матриці а
 function [mult num]=sum_prod_array(a,m,n)
  mult = 1;
  num = 0;
  for i = 1 : m
    for j = 1 : n
        if a(i,j) ~= 0
            num = num + 1;
            mult = mult * a(i,j);
        end
    end
 end
end


% Вивід результатів роботи програми.
% У залежності від кількості знайдених ненульових елементів,
% виводимо відповідні повідомлення
function message(mult, num)
  if num ~= 0
    fprintf('Знайдено %g ненульових елементів, добуток яких дорівнює:
%d\n', num, mult);
  else
    disp('Ненульових елементів не знайдено!');
  end
end

>> ind_work_04_01a
Введіть кількість стрічок: 3
Введіть кількість стовпців: 4
Введіть значення a[1][1]: 1
Введіть значення a[1][2]: 0
Введіть значення a[1][3]: 2
Введіть значення a[1][4]: 0
Введіть значення a[2][1]: 2
Введіть значення a[2][2]: 3
Введіть значення a[2][3]: 4
Введіть значення a[2][4]: 5
Введіть значення a[3][1]: 0
Введіть значення a[3][2]: 2
Введіть значення a[3][3]: 0
Введіть значення a[3][4]: 3

Введена матриця:
     1     0     2     0
     2     3     4     5
     0     2     0     3
```

```
Знайдено 8 ненульових елементів, добуток яких дорівнює: 1440
```

Завдання 2. Ввести, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою `ind_work_04_02` для розв'язування наступної задачі. Дано: `a[m][n]` - матриця з m стрічок та n стовпчиків. `%` Завдання: Створити матрицю `a[m][n]` шляхом зчитування в неї данних з масиву b за заданою нижче схемою.

Протестувати програму на таких даних: `m=3; n=4; b=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12]`.

Схема зчитування масиву `b` та результат формування матриці `a`:

```
3  4  9  10
2  5  8  11
1  6  7  12
```

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_04_02
 % Дано:
 %   m,n - кількість стрічок та стовпців матриці а
 %   b[m*n] - одновимірний масив значень, введенних користувачем
 % Завдання:
 %   Створити матрицю a[m][n] шляхом зчитування в неї данних з масиву
b
 %   за заданою схемою.
 % Протестувати програму на таких даних:
 % m=3  n=4  b=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12]
 % Схема зчитування масиву b та результат формування  матриці a:
 %
 %                  3  4  9  10
 %                  2  5  8  11
 %                  1  6  7  12

 % Введення кількості стрічок та стовпчиків масиву а
 % Введення m*n елементів масиву b
 [b m n]=inp_data();

 % Вввведення на екран елементів масиву b
 out_arr(b, m, n);

 % Формування двовимірної матриці а за заданою схемою.
 [a]=form_arr(b,m,n);

 % Вввведення на екран елементів масиву а
 out_array_a(a,m,n);

end

% Введення кількості стрічок та стовпчиків масиву а
% Введення m*n елементів масиву b
function [b m n]=inp_data()
 m = input('Введіть кількість стрічок: ');
 n = input('Введіть кількість стовпці: ');
 b = zeros(1,m*n);
 for i = 1 : m*n
    fprintf('Введіть значення b[%g]: ', i);
```

```
    b(i) = input('');
  end
end

% Bвведення на екран елементів масиву b
function out_arr(b, m, n)
 fprintf('\nВведенний масив b:\n');
 disp(b);
end

% Формування двовимірної матриці a за заданою схемою.
function [a]=form_arr(b,m,n)
 k = 1;
 for j = 1 : n
    if (j==1)|(rem(j,2)> 0)
        for i = m:-1:1
            a(i,j) = b(k);
            k = k + 1;
        end
    else
        for i = 1 : m
            a(i,j) = b(k);
            k = k + 1;
        end
    end
 end
end

% Bвведення на екран елементів масиву a
function out_array_a(a,m,n)
 fprintf('\nМатриця a, сформована шляхом зчитування за схемою вектора
b:\n');
 disp(a);
 fprintf('\n');
end

>> ind_work_04_02
Введіть кількість стрічок: 3
Введіть кількість стовпці: 4
Введіть значення b[1]: 1
Введіть значення b[2]: 2
Введіть значення b[3]: 3
Введіть значення b[4]: 4
Введіть значення b[5]: 5
Введіть значення b[6]: 6
Введіть значення b[7]: 7
Введіть значення b[8]: 8
Введіть значення b[9]: 9
Введіть значення b[10]: 10
Введіть значення b[11]: 11
Введіть значення b[12]: 12

Введенний масив b:
     1     2     3     4     5     6     7     8     9    10    11    12
```

```
Матриця a, сформована шляхом зчитування за схемою вектора b:
      3      4      9     10
      2      5      8     11
      1      6      7     12
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

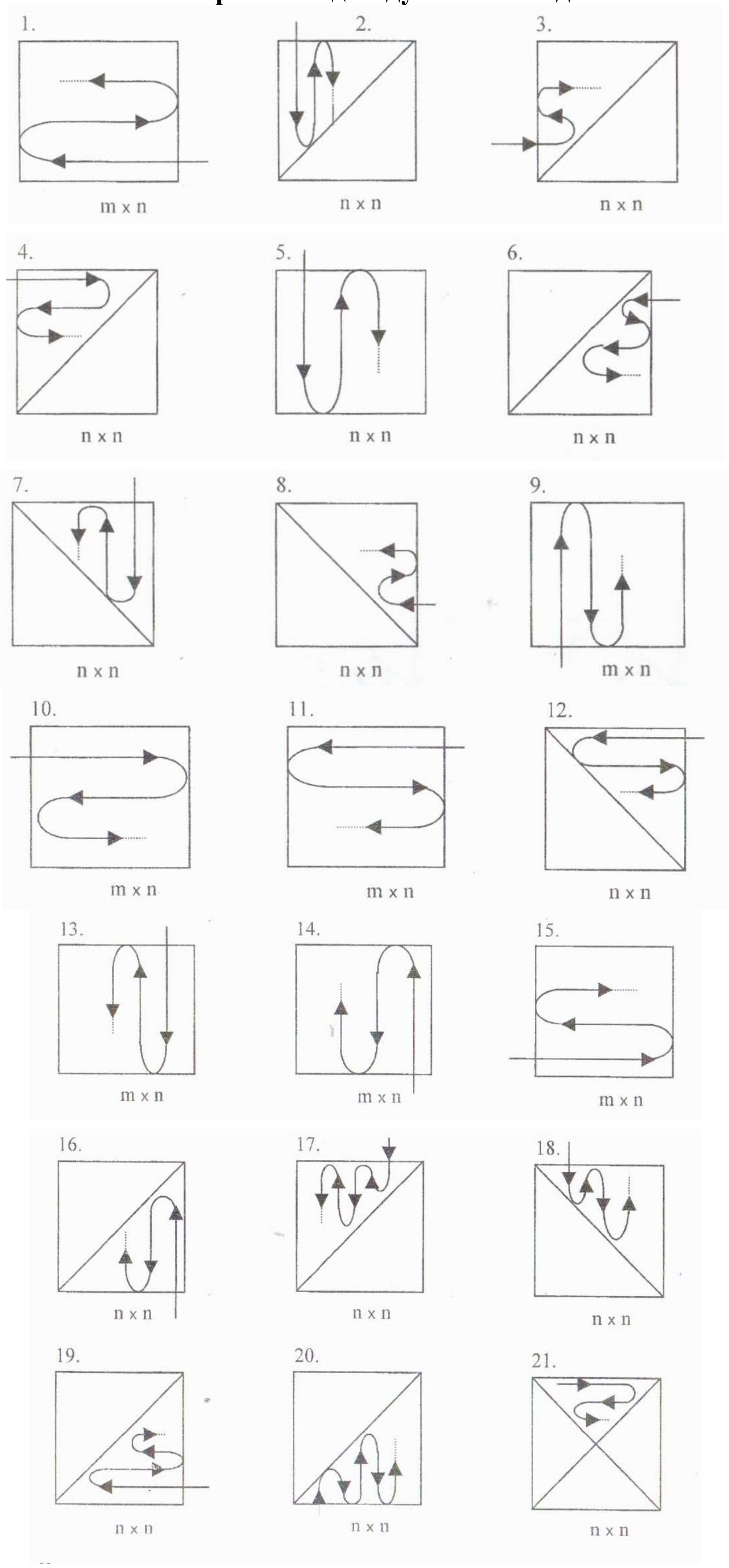
Завдання 1. Дано матрицю *a[m][n]* (*m* стрічок, *n* стовпчиків). Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для обробки заданої матриці у відповідності з індивідуальним варіантом. Програму зберегти в m-файлі під назвою *ind_work_04_01*.

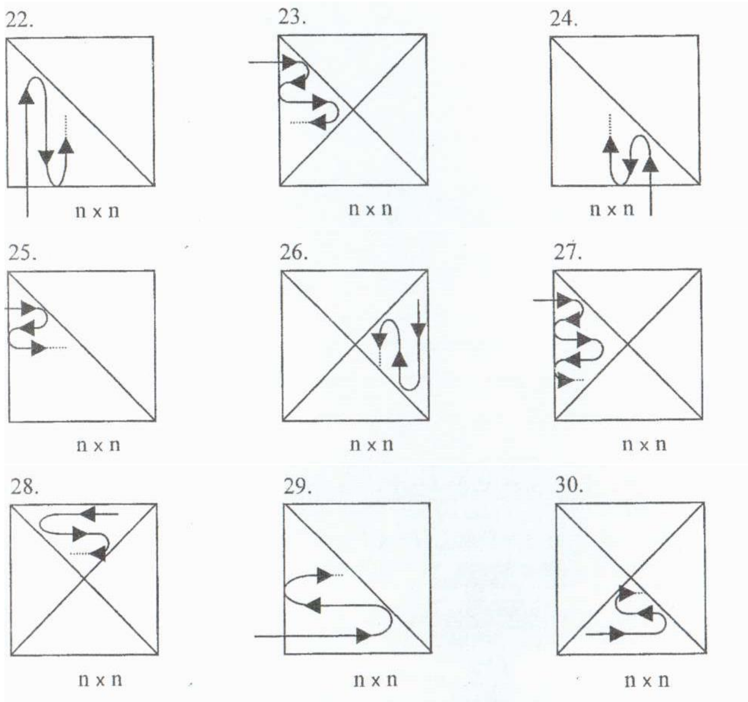
1. Знайти суму додатніх елементів кожної стрічки.
2. Знайти суму від'ємних елементів кожного стовпчика.
3. Знайти середнє арифметичне додатніх елементів кожного стовпчика.
4. Знайти середнє арифметичне від'ємних елементів кожної стрічки.
5. Знайти суму елементів, які перевищують по модулю одиницю, в кожному парному стовпчику.
6. Знайти суму елементів, які не перевищують я, в кожній непарній стрічці.
7. Знайти суму квадратів елементів, які розміщені на діагоналях (m=n).
8. Знайти середнє арифметичне додатніх елементів і середнє арифметичне від'ємних елементів.
9. Знайти добуток ненульових елементів.
10. Знайти добуток додатніх елементів і добуток від'ємних елементів.
11. Знайти добуток ненульових елементів кожної непарної стрічки.
12. Знайти добуток додатніх елементів масиву, що розміщені в місцях перетину парних стрічок і непарних стовпчиків.
13. Знайти суму елементів кожної стрічки і суму елементів кожного стовпчика.
14. Знайти значення максимального елемента кожного стовпчика.
15. Знайти значеная мінімального по модулю елемента кожної стрічки.
16. Знайти значення мінімального та максимального елементів.
17. Знайти значення максимального елемента кожної стрічки і номер стовпчика, в якому він розміщенний,
18. Знайти значення мінімального елемента кожного стовпчика і номер стрічки, в якій він розміщенний.
19. Знайти значення максимального елемента і його індекси.
20. Знайти середнє геометричне додатніх елементів кожного стовпчика.
21. Знайти середнє гармонійне додатніх елементів кожної стрічки.
22. Знайти середнє геометричне додатних елементів, які розміщені в місцях перетину непарних стрічок і парних стовпчиків.
23. Знайти кількість додатніх і кількість від'ємних елементів.
24. Знайти кількість додатніх елементів кожної стрічки і всього масиву.
25. Знайти кількість від'ємних елементів у всій матриці і в кожному стовпчику.
26. Знайти кількість і номери стрічок, які включають нульові елементи.
27. Знайти для кожного парного стовпчика кількість нульових елементів і їх добуток.
28. Знайти для кожного непарного рядка кількість ненульових елементів і суму їх добутків.
29. Вивести на екран новий масив отриманий з початкового діленням всіх елементів на максимальний по модулю елемент.

Вивести на екран новий масив, отриманий з початкового множенням елементів кожного рядка на мінімальний елемент цього рядка.

Завдання 2. Створити, відлагодити та протестувати програму засобами мови Matlab для для формування двовимірного масиву *a[m][n]* шляхом зчитування в нього даних зі заданого одновимірного масиву *b[m*n]* згідно з індивідуальним варіантом. Програму зберегти в m–файлі під назвою `ind_work_04_02.`

Варіанти індивідуальних завдань :





Схеми формування двовимірних масивів (закінчення)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5:
"ПОБУДОВА ТА РЕДАГУВАННЯ ГРАФІКІВ ФУНКЦІЙ ЗАСОБАМИ MATLAB"

МЕТА РОБОТИ:

1. Ознайомитися з технологією побудови графіків функцій засобами Matlab;
2. Опанувати технікою редагування графіків функцій засобами Matlab;
3. Ознайомитися з бібліотекою функцій Matlab для побудови графіків функцій.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для табулювання та побудови графіка функції $y = f(x)$$y = f(x)$, аргумент якої x змінюється на інтервалі $[x_{min}; x_{max}]$ $x_{min}; x_{max}]$ з кроком h. Додатково визначити кількість коренів функції на заданому інтервалі. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_05_01*. Завдання виконати мовою Matlab, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_05_01
 % Дано: функцію y = f(x) = 1.4 * x^3 - 5 * x^2 - 10.69 * x + 29.709
 %   xmin = -8 - нижня межа інтервалу зміни аргумента
 %   xmax =  8 - верхня межа інтервалу зміни аргумента
 %   h = 0.1 - крок  зміни аргумента
 % Необхідно:
 %   Протабулювати функцію y = f(x), аргумент x якої
 %   змінюється на інтервалі [xmin; xmax] з кроком h.
 %   Побудувати графік функції y = f(x) = 1.4 * x^3 - 5 * x^2 - 10.69
* x + 29.709.
 %   Визначити межі інтервалів, на яких ізольований один корінь
функції.

 % Ініціалізація вхідних даних
 [xmin,xmax,h]=initial_data();

 % Побудова графіка функції y = f(x)
 [x,y]=plot_f(xmin,xmax,h);

 % Табулювання функції та визначення меж інтервалів,
 % на яких ізольований корінь функції
 tab_func(x,y);

 % Пошук кількості коренів та інтервалів їх ізоляції:
 root_funct(x,y);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [xmin,xmax,h]=initial_data()
 xmin=-8;
 xmax = 8;
 h = 0.1;
end
```

```
% Побудова графіка функції y = f(x)
function [x,y]=plot_f(xmin,xmax,h)
 x = xmin : h : xmax; % Формування  вектора значень аргумента
 y = f(x); % Формування вектора значень функції
 plot(x,y);  grid on; % Побудова графіка функції y = f(x)
 title('f(x) = 1.4 * x^3 - 5 * x^2 - 10.69 * x + 29.709')
end

% Табулювання функції та визначення меж інтервалів,
% на яких ізольований корінь функції
function tab_func(x,y)
 disp('Результати табулювання функції на заданому інтервалі [-8;
8]:');
 for i = 1 : length(x)
   fprintf('i= %4d \t x = %6.3f \t y = %6.3f \n', i, x(i), y(i));
 end
 fprintf('\n');
end

% Пошук кількості коренів та інтервалів їх ізоляції:
function root_funct(x,y)
disp('Результати пошуку інтервалів ізоляції коренів функції:');
 k=0; % кількість коренів функції
 for i = 1:length(x)-1
   py = y(i);
   ny = y(i+1);
   if (py *ny < 0)
     k=k+1;
     fprintf('Корінь ізольований на проміжку [%6.3f ; %6.3f) \n', x(i-
1), x(i));
   end
 end
 fprintf('Всього коренів k=%4d.',k);
 fprintf('\n');
end

% Функція, яка табулюватиметься
function [y]=f(x)
 y=1.4 * x.^3 - 5 * x.^2 - 10.69 * x + 29.709;
end
```

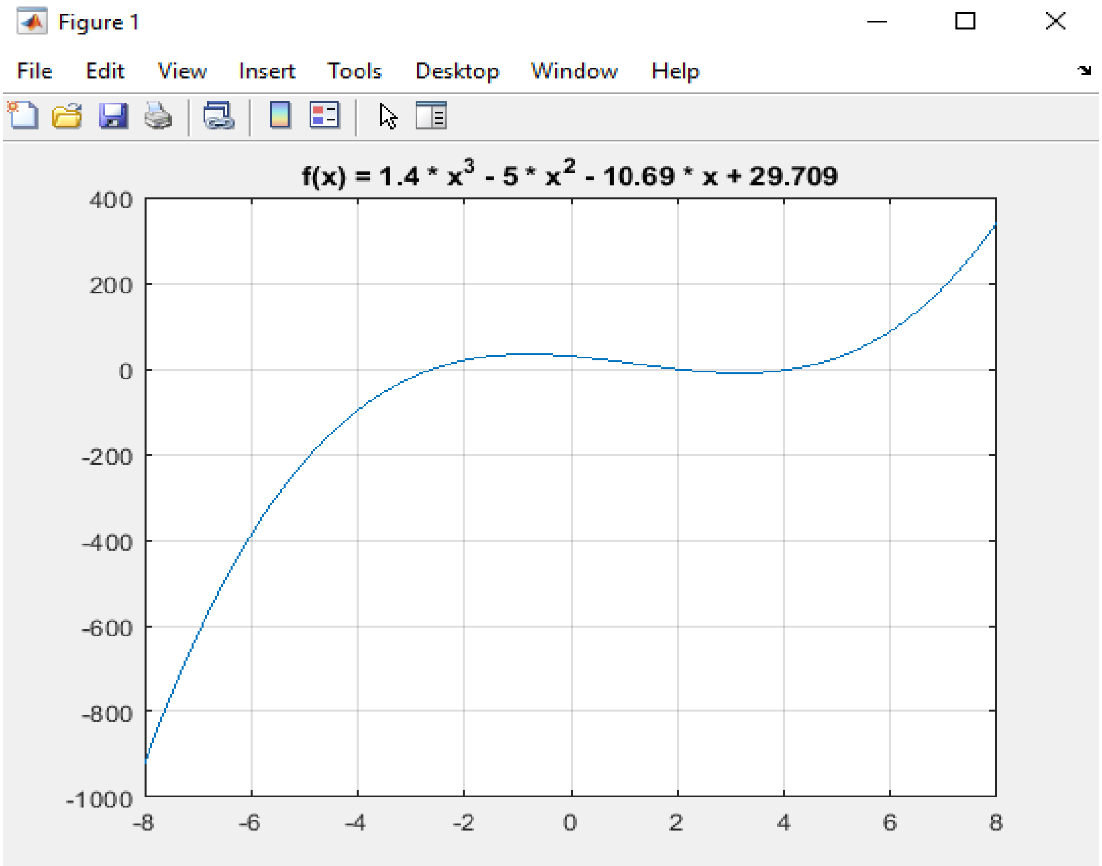
```
>> ind_work_05a
Результати табулювання функції на заданому інтервалі [-8; 8]:
i=    1     x = -8.000     y = -921.571
i=    2     x = -7.900     y = -888.145
i=    3     x = -7.800     y = -855.482
i=    4     x = -7.700     y = -823.574
i=    5     x = -7.600     y = -792.413
i=    6     x = -7.500     y = -761.991
i=    7     x = -7.400     y = -732.299
i=    8     x = -7.300     y = -703.328
i=    9     x = -7.200     y = -675.070
i=   10     x = -7.100     y = -647.517
```

```
i=    11     x = -7.000      y = -620.661
i=    12     x = -6.900      y = -594.493
i=    13     x = -6.800      y = -569.004
i=    14     x = -6.700      y = -544.186
i=    15     x = -6.600      y = -520.031
i=    16     x = -6.500      y = -496.531
i=    17     x = -6.400      y = -473.677
i=    18     x = -6.300      y = -451.460
i=    19     x = -6.200      y = -429.872
i=    20     x = -6.100      y = -408.905
i=    21     x = -6.000      y = -388.551
i=    22     x = -5.900      y = -368.801
i=    23     x = -5.800      y = -349.646
i=    24     x = -5.700      y = -331.078
i=    25     x = -5.600      y = -313.089
i=    26     x = -5.500      y = -295.671
i=    27     x = -5.400      y = -278.815
i=    28     x = -5.300      y = -262.512
i=    29     x = -5.200      y = -246.754
i=    30     x = -5.100      y = -231.533
i=    31     x = -5.000      y = -216.841
i=    32     x = -4.900      y = -202.669
i=    33     x = -4.800      y = -189.008
i=    34     x = -4.700      y = -175.850
i=    35     x = -4.600      y = -163.187
i=    36     x = -4.500      y = -151.011
i=    37     x = -4.400      y = -139.313
i=    38     x = -4.300      y = -128.084
i=    39     x = -4.200      y = -117.316
i=    40     x = -4.100      y = -107.001
i=    41     x = -4.000      y = -97.131
i=    42     x = -3.900      y = -87.697
i=    43     x = -3.800      y = -78.690
i=    44     x = -3.700      y = -70.102
i=    45     x = -3.600      y = -61.925
i=    46     x = -3.500      y = -54.151
i=    47     x = -3.400      y = -46.771
i=    48     x = -3.300      y = -39.776
i=    49     x = -3.200      y = -33.158
i=    50     x = -3.100      y = -26.909
i=    51     x = -3.000      y = -21.021
i=    52     x = -2.900      y = -15.485
i=    53     x = -2.800      y = -10.292
i=    54     x = -2.700      y = -5.434
i=    55     x = -2.600      y = -0.903
i=    56     x = -2.500      y =  3.309
i=    57     x = -2.400      y =  7.211
i=    58     x = -2.300      y = 10.812
```

```
i=   59     x = -2.200      y = 14.120
i=   60     x = -2.100      y = 17.143
i=   61     x = -2.000      y = 19.889
i=   62     x = -1.900      y = 22.367
i=   63     x = -1.800      y = 24.586
i=   64     x = -1.700      y = 26.554
i=   65     x = -1.600      y = 28.279
i=   66     x = -1.500      y = 29.769
i=   67     x = -1.400      y = 31.033
i=   68     x = -1.300      y = 32.080
i=   69     x = -1.200      y = 32.918
i=   70     x = -1.100      y = 33.555
i=   71     x = -1.000      y = 33.999
i=   72     x = -0.900      y = 34.259
i=   73     x = -0.800      y = 34.344
i=   74     x = -0.700      y = 34.262
i=   75     x = -0.600      y = 34.021
i=   76     x = -0.500      y = 33.629
i=   77     x = -0.400      y = 33.095
i=   78     x = -0.300      y = 32.428
i=   79     x = -0.200      y = 31.636
i=   80     x = -0.100      y = 30.727
i=   81     x =  0.000      y = 29.709
i=   82     x =  0.100      y = 28.591
i=   83     x =  0.200      y = 27.382
i=   84     x =  0.300      y = 26.090
i=   85     x =  0.400      y = 24.723
i=   86     x =  0.500      y = 23.289
i=   87     x =  0.600      y = 21.797
i=   88     x =  0.700      y = 20.256
i=   89     x =  0.800      y = 18.674
i=   90     x =  0.900      y = 17.059
i=   91     x =  1.000      y = 15.419
i=   92     x =  1.100      y = 13.763
i=   93     x =  1.200      y = 12.100
i=   94     x =  1.300      y = 10.438
i=   95     x =  1.400      y =  8.785
i=   96     x =  1.500      y =  7.149
i=   97     x =  1.600      y =  5.539
i=   98     x =  1.700      y =  3.964
i=   99     x =  1.800      y =  2.432
i=  100     x =  1.900      y =  0.951
i=  101     x =  2.000      y = -0.471
i=  102     x =  2.100      y = -1.825
i=  103     x =  2.200      y = -3.102
i=  104     x =  2.300      y = -4.294
i=  105     x =  2.400      y = -5.393
i=  106     x =  2.500      y = -6.391
```

```
i=  107    x =  2.600     y = -7.279
i=  108    x =  2.700     y = -8.048
i=  109    x =  2.800     y = -8.690
i=  110    x =  2.900     y = -9.197
i=  111    x =  3.000     y = -9.561
i=  112    x =  3.100     y = -9.773
i=  113    x =  3.200     y = -9.824
i=  114    x =  3.300     y = -9.706
i=  115    x =  3.400     y = -9.411
i=  116    x =  3.500     y = -8.931
i=  117    x =  3.600     y = -8.257
i=  118    x =  3.700     y = -7.380
i=  119    x =  3.800     y = -6.292
i=  120    x =  3.900     y = -4.985
i=  121    x =  4.000     y = -3.451
i=  122    x =  4.100     y = -1.681
i=  123    x =  4.200     y =  0.334
i=  124    x =  4.300     y =  2.602
i=  125    x =  4.400     y =  5.131
i=  126    x =  4.500     y =  7.929
i=  127    x =  4.600     y = 11.005
i=  128    x =  4.700     y = 14.368
i=  129    x =  4.800     y = 18.026
i=  130    x =  4.900     y = 21.987
i=  131    x =  5.000     y = 26.259
i=  132    x =  5.100     y = 30.851
i=  133    x =  5.200     y = 35.772
i=  134    x =  5.300     y = 41.030
i=  135    x =  5.400     y = 46.633
i=  136    x =  5.500     y = 52.589
i=  137    x =  5.600     y = 58.907
i=  138    x =  5.700     y = 65.596
i=  139    x =  5.800     y = 72.664
i=  140    x =  5.900     y = 80.119
i=  141    x =  6.000     y = 87.969
i=  142    x =  6.100     y = 96.223
i=  143    x =  6.200     y = 104.890
i=  144    x =  6.300     y = 113.978
i=  145    x =  6.400     y = 123.495
i=  146    x =  6.500     y = 133.449
i=  147    x =  6.600     y = 143.849
i=  148    x =  6.700     y = 154.704
i=  149    x =  6.800     y = 166.022
i=  150    x =  6.900     y = 177.811
i=  151    x =  7.000     y = 190.079
i=  152    x =  7.100     y = 202.835
i=  153    x =  7.200     y = 216.088
i=  154    x =  7.300     y = 229.846
```

```
i=  155     x =  7.400      y = 244.117
i=  156     x =  7.500      y = 258.909
i=  157     x =  7.600      y = 274.231
i=  158     x =  7.700      y = 290.092
i=  159     x =  7.800      y = 306.500
i=  160     x =  7.900      y = 323.463
i=  161     x =  8.000      y = 340.989
```




```
Результати пошуку інтервалів ізоляції коренів функції:
Корінь ізольований на проміжку [-2.700 ; -2.600)
Корінь ізольований на проміжку [ 1.800 ;  1.900)
Корінь ізольований на проміжку [ 4.000 ;  4.100)
Всього коренів k=   3.
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для табулювання та побудови графіка функції $y = f(x)$ $y = f(x)$, аргумент якої x змінюється на інтервалі $[x_{min}; x_{max}]$ з кроком `h`. Далі визначити межі інтервалів, на яких ізольовані корені функції, і встановити, чи ці корені єдині на цих інтервалах. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`lab_work_05_03`*. Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

№	$y = f(x)$	x_{min}	x_{max}	h
1	$y = 1.5x^3 - 4.2x^2 - 10.61x + 29.701$	-5	5	0.1
2	$y = 1.6x^3 - 4.3x^2 - 10.62x + 29.702$	-6	6	0.1
3	$y = 1.7x^3 - 4.4x^2 - 10.63x + 29.703$	-7	7	0.1
4	$y = 1.8x^3 - 4.5x^2 - 10.64x + 29.704$	-8	8	0.1
5	$y = 1.9x^3 - 4.6x^2 - 10.65x + 29.705$	-9	9	0.1
6	$y = 1.1x^3 - 4.7x^2 - 10.66x + 29.706$	-5	5	0.1
7	$y = 1.2x^3 - 4.8x^2 - 10.67x + 29.707$	-6	6	0.1
8	$y = 1.3x^3 - 4.9x^2 - 10.68x + 29.708$	-7	7	0.1
9	$y = 1.4x^3 - 5.0x^2 - 10.69x + 29.709$	-8	8	0.1
10	$y = 2.5x^3 - 5.1x^2 - 10.61x + 29.711$	-9	9	0.1
11	$y = 2.4x^3 - 5.2x^2 - 10.62x + 29.712$	-5	5	0.1
12	$y = 2.3x^3 - 5.3x^2 - 10.63x + 29.713$	-6	6	0.1
13	$y = 2.2x^3 - 5.4x^2 - 10.64x + 29.714$	-7	7	0.1
14	$y = 2.1x^3 - 5.5x^2 - 10.65x + 29.715$	-8	8	0.1
15	$y = 2.0x^3 - 5.6x^2 - 10.66x + 29.716$	-9	9	0.1
16	$y = 2.6x^3 - 5.7x^2 - 10.67x + 29.717$	-5	5	0.1
17	$y = 2.7x^3 - 5.8x^2 - 10.68x + 29.718$	-6	6	0.1
18	$y = 2.8x^3 - 5.9x^2 - 10.69x + 29.719$	-7	7	0.1
19	$y = 2.9x^3 - 6.0x^2 - 10.60x + 29.721$	-8	8	0.1
20	$y = 3.0x^3 - 6.1x^2 - 10.61x + 29.722$	-9	9	0.1
21	$y = 3.1x^3 - 6.2x^2 - 10.62x + 29.723$	-5	5	0.1
22	$y = 3.2x^3 - 6.3x^2 - 10.63x + 29.724$	-6	6	0.1
23	$y = 3.3x^3 - 6.4x^2 - 10.64x + 29.725$	-7	7	0.1
24	$y = 3.4x^3 - 6.5x^2 - 10.65x + 29.726$	-8	8	0.1
25	$y = 3.5x^3 - 6.6x^2 - 10.66x + 29.727$	-5	5	0.1
26	$y = 3.6x^3 - 6.7x^2 - 10.67x + 29.728$	-6	6	0.1
27	$y = 3.7x^3 - 6.9x^2 - 10.68x + 29.729$	-7	7	0.1
28	$y = 3.8x^3 - 7.0x^2 - 10.69x + 29.731$	-8	8	0.1
29	$y = 3.9x^3 - 7.2x^2 - 10.60x + 29.732$	-9	9	0.1
30	$y = 4.0x^3 - 7.3x^2 - 10.61x + 29.733$	-5	5	0.1

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6:
“ПОБУДОВА ТА РЕДАГУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЗАСОБАМИ MATLAB”

МЕТА РОБОТИ:

1. Ознайомитися з технологією побудови поверхонь засобами `Matlab`;
2. Опанувати технікою редагування поверхонь засобами `Matlab`;
3. Ознайомитися з бібліотекою функцій `Matlab` для побудови поверхонь.

ХІД РОБОТИ

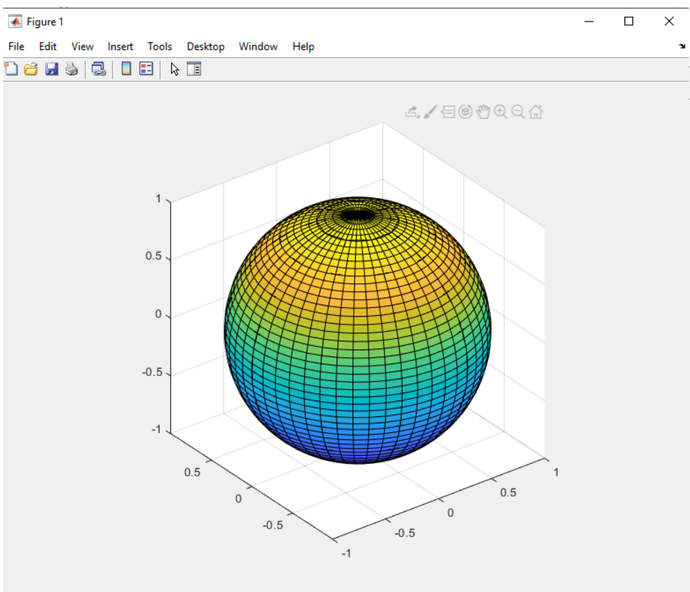
Завдання 1. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для побудови двох заданих поверхонь – сфери та циліндра. Програму обчислень зберегти в m-файлі під назвою *`ind_work_06_01`*. Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти дві підпрограми-функції реалізації основної частини завдання.

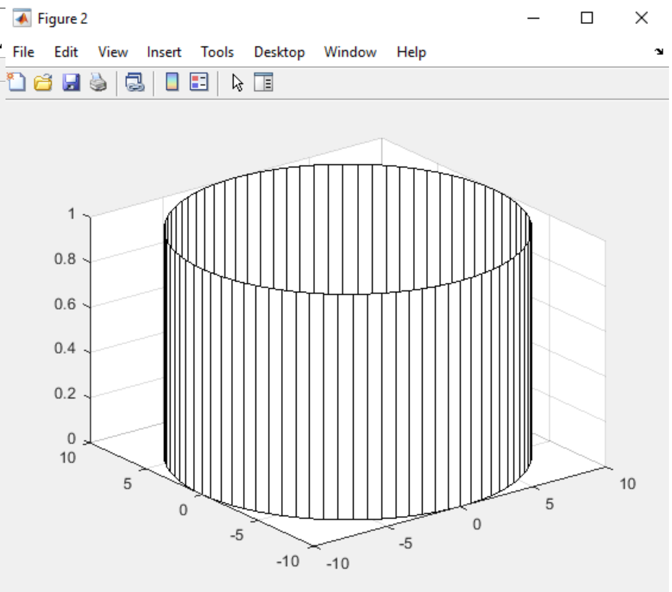
```
function ind_work_06_01
 % Побудувати дві поверхні: сферу та циліндр.
 % Навчитись виконувати з побудуваними поверхнями різні дії:
 % збільшувати, зменшувати, обертати, тощо.

 % Побудова сфери
 sphe();

 % Побудова циліндра
 cyl();

end

% Побудова сфери
function sphe()
 n = input('Введіть параметр відображення сфери (ціле число) (більше
значення –
            чіткіша фігура): ');
 % Створюємо сферу з заданною точністю
 figure(1);
 sphere(n);
 % Встановлюємо одинакові розміри всіх осей для отримання чіткого
зображення
 axis equal;
 s=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');
end

% Побудова циліндра
function cyl()
 figure(2);
 [x,y,z]=cylinder([10 10],80), colormap([1 1 1 ]);
 surf(x,y,z);
end

Результати виконання програми
Введіть параметр відображення сфери (ціле число) (більше значення –
чіткіша фігура): 50
Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
```

```
x =

Columns 1 through 12

10.0000    9.9692    9.8769    9.7237    9.5106    9.2388    8.9101
8.5264    8.0902    7.6041    7.0711    6.4945
10.0000    9.9692    9.8769    9.7237    9.5106    9.2388    8.9101
8.5264    8.0902    7.6041    7.0711    6.4945

Columns 13 through 24

5.8779    5.2250    4.5399    3.8268    3.0902    2.3345    1.5643
0.7846    0.0000   -0.7846   -1.5643   -2.3345
5.8779    5.2250    4.5399    3.8268    3.0902    2.3345    1.5643
0.7846    0.0000   -0.7846   -1.5643   -2.3345

Columns 25 through 36

-3.0902   -3.8268   -4.5399   -5.2250   -5.8779   -6.4945   -7.0711
-7.6041   -8.0902   -8.5264   -8.9101   -9.2388
-3.0902   -3.8268   -4.5399   -5.2250   -5.8779   -6.4945   -7.0711
-7.6041   -8.0902   -8.5264   -8.9101   -9.2388

Columns 37 through 48

-9.5106   -9.7237   -9.8769   -9.9692  -10.0000   -9.9692   -9.8769
-9.7237   -9.5106   -9.2388   -8.9101   -8.5264
-9.5106   -9.7237   -9.8769   -9.9692  -10.0000   -9.9692   -9.8769
-9.7237   -9.5106   -9.2388   -8.9101   -8.5264

Columns 49 through 60

-8.0902   -7.6041   -7.0711   -6.4945   -5.8779   -5.2250   -4.5399
-3.8268   -3.0902   -2.3345   -1.5643   -0.7846
-8.0902   -7.6041   -7.0711   -6.4945   -5.8779   -5.2250   -4.5399
-3.8268   -3.0902   -2.3345   -1.5643   -0.7846

Columns 61 through 72

-0.0000    0.7846    1.5643    2.3345    3.0902    3.8268    4.5399
5.2250    5.8779    6.4945    7.0711    7.6041
-0.0000    0.7846    1.5643    2.3345    3.0902    3.8268    4.5399
5.2250    5.8779    6.4945    7.0711    7.6041

Columns 73 through 81

8.0902    8.5264    8.9101    9.2388    9.5106    9.7237    9.8769
9.9692   10.0000
8.0902    8.5264    8.9101    9.2388    9.5106    9.7237    9.8769
9.9692   10.0000


y =

Columns 1 through 12
```

```
0    0.7846    1.5643    2.3345    3.0902    3.8268    4.5399
5.2250    5.8779    6.4945    7.0711    7.6041
0    0.7846    1.5643    2.3345    3.0902    3.8268    4.5399
5.2250    5.8779    6.4945    7.0711    7.6041

Columns 13 through 24

8.0902    8.5264    8.9101    9.2388    9.5106    9.7237    9.8769
9.9692   10.0000    9.9692    9.8769    9.7237
8.0902    8.5264    8.9101    9.2388    9.5106    9.7237    9.8769
9.9692   10.0000    9.9692    9.8769    9.7237

Columns 25 through 36

9.5106    9.2388    8.9101    8.5264    8.0902    7.6041    7.0711
6.4945    5.8779    5.2250    4.5399    3.8268
9.5106    9.2388    8.9101    8.5264    8.0902    7.6041    7.0711
6.4945    5.8779    5.2250    4.5399    3.8268

Columns 37 through 48

3.0902    2.3345    1.5643    0.7846    0.0000   -0.7846   -1.5643   -
2.3345   -3.0902   -3.8268   -4.5399   -5.2250
3.0902    2.3345    1.5643    0.7846    0.0000   -0.7846   -1.5643   -
2.3345   -3.0902   -3.8268   -4.5399   -5.2250

Columns 49 through 60

-5.8779   -6.4945   -7.0711   -7.6041   -8.0902   -8.5264   -8.9101
-9.2388   -9.5106   -9.7237   -9.8769   -9.9692
-5.8779   -6.4945   -7.0711   -7.6041   -8.0902   -8.5264   -8.9101
-9.2388   -9.5106   -9.7237   -9.8769   -9.9692

Columns 61 through 72

-10.0000   -9.9692   -9.8769   -9.7237   -9.5106   -9.2388   -8.9101
-8.5264   -8.0902   -7.6041   -7.0711   -6.4945
-10.0000   -9.9692   -9.8769   -9.7237   -9.5106   -9.2388   -8.9101
-8.5264   -8.0902   -7.6041   -7.0711   -6.4945

Columns 73 through 81

-5.8779   -5.2250   -4.5399   -3.8268   -3.0902   -2.3345   -1.5643
-0.7846         0
-5.8779   -5.2250   -4.5399   -3.8268   -3.0902   -2.3345   -1.5643
-0.7846         0


z =

Columns 1 through 20

0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0
0     0     0     0     0     0     0     0
```

```
1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1
1       1       1       1       1       1       1       1

Columns 21 through 40

0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
0       0       0       0       0       0       0       0
1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1
1       1       1       1       1       1       1       1

Columns 41 through 60

0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
0       0       0       0       0       0       0       0
1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1
1       1       1       1       1       1       1       1

Columns 61 through 80
0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
0       0       0       0       0       0       0       0
1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1       1
1       1       1       1       1       1       1       1

Column 81

0
1
```





ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Створити та протестувати програму засобами мови Matlab для побудови двох заданих поверхонь відповідно до номера індивідуального завдання. Програму обчислень зберегти в m-файлі під назвою *ind_work_06_01*. Завдання виконати мовою Matlab, для чого скласти підпрограми-функції реалізації основної частини завдання.

Номер варіанта	*Назва поверхні №1*	*Назва поверхні №2*
1	Сфера	Куб
2	Еліпсоїд	Паралелепіпед
3	Однопорожнинний гіперболоїд	Правильна трикутна призма
4	Двопорожнинний гіперболоїд	Правильна чотирикутна призма
5	Еліптичний параболоїд	Правильна п'ятикутна призма
6	Гіперболічний параболоїд	Прямий круговий конус
7	Прямий круговий циліндр	Прямий еліптичний конус
8	Еліптичний циліндр	Прямий зрізаний конус
9	Гіперболічний циліндр	Правильна зрізана трикутна призма
10	Параболічний циліндр	Правильна зрізана чотирикутна призма
11	Тор	Правильна зрізана п'ятикутна призма
12	Сфера	Прямий еліптичний конус
13	Еліпсоїд	Прямий зрізаний конус
14	Однопорожнинний гіперболоїд	Правильна зрізана трикутна призма
15	Двопорожнинний гіперболоїд	Правильна зрізана чотирикутна призма
16	Еліптичний параболоїд	Правильна зрізана п'ятикутна призма
17	Гіперболічний параболоїд	Куб
18	Прямий круговий циліндр	Паралелепіпед
19	Еліптичний циліндр	Правильна трикутна призма
20	Гіперболічний циліндр	Правильна чотирикутна призма
21	Параболічний циліндр	Правильна п'ятикутна призма
22	Тор	Прямий круговий конус
23	Сфера	Правильна трикутна призма
24	Еліпсоїд	Правильна чотирикутна призма
25	Однопорожнинний гіперболоїд	Правильна п'ятикутна призма
26	Двопорожнинний гіперболоїд	Прямий круговий конус
27	Еліптичний параболоїд	Прямий еліптичний конус
28	Гіперболічний параболоїд	Прямий зрізаний конус
29	Прямий круговий циліндр	Правильна зрізана трикутна призма
30	Еліптичний циліндр	Правильна зрізана чотирикутна призма

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7: "ПРОГРАМУВАННЯ РОЗГАЛУЖЕНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ MATLAB"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити оператор `if` мови `Matlab`.
2. Вивчити оператор `switch` мови `Matlab`.
3. Ознайомитися з технологією створенння розгалужених програм мови `Matlab`.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Ввести, відлагодити та протестувати програму на базі умовного оператора `if` і зберегти її під назвою *`lab_work_07_01`* для розв'язування наступної задачі. Обчислити значення складної функції

$$y = \begin{cases} 2\sqrt[3]{\sin(ax+10)}, & x \le 4; \\ \ln^2(|a+bx|+1), & 4 < x < 5 \\ \sqrt{x^2+5x+1}, & x \ge 5; \end{cases}$$

якщо аргумент x - довільне дійсне число; a, b - задані параметри.

Завдання `виконати мовою Matlab,` для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_07_01
 % Розгалужені обчислювальні процеси
 % Дано:
 % x - аргумент функції; a, b - числові параметри функції.
 %   Обчислити значення заданої складної функції y = f(x,a,b)
 %   за допомогою умовного оператора if
 %   y = 2 * (sin(a * x + 10))^(1/3), якщо x <= 4;
 %   y = log(abs(a + b * x) + 1)^2, якщо 4 < x < 5;
 %   y = (x^3)/(a^2 + b^2 + 2), якщо x >= 5.

 % Введення вхідних даних
 [x,a,b]=inp_data();

 % Обчислення значення складної функції
 [y v]=func_calc(x,a,b);

 % Виведення результату обчислення функції
 func_out(x,a,b,y,v);

end

% Введення вхідних даних
function [x,a,b]=inp_data()
 a = input('Введіть параметр a: ');
 b = input('Введіть параметр b: ');
 x = input('Введіть змінну x: ');
end

% Обчислення значення складної функції
function [y v]=func_calc(x,a,b)
 if x <= 4
```

```
    y = 2 * nthroot(sin(a * x + 10), 3);
    v=1;
 elseif (x>4) & (x<5)
    y = log(abs(a + b * x) + 1)^2;
    v=2;
 else
    y = (x^3) / (a^2 + b^2 + 2);
    v=3;
 end
end

% Виведення результату обчислення функції
function func_out(x,a,b,y,v)
 fprintf('\nЯкщо x = %4.2f a = %4.2f  b= %4.2f, то y = %6.3f %2d
гілка\n', x,a,b,y,v);
end
```

```
>> ind_work_07_01a
Введіть параметр a: 2
Введіть параметр b: 3
Введіть змінну x: 4

Якщо x = 4.00 a = 2.00  b= 3.00, то y = -1.818  1 гілка
```

Завдання 2. Ввести, відлагодити та протестувати програму на базі умовного оператора `switch` і зберегти її під назвою *lab_work_07_02* для розв'язування наступної задачі. Дано: x, y - координати довільної точки $M(x,y)$ області на координатній площині. Необхідно: визначити належність точки $M(x,y)$ області, заштрихованій на малюнку

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function ind_work_07_02
 % Розгалужені обчислювальні процес
 % Дано:
 % x,y - координати довільної точки М на координатній площині
 % Необхідно:
 % Визначити належність точки M(x,y) області, заштрихованій на малюнку
 % за допомогою оператора switch

 % Введення координат точки М на площині
 [x,y]=inp_data();

 % Визначення належності точки заштрихованій області
 [v]=point_det(x,y);

 % Виведення на екран повідомлення про належність точки області
 out(x,y,v)
end

% Виведення координат точки М на площині
function [x,y]=inp_data()
 x = input('Введіть координату x: ');
 y = input('Введіть координату y: ');
end
```

```
% Визначення належності точки заштрихованій області
function [v]=point_det(x,y)
 % За умовою завдання потрібно визначити, чи точка M(x,y) належить
кругу
 % радіусом 1 з центром в т. O(0,0), виключаючи точки, що належать
третій чверті
 % Формула кола з центром у точці O(0,0) радіусом 1: x^2 + y^2 = 1.
 % Точка належить кругу в тому випадку, якщо виконується умова: x^2 +
y^2 <= 1
 % Точка не належить третій чверті якщо x та y такі, що (x < 0 && y <
0)

 if ((x.^2 + y.^2 <= 1) & (y >= 0)) | (((x.^2 + y.^2 <= 1) & (x>0) &
(y<0)))
  v  = 1;
 else
   v = 2;
 end
end

% Виведення на екран повідомлення про належність точки області
function out(x,y,v)
 switch v
    case 1
        fprintf('\nТочка M(%g, %g) належить заданій заштрихованій
області.\n', x, y);
    otherwise
        fprintf('\nТочка M(%g, %g) не належить заданій заштрихованій
області.\n', x, y);
 end
end
```

```
>> ind_work_07_02a
Введіть координату x: 0.5
Введіть координату y: 0.5

Точка M(0.5, 0.5) належить заданій заштрихованій області.
>>
>> ind_work_07_02a
Введіть координату x: 0.5
Введіть координату y: 0.5

Точка M(0.5, 0.5) належить заданій заштрихованій області.
>>
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати розгалужену програму для обчислення значення складної функції `y=f(x,a,b)` за допомогою умовного оператора `if` при заданих значеннях змінної `x` та параметрів `a` і `b`.

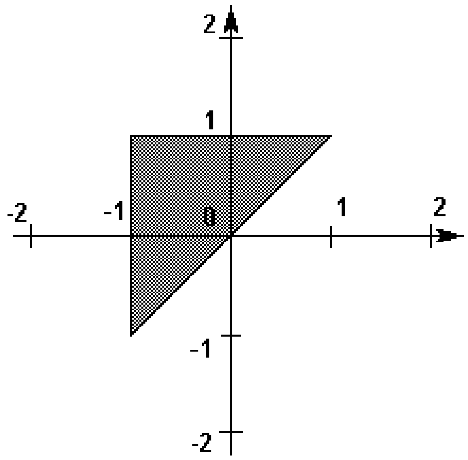
№ варіанту	Функція	Змінні	Межі
1	$y = \begin{cases} \dfrac{e^{x+4}}{\cos(6x)}, & x \le 0 \\ \log\sqrt{x}, & 0 < x < 3 \\ x^3, & x \ge 3 \end{cases}$	x, y - змінні	$x \le 0$ $0 < x < 3$ $x \ge 3$
2	$y = \begin{cases} \sqrt[3]{x^2 + \lvert a\rvert}, & x \le 1 \\ \sin^2(ax) * \cos^2(bx), & 1 < x \le 3 \\ \lvert a + x + b\rvert, & x > 3 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 1$ $1 < x \le 3$ $x > 3$
3	$y = \begin{cases} e^{-x+6}, & x \le 0 \\ \sqrt[5]{a^2 + 1 + x}, & 0 < x < 1 \\ b + \sqrt{x}, & x \ge 1 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 0$ $0 < x < 1$ $x \ge 1$
4	$y = \begin{cases} \sqrt[4]{\lvert a + bx\rvert}, & x < 1 \\ \ln^2(b^2 + x), & 1 \le x < 2 \\ e^{b+3}, & x \ge 2 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y – змінні	$x < 1$ $1 \le x < 2$ $x \ge 2$
5	$y = \begin{cases} \sin x + \sqrt[4]{\lvert a\rvert}, & x < 1 \\ \log\lvert b^2 + x\rvert, & 2 \le x < 4 \\ \cos^3(ax), & x \ge 4 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x < 1$ $2 \le x < 4$ $x \ge 4$
6	$y = \begin{cases} \sqrt[3]{a^2 + 3x^2}, & x < b \\ \ln^2\lvert x - b\rvert, & b \le x \le b+1 \\ e^{ax} - x^4, & x > b+1 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x < b$ $b \le x \le b+1$ $x > b+1$
7	$y = \begin{cases} \mathrm{arctg}(ax) + \sqrt[3]{\lvert x\rvert + 2}, & ax < 1 \\ \sin(bx) + 1.4, & 1 \le ax \le 2 \\ \ln^2(x^2 + \lvert ab\rvert), & ax > 2 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$ax < 1$ $1 \le ax \le 2$ $ax > 2$
8	$y = \begin{cases} \ln^2\dfrac{x^2 + \lvert a\rvert}{1 + x^4}, & x \le 3 \\ b^3 + \cos^2(x), & 3 < x \le 5 \\ \sqrt[3]{\lvert ab\rvert x}, & x > 5 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 3$ $3 < x \le 5$ $x > 5$
9	$y = \begin{cases} 2\sqrt[3]{\sin(ax + 10)}, & x \le 4 \\ \ln^2(\lvert a + bx\rvert + 1), & 4 < x < 5 \\ \dfrac{x^3}{a^2 + b^2 + 2}, & x \ge 5 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 4$ $4 < x < 5$ $x \ge 5$
10	$y = \begin{cases} \ln^3(\lvert ax + b\rvert + 1), & ax < 1 \\ e^{-\sqrt{x^2 + a^2}} * \sin(bx), & 1 \le ax < 2 \\ \mathrm{arctg}(ax - b), & ax \ge 2 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$ax < 1$ $1 \le ax < 2$ $ax \ge 2$

11	$y=\begin{cases}\dfrac{x^2+a^2}{b^2+1}, & x\le 0\\ \tan^3(ax), & 0<x\le 3\\ \ln\sqrt[3]{x^2+1}, & x>3\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x\le 0$ $0<x\le 3$ $x>3$
12	$y=\begin{cases}\cos^3(ax), & bx\le 1\\ 2{,}5+\dfrac{e^{-x^2}}{\ln\lvert 2+bx\rvert}, & 1<bx\le 4\\ \mathrm{arctg}\sqrt[4]{bx}, & bx>4\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$bx\le 1$ $1<bx\le 4$ $bx>4$
13	$y=\begin{cases}\sqrt[3]{\lvert b+\cos^2(ax)\rvert}, & ax<2\\ \ln^4(ax+\lvert b\rvert), & 2\le ax\le 5\\ \ln(x^2+a^2), & ax>5\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$ax<2$ $2\le ax\le 5$ $ax>5$
14	$y=\begin{cases}e^{-\lvert x-a\rvert}, & x<3\\ \sqrt[5]{a+x^{1{,}5}}, & 3\le x<10\\ \ln^2(\lvert bx\rvert+1), & x\ge 10\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x<3$ $3\le x<10$ $x\ge 10$
15	$y=\begin{cases}\sqrt{\lvert a+x\rvert}+\sqrt[3]{\lvert ax\rvert+1}, & 0\le ax\le 3\\ e^{-x^2+a}, & ax<0\\ x^{\cos(x)}+\dfrac{b}{x^2+a^2}, & ax\ge 3\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$0\le ax\le 3$ $ax<0$ $ax\ge 3$
16	$y=\begin{cases}e^{-x^2-a^2}, & bx\le 1\\ \sqrt[3]{\dfrac{\lvert ax\rvert+1}{\sqrt{bx+2{,}1}}}, & 1<bx<5\\ a\ln^2(bx), & bx\ge 5\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$bx\le 1$ $1<bx<5$ $bx\ge 5$
17	$y=\begin{cases}\sqrt[5]{\dfrac{x^2+(ab)^2+1}{\lvert ax\rvert+1}}, & ax<0\\ \ln^2(ax+1), & 0\le ax<4\\ \cos^2(a+\sqrt[3]{x^2}), & ax\ge 4\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$ax<0$ $0\le ax<4$ $ax\ge 4$
18	$y=\begin{cases}\ln^2 x-\dfrac{\pi}{6}, & x\ge 3\\ \sqrt[3]{x}+e^{-x^2+a}, & 1\le x\le 3\\ \sin^3(b+ax), & x<1\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x\ge 3$ $1\le x\le 3$ $x<1$
19	$y=\begin{cases}\sqrt[5]{\lvert b\rvert+\sin^2(ax)+1}, & x<-1\\ 5+\mathrm{arctg}\left(\sqrt[3]{\lvert bx\rvert+1}\right), & -1\le x\le 2\\ e^{\frac{x}{ab}}, & x>2\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x<-1$ $-1\le x\le 2$ $x>2$
20	$y=\begin{cases}\sqrt[3]{b^2+\cos^3 ax}, & x\le 1\\ a^x+\ln^2\lvert bx\rvert, & -1\le x<-0{,}5\\ \mathrm{arctg}\,ax+\ln(2+x), & x\ge -0.5\end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x\le 1$ $-1\le x<-0{,}5$ $x\ge -0.5$

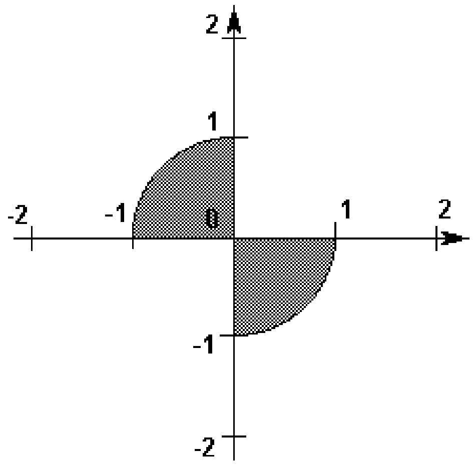
21	$y = \begin{cases} \sqrt[5]{\lvert b\rvert + \sin^2 ax + 1}, & x < -1 \\ 5 + \mathrm{arctg}\sqrt[3]{\lvert bx\rvert + 1}, & -1 \le x \le 2 \\ e^{-\frac{x}{ab}}, & x > 2 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x < -1$ $-1 \le x \le 2$ $x > 2$
22	$y = \begin{cases} \cos(ax) + \lg(\lvert ax\rvert + 2), & x > 3 \\ a\sqrt{b^2 + e^x}, & 1 \le x \le 3 \\ \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{4}, & x < 1 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x > 3$ $1 \le x \le 3$ $x < 1$
23	$y = \begin{cases} a + \ln^2(1 + e^{bx}), & x \ge 0 \\ \frac{\pi + \sin^2 ax}{\sqrt[3]{a^2 + \lvert bx\rvert + x^2 + 1}}, & -2 < x < 0 \\ \left(\frac{ab}{a^4 + x^2 + 1}\right), & x \le -2 \end{cases}$	e – стала (2.718); a, b - параметри; x, y - змінні	$x \ge 0$ $-2 < x < 0$ $x \le -2$
24	$y = \begin{cases} \sin^3 bx + \sqrt[3]{\cos^2 \pi x}, & x \le 1 \\ \lg^2(\lvert ax + b\rvert + 1) - \sqrt{\lvert x\rvert}, & 1 < x < 8 \\ e^{-\frac{ax}{a^2+b^2+1}}, & x \ge 8 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 1$ $1 < x < 8$ $x \ge 8$
25	$y = \begin{cases} \frac{ax + 3}{\pi + \cos bx}, & x \le 2 \\ e^{-x^2 + \lvert x\rvert}, & 2 < x \le 4 \\ \lg^2\left(\sin ax + \sqrt[3]{x^2 + a^2 + 1}\right), & x > 4 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 2$ $2 < x \le 4$ $x > 4$
26	$y = \begin{cases} \sin^2 \sqrt[3]{x^2 + a^2 + 1}, & x < 0 \\ \frac{x^2}{2} + \lvert bv\rvert, & x > 2 \\ e^{-4ax+b}, & 0 < x < 2 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x < 0$ $x > 2$ $0 < x < 2$
27	$y = \begin{cases} \frac{\cos^2 x}{x^2 + a^4 x + \lvert b\rvert + 1}, & x \ge 1 \\ \sqrt{\lg^2(\lvert bx + 1.5\rvert + 2)}, & x \le -1 \\ \sin x + e^{ax}, & -1 < x < 1 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \ge 1$ $x \le -1$ $-1 < x < 1$
28	$y = \begin{cases} \sqrt{\lvert x\rvert + a^2}, & x \le -2 \\ \lg\left\lvert\frac{\sqrt[3]{\lvert ax + b\rvert} + \pi}{1 + \sin^2(\pi x)}\right\rvert, & x > 1 \\ x^5 + \mathrm{arctg}(bx), & -2 < x \le 1 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le -2$ $x > 1$ $-2 < x \le 1$
29	$y = \begin{cases} \arcsin(ax + b), & x > 0 \\ \ln(2 + \cos^2(bx)), & x \le -2 \\ \sin^3(ax + b)^2, & -2 < x \le 0 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x > 0$ $x \le -2$ $-2 < x \le 0$
30	$y = \begin{cases} \arccos(bx + a), & x \le 3 \\ e^{\frac{x+ab-3}{\sqrt{\lvert x^2+ax-b\rvert+1}}}, & x > 5 \\ \lg^3(\cos(ax) + b^2 + 2), & 3 < x \le 5 \end{cases}$	a, b - параметри; x, y - змінні	$x \le 3$ $x > 5$ $3 < x \le 5$

Завдання 2. Скласти, відлагодити та протестувати розгалужену програму для визначення належності точки `M` зі заданими координатами `x` та `y` за допомогою умовного оператора `switch`.

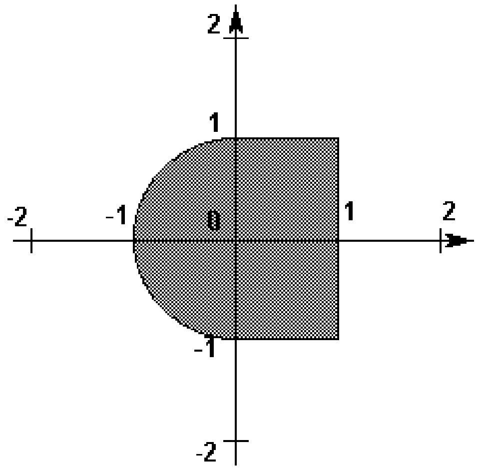
Варіант 1



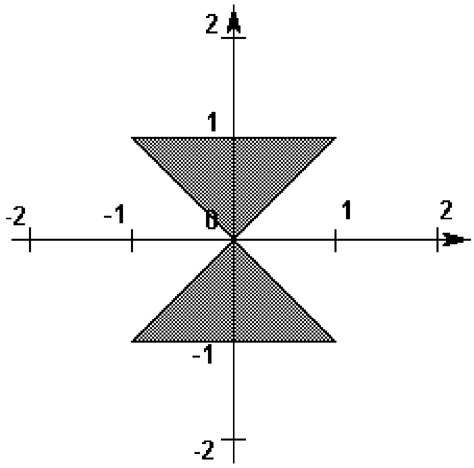
Варіант 2



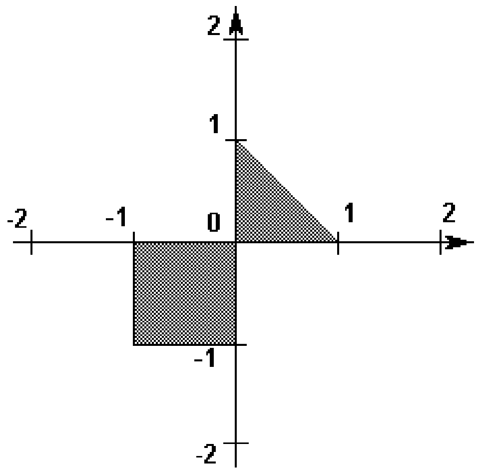
Варіант 3



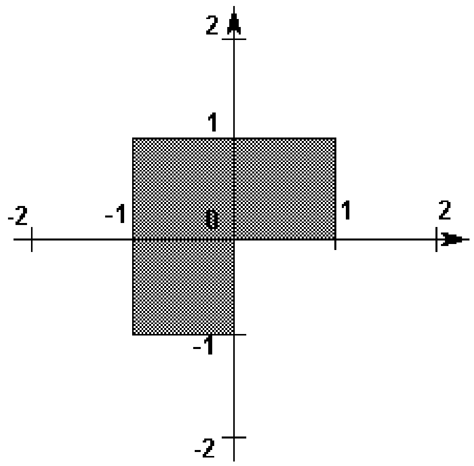
Варіант 4



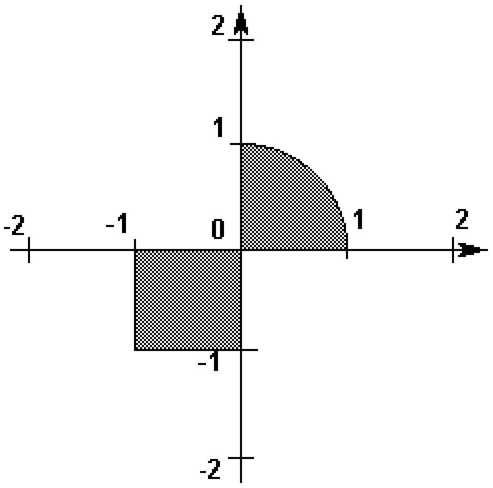
Варіант 5



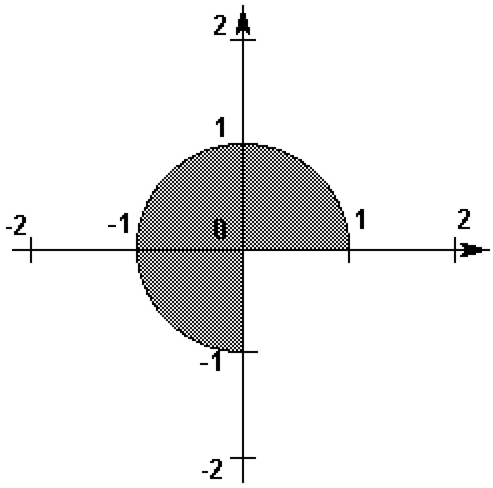
Варіант 6



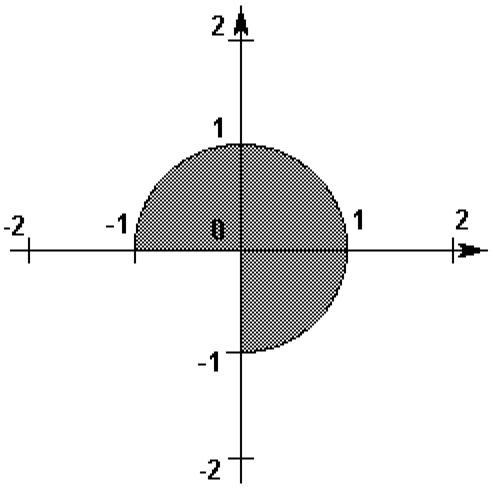
Варіант 7



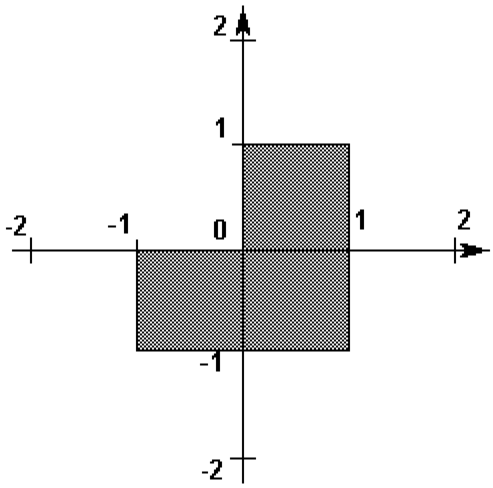
Варіант 8



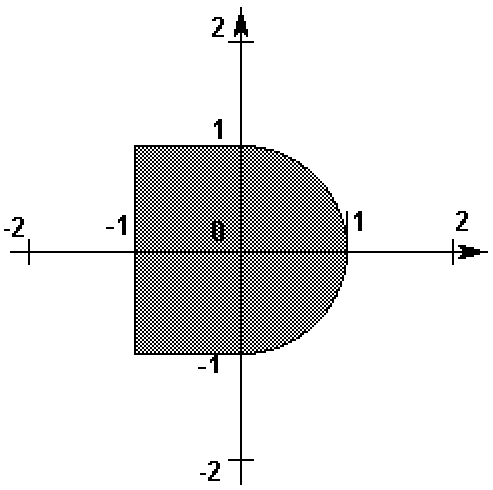
Варіант 9



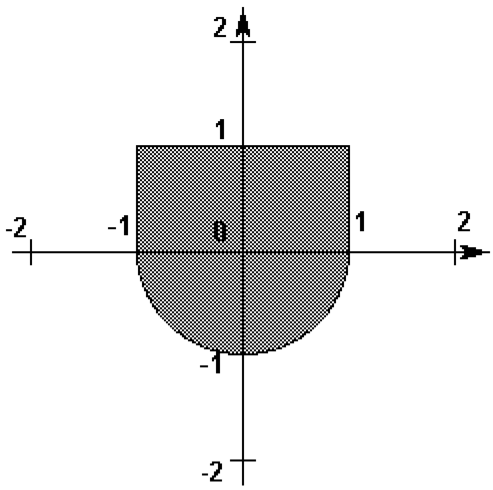
Варіант 10



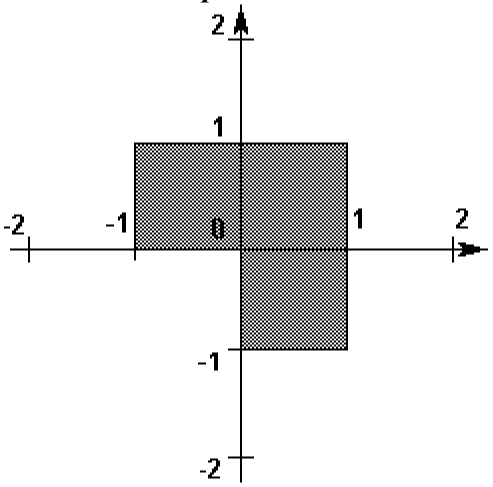
Варіант 11



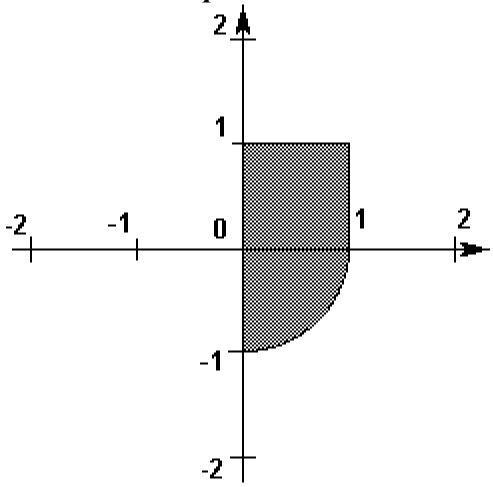
Варіант 12



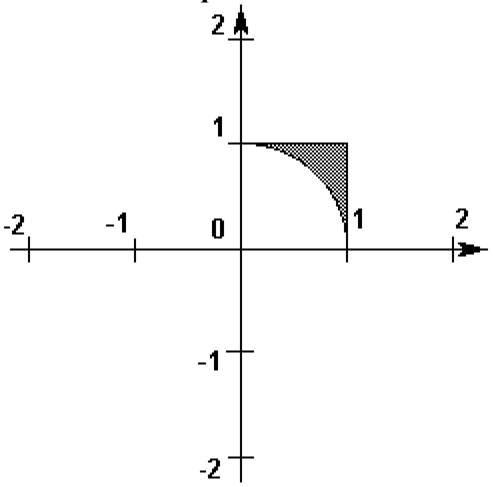
Варіант 13



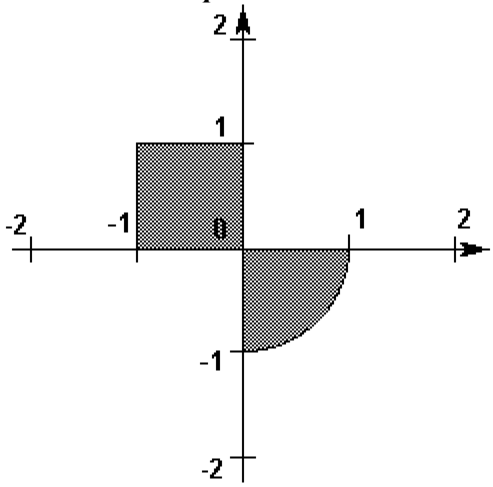
Варіант 14



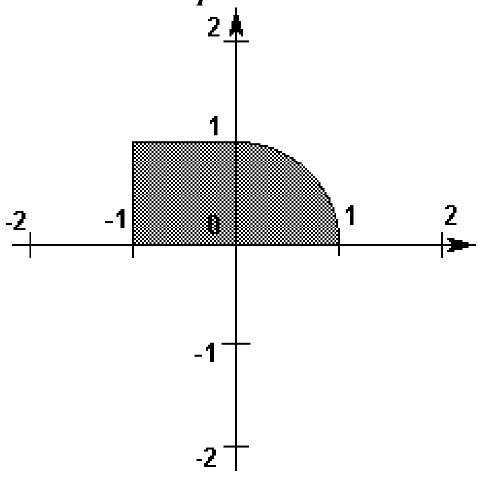
Варіант 15



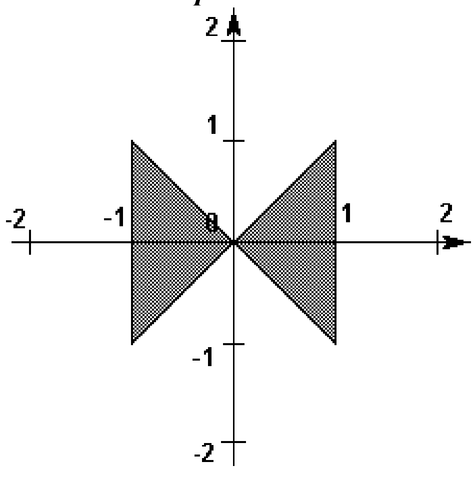
Варіант 16



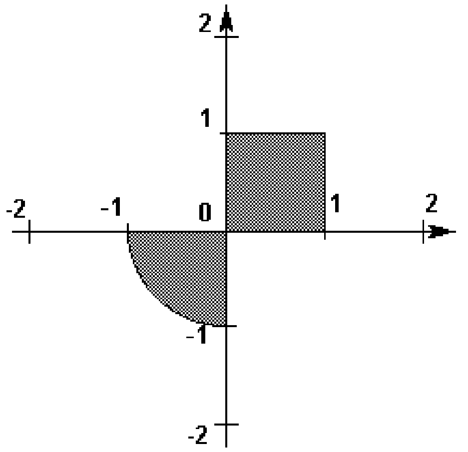
Варіант 17



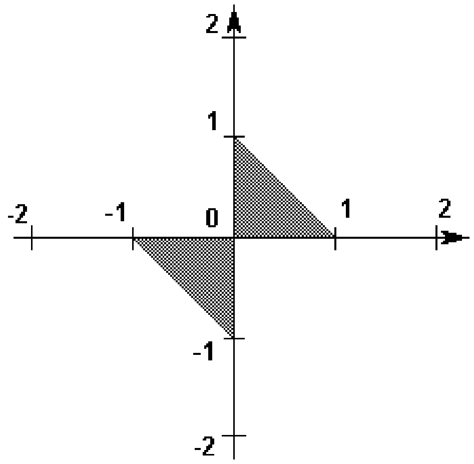
Варіант 18



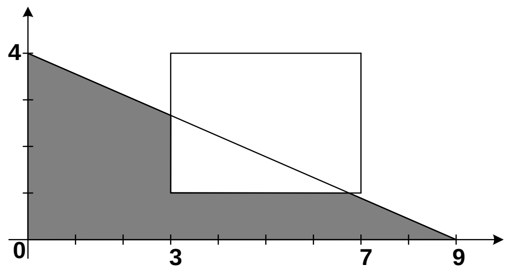
Варіант 19



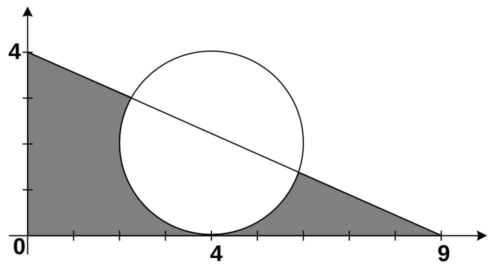
Варіант 20



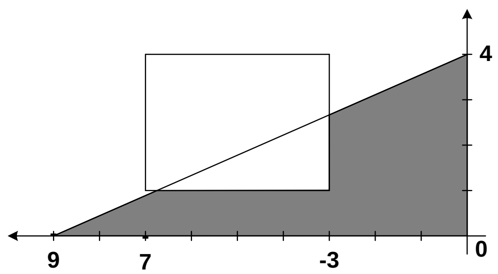
Варіант 21



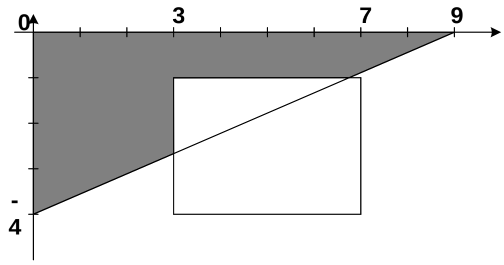
Варіант 22



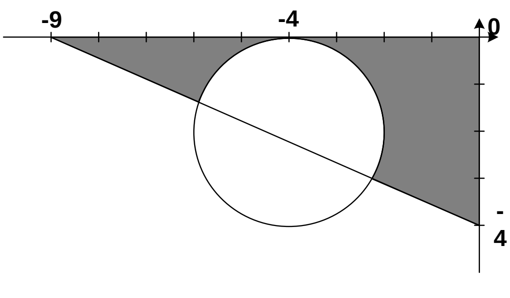
Варіант 23



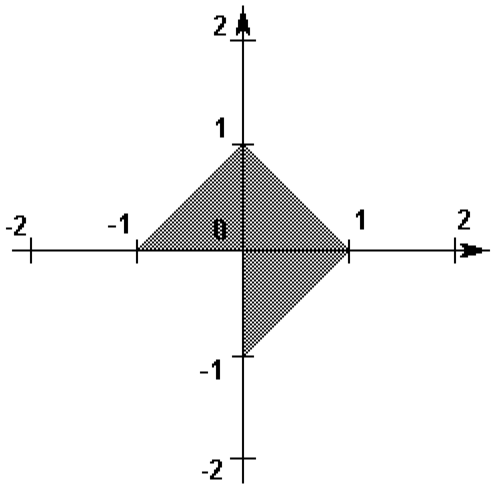
Варіант 24



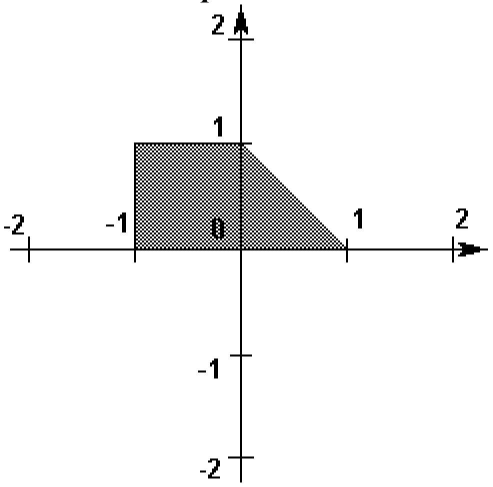
Варіант 25



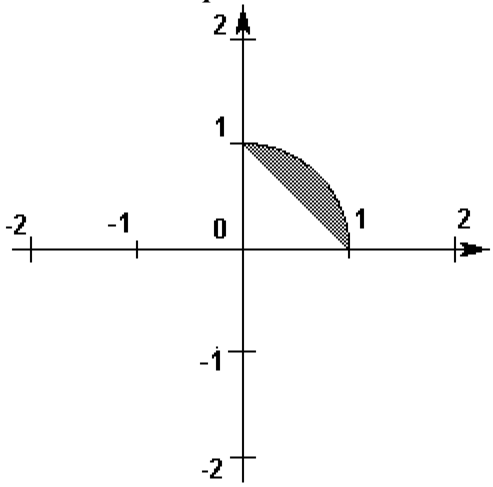
Варіант 26



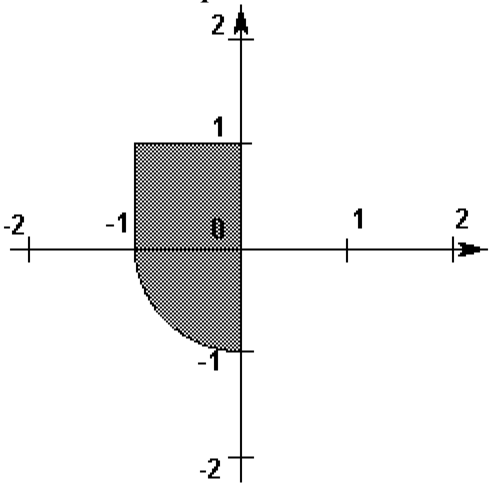
Варіант 27



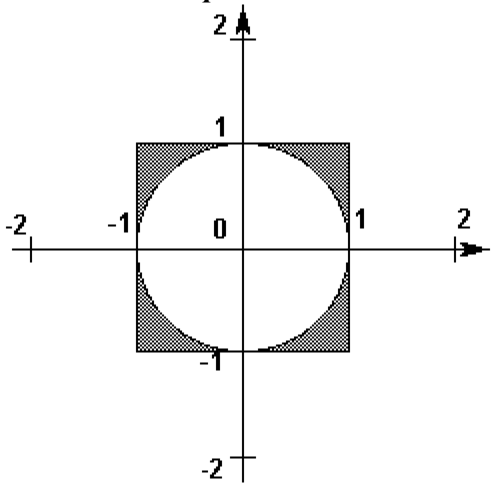
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8:
"ПРОГРАМУВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ МОВИ MATLAB"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити оператор циклу <`for`> мови `Matlab`.
2. Вивчити оператор циклу <`while`> мови `Matlab`.
3. Ознайомитися з технологією створенння циклічних програм мовою `Matlab`.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати програму та зберегти її під назвою *`lab_work_08_01`* для розв'язування наступної задачі. Обчислити та вивести на екран всі значення функції `y=sin(3x)`, аргумент х якої змінюється на інтервалі `[1; 3]` з кроком `h=0.2`. Створити також файл даних з результатами таулювання. Циклічні процеси реалізувати командою `for` мовою `Matlab`.

Скласти та використати підпрограми-функції введення вхідних даних, реалізації основної частини завдання та виведення отриманих результатів обчислень.

```
function lab_work_08_01
 % Задача табулювання простої функції y=sin(3x)
% на інтервалі [xp=1; xk=3] з кроком h=0.2 (простий цикл)

% Ініціалізація вхідних даних
[xp,xk,h]=init_data();

 % Табулювання та виведення на екран значень функції
 [x,y]=func_tab(xp,xk,h);

 % Створення файла з даними табулювання
 file_data(x,y);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [xp,xk,h]=init_data()
 xp=1; % початкове значення аргумента
 xk=3; % кінцеве значення аргумента
 h=0.2; % крок зміни аргумента
end

% Табулювання та виведення на екран значень функції
function [x,y]=func_tab(xp,xk,h)
 n=(xk-xp)./h+1;
 for i=1:n
  x(i)=xp+(i-1).*h;
  y(i)=sin(3*x(i));
  fprintf('\n x=%6.2f y=%8.4f',x(i),y(i));
 end
 fprintf('\n\n');
end

% Створення файла з даними табулювання
function file_data(x,y)
```

```
 fprintf('\nСтворення файла з даними табулювання:');
 y=[x;y];
 fmem1=fopen('sin3x.txt','w');
 fprintf(fmem1,'%6.3f   %12.8f \n',y);
 fclose(fmem1);
 fprintf('\n   x            y ');
 type sin3x.txt
end

>> lab_work_08_01

 x=  1.00 y=  0.1411
 x=  1.20 y= -0.4425
 x=  1.40 y= -0.8716
 x=  1.60 y= -0.9962
 x=  1.80 y= -0.7728
 x=  2.00 y= -0.2794
 x=  2.20 y=  0.3115
 x=  2.40 y=  0.7937
 x=  2.60 y=  0.9985
 x=  2.80 y=  0.8546
 x=  3.00 y=  0.4121

Створення файла з даними табулювання:
   x            y
 1.000     0.14112001
 1.200    -0.44252044
 1.400    -0.87157577
 1.600    -0.99616461
 1.800    -0.77276449
 2.000    -0.27941550
 2.200     0.31154136
 2.400     0.79366786
 2.600     0.99854335
 2.800     0.85459891
 3.000     0.41211849
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати циклічну програму розв'язування задачі табулювання функції `y=f(x)` на інтервалі `[xпоч. xкін]` з кроком `h` за допомогою оператора `for`. У програмі передбачати обчислення величин, вказаних у варіантах завдань.

№	*y=f(x)*	$x_{поч}$	$x_{кін}$	h	a	b	Величини, які необхідно обчислити
1	$y = \dfrac{e^{\sin x} + \sqrt[4]{a+x}}{\ln^3 bx}$	5.5	10.5	0.5	17.3	0.36	Середнє арифметичне y>5
2	$y = \dfrac{\ln^4 bx + 0.85}{\sqrt[3]{a+bx^3}}$	0.4	6.8	0.8	46	1.85	Суму і кількість y>1
3	$y = \dfrac{\sqrt[4]{1+\sqrt{ax+b}}}{sin^2 bx + a}$	4.3	13.9	1.2	1.35	8.4	Суму 1<y<3

4	$y=\dfrac{tg^2(ax)+\sqrt{\ln x}}{e^{-bx}}$	1.3	6.1	0.6	1.8	0.56	Середнє арифметичне y>1
5	$y=\dfrac{\sqrt[3]{a^3+x^3}}{tg^3bx+1.6}$	0.2	1.6	0.2	1.25	0.86	Суму 0<y<1
6	$y=\dfrac{\sqrt[3]{ax}+b}{0.25\ln^2 ax}$	10.5	28.5	2	0.3	9.5	Добуток і кількість y<10
7	$y=\dfrac{ln^2\ (a^3+x^3)}{\sqrt{a^3+x^3}+\sqrt[3]{b}}$	8.2	98.2	10	43	205	Суму і кількість y>0.2
8	$y=\dfrac{1+\cos^2(a^2+x^2)}{x^3+\sqrt[3]{bx}}$	0.5	1.9	0.2	0.84	0.63	Середнє геометричне y>1
9	$y=\dfrac{a^x+e^{-bx}}{\sin^2 bx+1.24}$	0.3	1.3	0.1	0.5	0.16	Добуток і суму y>1
10	$y=\sqrt{\dfrac{\lvert bx\rvert}{arctg\ \dfrac{b^2}{a^2+x^2}}}$	-10	-1	1	2.8	1.5	Середнє арифметичне y>0.5
11	$y=\dfrac{(x^2+1)-\dfrac{1}{\sin bx}}{\sqrt[3]{\dfrac{x}{a}}-0.39}$	0.2	1.6	0.1	0.36	0.74	Кількість y>0.5 і добуток y>1
12	$y=\dfrac{e^{x^2+1}}{\sqrt[5]{\lvert x-a\rvert+ln^2bx}}$	1.2	3	0.2	4.8	6.8	Кількість y>10 і суму y<10
13	$y=\dfrac{e^{sin^2ax}+arctgbx}{\sqrt[3]{(x+b)^2}}$	0.5	14.5	2	0.45	8.8	Кількість y<0.5 і кількість y>0.5
14	$y=\dfrac{sin^2ax+\sqrt[3]{\lvert x-b\rvert}}{\lvert x-b\rvert^3}$	16	22	0.5	0.28	19.3	Суму і кількість y>2
15	$y=\dfrac{x^{\frac{a}{b}}-\sqrt[3]{\dfrac{x+b}{a}}}{1.1+cos^2ax}$	6.8	20.8	1	3.5	6.4	Добуток і кількість y<10
16	$y=\sqrt[5]{\dfrac{x^2}{4a^2+0.6}}\ ln^2(b+x)$	10	20	1	2.4	16.8	Суму і кількість y>20
17	$y=\dfrac{cos^2ax+e^{-ax}}{arctg(\sqrt{b}+\sqrt{x})}$	0.6	0.8	0.02	1.3	0.75	Кількості y<2.75 і y>2.75
18	$y=\dfrac{a-e^{bx}}{(x-a)^2+ln^2(x-a)}$	2	8.5	0.5	4.38	0.24	Середнє арифметичне всіх y
19	$y=\dfrac{\sqrt[5]{a+x}-b}{1.6\ cos^{3.2}ax}$	0.3	3.3	0.3	1.85	2.64	Середнє геометричне y>0
20	$y=\dfrac{e^{a+x}}{\sqrt[4]{bx}+ln^2ax}$	0.8	2.4	0.2	1.38	9.6	Середнє арифметичне y>5
21	$y=\dfrac{\sqrt[4]{a+x}+\left(\dfrac{x}{b}\right)^{1.3}}{0.8\ tg^3bx}$	8.5	20	0.5	17.6	0.14	Кількості y>0 і y<0

22	$y = \frac{\cos^2 \lvert x - a \rvert}{\sqrt[3]{\lvert bx \rvert} + e^{x-a}}$	-5	5	1	1.5	14.8	Суму і кількість y>0.1
23	$y = \frac{1 + \cos^2(a + bx)}{0.5\sqrt[3]{a + bx}}$	2.5	16.5	2	33.6	6.45	Середнє арифметичне y>0.5
24	$y = \frac{e^{\sin(x+b)} + a^3}{ln^2(x + b)}$	0.25	7	0.5	0.86	2.8	Кількості y<0.5 і y>0.5
25	$y = \frac{\sqrt[3]{a + e^{bx}}}{a + \frac{ln^2 x}{bx}}$	6.8	10	0.2	2.3	0.28	Суму y>0.5 і кількість y>0.7
26	$y = \frac{0.25 + cos^2 ax}{\sqrt[4]{b^3 + x^3}}$	1.3	4.3	0.3	0.43	2.24	Суму y<0.5 і добуток y>0.5
27	$y = \frac{arctg(a^2 + x^2)}{ln^3 bx + \sqrt{ax}}$	1.1	3.6	0.5	1.38	2.46	Середнє арифметичне y>0.3
28	$y = \frac{e^{-6x} + a^2}{\sqrt[3]{\left(\frac{a}{x}\right)^3 + \sqrt{b}}}$	0.1	0.4	0.05	0.15	2.3	Добуток y>0.4 і суму y>0.5
29	$y = \frac{\sqrt{\ln a + \sqrt[3]{b^2} + 13}}{sin^2 ax + 0.84}$	0.04	0.24	0.02	4.2	1.54	Середнє геометричне y>0
30	$y = \frac{ln^3(a + x) - 10.5}{\sqrt[4]{0.6\, b^2 + \left(\frac{x}{a}\right)^2}}$	56	166	10	32	8.4	Суму і добуток y>2

Середнє арифметичне: $S = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n}$

Середнє геометричне: $P = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^{k} y_i}$

Середнє гармонійне: $G = \frac{1}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_i}}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9:
“НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДАМИ ХОРД ТА ДОТИЧНИХ”

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з поняттями ітераційних процесів та алгоритмів.
2. Ознайомитися з етапами чисельного розв’язування нелінійних рівнянь.
3. Ознайомитися з методом уточнення коренів рівняння методом хорд.
4. Ознайомитися з методом уточнення коренів рівняння методом дотичних

ХІД РОБОТИ

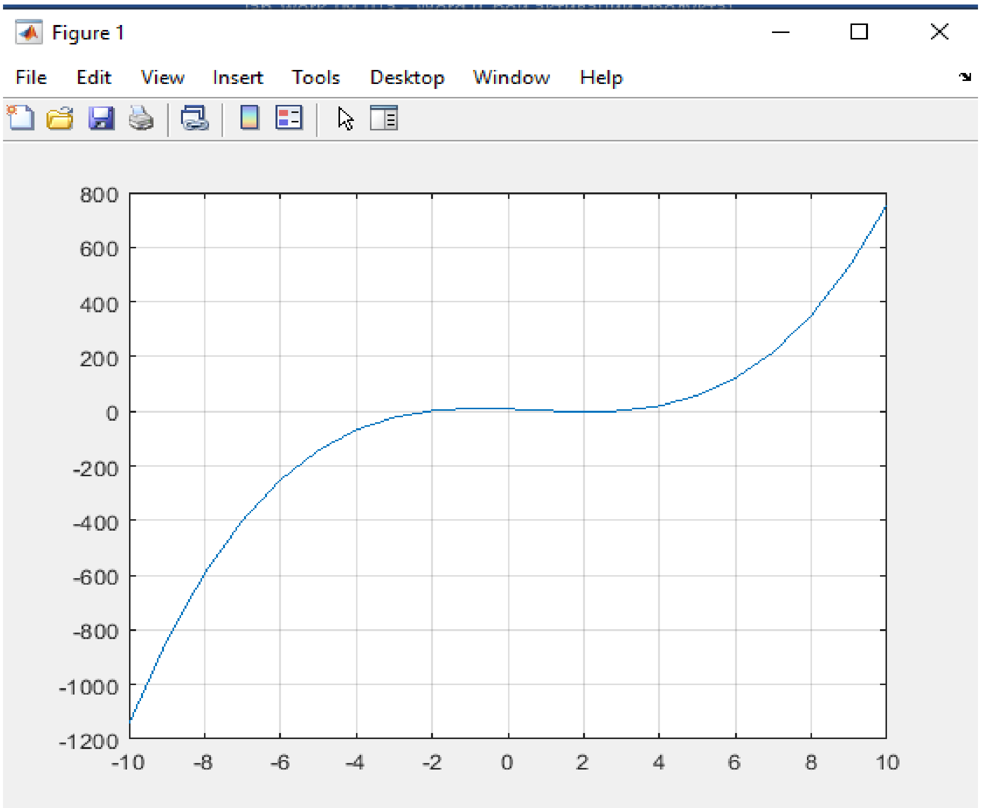
Завдання 1. Дано: нелінійне рівняння `f(x) = x^3-2.02*x^2-5.01*x+8=0` Необхідно обчислити з заданою точністю `epsilon=0.001` та вивести на друк значення значення дійсних коренів цього рівняння, використовуючи метод хорд. Скласти, відлагодити та протестувати програму для розв’язування цієї задачі і зберегти її під назвою *ind_work_09_01*. Циклічні процеси реалізувати за допомогою оператора циклу `while` мови `Matlab`.Розв’язок рівняння методом дотичних для одного з коренів виконати самостійно.

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції відокремлення коренів рівняння аналітичним методом та уточнення однонго з коренівметодом хорд.

```
function lab_work_09_01
 % Наближене розв'язування нелінійних рівнянь методом хорд
 % Необхідно: відокремити корені цього рівняння аналітичним методом
 % та уточнити один з цих коренів методом хорд.
 % Дано: алгебраїчне рівняння x^3-2.02*x^2-5.01*x+8=0.

  % Етап 1. Відокремлення коренів рівняння f(x)=0 аналітичним методом
  RootsIsolation();

  % Етап 2. Уточнюємо перший корінь рівняння за методом хорд
  ChordMethod();

end

% Етап 1. Відокремлення коренів рівняння f(x)=0 аналітичним методом
function RootsIsolation()
  % Для цього знаходимо інтервали ізоляції коренів рівняння f(x)=0.
  % Для цього табулюємо функцію y=x^3-2.02*x^2-5.01*x+8
  % на інтервалі [-10,10] з кроком h=1
  % і виявляємо інтервали числової осі,
  % на яких функція y=f(x) змінює знак на протилежний
  a=-10;
  b=10;
  h=1;
  X=[];
  Y=[];
  n=(b-a)/h+1;
  % Результати табулювання фунуції y=f(x) на інтервалі [-10; 10]з
кроком 1
  fprintf('\nРезультати табулювання фунуції y=f(x) на інтервалі [-10;
10]з кроком 1:\n');
  for i=1:n;
```

```
    x(i)=a+h*(i-1);
    y(i)=x(i).^3-2.02*x(i).^2-5.01*x(i)+8;
    fprintf('x(%2d)=%6.2f \t y(%2d)=%+6.3f\n',i, x(i), i, y(i));
    X=[X x(i)];
    Y=[Y y(i)];
  end
  fprintf('\n');
  figure(1)
  plot(X,Y)
  grid on
  % Нижче наведені результати розрахунків за цим фрагментом програми
  % і графік функції на вказаному інтервалі.
  % Аналіз отриманих даних показує, що рівняння має три корені,
  % ізольовані на таких інтервалах: [-3;-2], [1;2], [2;3]
  w=input('Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити');
end

% Етап 2. Уточнюємо перший корінь рівняння за методом хорд
function ChordMethod()
 epsilon=0.001;
 a1=-3;
 b1=-2;
 k=0;
 x0=b1;
 xk=x0;
 xp=a1;
 fa=a1^3-2.02*a1^2-5.01*a1+8;
 X3=[];
 Y3=[];
 fprintf('\nРезультати уточнення першого кореня рівняння за методом
хорд:\n');
 fprintf('k=%2d xk=%+6.3f\n',k, xk);
 while abs(xk-xp)>=epsilon
    xp=xk;
    k=k+1;
    f=xp^3-2.02*xp^2-5.01*xp+8;
    xk=xp-(f/(f-fa))*(xp-a1);
    fprintf('k=%2d xk=%+6.3f\n',k, xk);
    X3=[X3 k];
    Y3=[Y3 xk];
 end
end

>> lab_work_09_01a

Результати табулювання фунуції y=f(x) на інтервалі [-10; 10]з кроком
1:
x( 1)=-10.00    y( 1)=-1143.900
x( 2)= -9.00    y( 2)=-839.530
x( 3)= -8.00    y( 3)=-593.200
x( 4)= -7.00    y( 4)=-398.910
x( 5)= -6.00    y( 5)=-250.660
x( 6)= -5.00    y( 6)=-142.450
x( 7)= -4.00    y( 7)=-68.280
x( 8)= -3.00    y( 8)=-22.150
```

```
x( 9)= -2.00     y( 9)=+1.940
x(10)= -1.00     y(10)=+9.990
x(11)=  0.00     y(11)=+8.000
x(12)=  1.00     y(12)=+1.970
x(13)=  2.00     y(13)=-2.100
x(14)=  3.00     y(14)=+1.790
x(15)=  4.00     y(15)=+19.640
x(16)=  5.00     y(16)=+57.450
x(17)=  6.00     y(17)=+121.220
x(18)=  7.00     y(18)=+216.950
x(19)=  8.00     y(19)=+350.640
x(20)=  9.00     y(20)=+528.290
x(21)= 10.00     y(21)=+755.900

Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити

Результати уточнення першого кореня рівняння за методом хорд:
k= 0 xk=-2.000
k= 1 xk=-2.081
k= 2 xk=-2.108
k= 3 xk=-2.117
k= 4 xk=-2.119
k= 5 xk=-2.120
```



ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Відокремити корені заданого за варіантом алгебраїчного рівняння аналітично. Перевірити, чи на кожному інтервалі ізоляції коренів дійсно знаходиться лише один корінь, та визначити один з них з точністю `epsilon=0.001` методом хорд. Обґрунтувати вибір початкового наближення кореня. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`ind_work_09_01`*.

№	Алгебраїчне рівняння: $f(x) = 0f(x) = 0$
1	$2x^3 - 3x^2 + 12x - 5 = 0.$
2	$x^3 - 3x^2 + 3 = 0.$
3	$x^3 + 3x^2 - 24x - 10 = 0.$
4	$2x^3 + 9x^2 - 21 = 0.$
5	$x^3 + 3x^2 - 2 = 0.$
6	$x^3 + 3x^2 - 24x + 10 = 0.$
7	$2x^3 + 9x^2 - 10.$
8	$x^3 + 3x^2 - 3 = 0.$
9	$x^3 - 3x^2 - 24x - 5 = 0.$
10	$x^3 - 12x - 5 = 0.$
11	$2x^3 - 3x^2 - 12x + 12 = 0.$
12	$x^3 - 3x^2 + 1.5 = 0.$
13	$x^3 + 3x^2 - 24x - 3 = 0.$
14	$x^3 - 3x^2 - 24x + 10 = 0.$
15	$2x^3 + 9x^2 - 4 = 0.$
16	$x^3 + 3x^2 - 1 = 0.$
17	$x^3 - 3x^2 - 24x - 3 = 0.$
18	$x^3 - 12x + 6 = 0.$
19	$2x^3 - 3x^2 - 12x + 10 = 0.$
20	$x^3 - 3x^2 + 2.5 = 0.$
21	$x^3 + 3x^2 - 3.5 = 0.$
22	$x^3 - 3x^2 - 24x - 8 = 0.$
23	$x^3 - 12x + 10 = 0.$
24	$2x^3 - 3x^2 - 12x + 1 = 0.$
25	$x^3 - 4x^2 + 2 = 0.$
26	$x^3 + 3x^2 - 24x + 1 = 0.$
27	$2x^3 + 9x^2 - 6 = 0.$
28	$x^3 - 12x - 10 = 0.$
29	$2x^3 - 3x^2 - 12x + 8 = 0.$
30	$x^3 - 3x^2 + 3.5 = 0.$

Завдання 2. Відокремити корені заданого за варіантом алгебраїчного рівняння аналітично. Перевірити, чи на кожному інтервалі ізоляції коренів дійсно знаходиться лише один корінь, та визначити один з них з точністю `epsilon=0.001` методом дотичних. Обгрунтувати вибір початкового наближення кореня. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`lab_work_09_02`*.

№	Алгебраїчне рівняння: $f(x) = 0f(x) = 0$:
1	$x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0.$
2	$x^3 - 6x - 8 = 0.$
3	$x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0.$
4	$x^3 - 0.1x^2 + 0.4x - 1.5 = 0.$
5	$x^3 - 3x^2 + 9x + 2 = 0.$
6	$x^3 + x - 5 = 0.$
7	$x^3 + 0.2x^2 + 0.5x - 1.2 = 0.$
8	$x^3 + 3x + 1 = 0.$
9	$x^3 + 0.2x^2 + 0.5x - 2 = 0.$
10	$x^3 - 3x^2 + 12x - 9 = 0.$
11	$x^3 - 0.2x^2 + 0.3x - 1.2 = 0.$

12	$x^3 - 3x^2 + 6x - 2 = 0.$
13	$x^3 - 0.1x^2 + 0.4x - 1.5 = 0.$
14	$x^3 + 3x^2 + 6x - 1 = 0.$
15	$x^3 + 0.1x^2 + 0.4x - 1.2 = 0.$
16	$x^3 + 4x - 6 = 0.$
17	$x^3 + 0.2x^2 + 0.5x + 0.8 = 0.$
18	$x^3 - 3x^2 + 12x - 12 = 0.$
19	$x^3 - 0.2x^2 + 0.3x + 1.2 = 0.$
20	$x^3 - 2x + 4 = 0.$
21	$x^3 - 0.2x^2 + 0.5x - 1.4 = 0.$
22	$x^3 - 3x^2 + 6x - 5 = 0.$
23	$x^3 - 0.1x^2 + 0.4x + 1.2 = 0.$
24	$x^3 - 0.2x^2 + 0.5x - 1 = 0.$
25	$x^3 + 3x^2 + 12x + 3 = 0.$
26	$x^3 - 0.1x^2 + 0.4x + 2 = 0.$
27	$x^3 - 0.2x^2 + 0.4x - 1.4.$
28	$x^3 + 0.4x^2 + 0.6x - 1.6 = 0.$
29	$x^3 \mp x - 3 = 0.$
30	$x^3 - 0.2x^2 + 0.5x + 1.4 = 0.$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10:
“НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДАМИ ПОЛОВИННОГО ДІЛЕННЯ ТА ІТЕРАЦІЙ”

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з поняттями ітераційних процесів та алгоритмів.
2. Ознайомитися з етапами чисельного розв’язування нелінійних рівнянь.
3. Вивчити графічний метод відокремлення коренів рівняння.
4. Ознайомитися з методом половинного ділення уточнення коренів рівняння.
5. Ознайомитися з методом ітерацій уточнення коренів рівняння.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано: нелінійне рівняння `f(x) = x^3-7*x-exp(x)+3=0`. Необхідно обчислити з заданою точністю `epsilon=0.001` та вивести на друк значення значення дійсних коренів цього рівняння, використовуючи метод половинного ділення. Відокремлення коренів рівняння виконати графічно. Ввести, відлагодити та протестувати програму розв’язування цієї задачі і зберегти її під назвою *ind_work_10_01*. Циклічні процеси реалізувати оператором `while` мови `Matlab`.

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограми-функції відокремлення коренів рівняння графічним методом та уточнення одного з коренів методом половинного ділення.

```
function lab_work_10_01a
 % Розв’язування нелінійного рівняння f(x) = x^3-7*x-exp(x)+3=0
 % методом половинного ділення

 % Етап 1. Відокремлення коренів рівняння виконуємо графічним методом.
 RootsIsolation();

 % Етап 2 Уточнюємо перший корінь рівняння методом половинного
ділення.
 BySectionMethod();

end

% Етап 1. Відокремлення коренів рівняння виконуємо графічним методом.
function RootsIsolation()
 % Рівняння записуємо у вигляді x.^3-7*x+1= exp(x)-2.
 % Будуємо графіки функцій y1=x.^3-7*x+1 та y2=exp(x)-2 на інтервалі
[-3;5]
 a=-3;
 b=5;
 h=0.1;
 n=(b-a)/h+0.1;
 fprintf('\nРезультати табулювання двох функцій y1=x.^3-7*x+1 та
y2=exp(x) на інтервалі [-3; 5]:\n')
 for i=1:n
   x(i)=a+(i-1)*h;
   y1(i)=x(i).^3-7*x(i)+1;
   y2(i)=exp(x(i))-2;
   fprintf('\nx=%4.1f  y1=%6.3f  y2=%6.3f',x(i), y1(i), y2(i));
 end
 plot(x,y1,x,y2);
 grid on;
```

```
 fprintf('\n');
 % З графічного розв'язку рівняння видно наступне.
 % Рівняння має два корені- це абсциси точок перетину графіків.
 % Перший корінь рівняння ізольований на проміжку [-3;-2]
 % Другий корінь рівняння ізольований на проміжку [0;1]
 w=input('Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...');
end

% Етап 2 Уточнюємо перший корінь рівняння методом половинного ділення.
function BySectionMethod()
 a=-3; % Ліва межа інтервалу ізоляції кореня
 b=-2; % Права межа інтервалу ізоляції кореня
 epsilon=0.001; % Точність обчислення кореня
 f=inline('x.^3-7*x-exp(x)+3');% Функція користувача
 k=0; % Кількість ітерацій
 x=(a+b)/2; % Значення аргумента посередині інтервалу
 fprintf('\nРезультати уточнення кореня ізольованого на інтервалі [-
3;-2]:');
 while abs(b-a)>=epsilon % Поки не досягнуто точності, виконувати
   fprintf('\nk=%2d  x=%6.4f',k,x);
   ys=f(a); % Значення функції в лівому кінці інтервалу
   y=f(x); % Значення функції посередині інтервалу
   if ys*y<0 % Стискуємо інтервал ізоляції кореня
     b=x;   % переносячи праву межу вправо
   else
     a=x;   % переносячи ліву межу вліво
   end
   k=k+1;     % Поточний номер ітерації
   x=(a+b)/2; % Значення аргумента посередині інтервалу
 end
 fprintf('\nЖначення першого кореня рівняння зі заданою точністю та
відповідне значення функції:');
 y=f(x); % Значення кореня рівняння зі заданою точністю
 fprintf('\nx=%6.4f  y=%6.4f\n',x,y);
 w=input('Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...');

 % Етап 2 Уточнюємо другий корінь рівняння методом половинного
ділення.
 a=0; % Ліва межа інтервалу ізоляції кореня
 b=1; % Права межа інтервалу ізоляції кореня
 epsilon=0.001; % Точність обчислення кореня
 f=inline('x.^3-7*x-exp(x)+3'); % Функція користувача
 k=0; % Кількість ітерацій
 x=(a+b)/2; % Значення аргумента посередині інтервалу
 X2=[k];
 Y2=[x];
 fprintf('\nРезультати уточнення кореня ізольованого на інтервалі
[0;1]:');
 while abs(b-a)>=epsilon; % Поки не досягнуто точності, виконувати
    fprintf('\nk=%2d  x=%6.4f',k,x);
    ys=f(a); % Значення функції в лівому кінці інтервалу
    y=f(x); % Значення функції посередині інтервалу
   if ys*y<0 % Стискуємо інтервал ізоляції кореня
     b=x;   % переносячи праву межу вправо
   else
```

```
      a=x;    % переносячи ліву межу вліво
    end
    k=k+1;      % Поточний номер ітерації
    x=(a+b)/2; % Значення аргумента посередині інтервалу
  end
  fprintf('\nЗначення другого кореня рівняння зі заданою точністю та
відповідне значення функції:');
  y=f(x); % Значення кореня рівняння зі заданою точністю
  fprintf('\nx=%6.4f  y=%6.4f\n',x,y);
  w=input('Це кінець розвязку задачі.');
end
```

>> lab_work_10_01

Результати табулювання двох функцій y1=x.^3-7*x+1 та y2=exp(x) на інтервалі [-3; 5]:

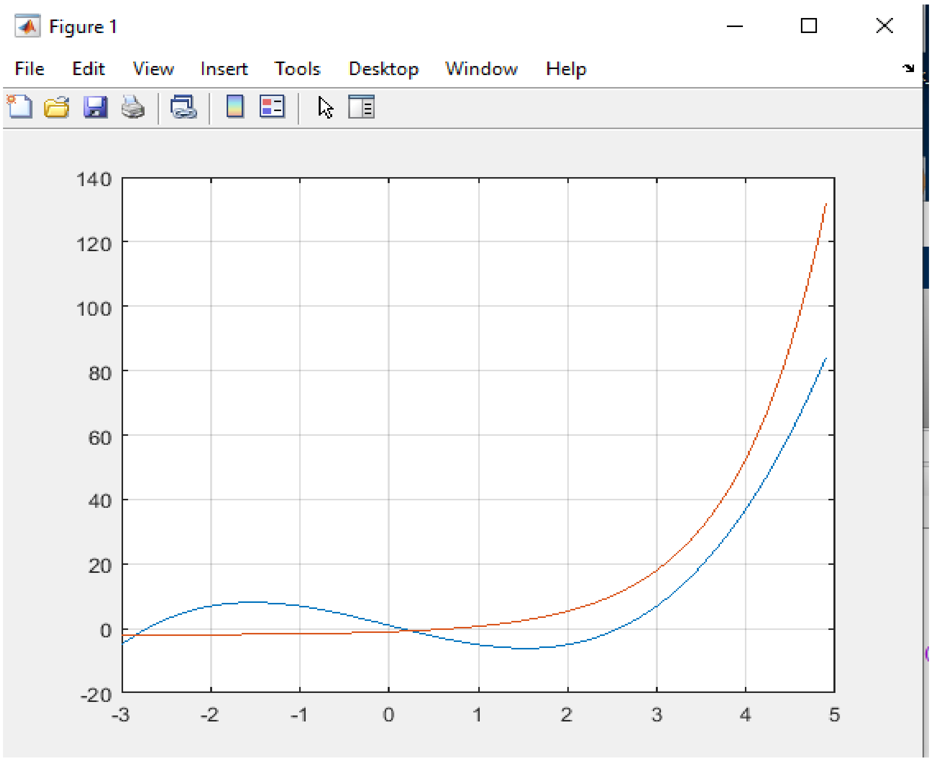
x=-3.0 y1=-5.000 y2=-1.950
x=-2.9 y1=-3.089 y2=-1.945
x=-2.8 y1=-1.352 y2=-1.939
x=-2.7 y1= 0.217 y2=-1.933
x=-2.6 y1= 1.624 y2=-1.926
x=-2.5 y1= 2.875 y2=-1.918
x=-2.4 y1= 3.976 y2=-1.909
x=-2.3 y1= 4.933 y2=-1.900
x=-2.2 y1= 5.752 y2=-1.889
x=-2.1 y1= 6.439 y2=-1.878
x=-2.0 y1= 7.000 y2=-1.865
x=-1.9 y1= 7.441 y2=-1.850
x=-1.8 y1= 7.768 y2=-1.835
x=-1.7 y1= 7.987 y2=-1.817
x=-1.6 y1= 8.104 y2=-1.798
x=-1.5 y1= 8.125 y2=-1.777
x=-1.4 y1= 8.056 y2=-1.753
x=-1.3 y1= 7.903 y2=-1.727
x=-1.2 y1= 7.672 y2=-1.699
x=-1.1 y1= 7.369 y2=-1.667
x=-1.0 y1= 7.000 y2=-1.632
x=-0.9 y1= 6.571 y2=-1.593
x=-0.8 y1= 6.088 y2=-1.551
x=-0.7 y1= 5.557 y2=-1.503
x=-0.6 y1= 4.984 y2=-1.451
x=-0.5 y1= 4.375 y2=-1.393
x=-0.4 y1= 3.736 y2=-1.330
x=-0.3 y1= 3.073 y2=-1.259
x=-0.2 y1= 2.392 y2=-1.181
x=-0.1 y1= 1.699 y2=-1.095
x= 0.0 y1= 1.000 y2=-1.000
x= 0.1 y1= 0.301 y2=-0.895
x= 0.2 y1=-0.392 y2=-0.779
x= 0.3 y1=-1.073 y2=-0.650
x= 0.4 y1=-1.736 y2=-0.508
x= 0.5 y1=-2.375 y2=-0.351
x= 0.6 y1=-2.984 y2=-0.178
x= 0.7 y1=-3.557 y2= 0.014
x= 0.8 y1=-4.088 y2= 0.226

x= 0.9 y1=-4.571 y2= 0.460
x= 1.0 y1=-5.000 y2= 0.718
x= 1.1 y1=-5.369 y2= 1.004
x= 1.2 y1=-5.672 y2= 1.320
x= 1.3 y1=-5.903 y2= 1.669
x= 1.4 y1=-6.056 y2= 2.055
x= 1.5 y1=-6.125 y2= 2.482
x= 1.6 y1=-6.104 y2= 2.953
x= 1.7 y1=-5.987 y2= 3.474
x= 1.8 y1=-5.768 y2= 4.050
x= 1.9 y1=-5.441 y2= 4.686
x= 2.0 y1=-5.000 y2= 5.389
x= 2.1 y1=-4.439 y2= 6.166
x= 2.2 y1=-3.752 y2= 7.025
x= 2.3 y1=-2.933 y2= 7.974
x= 2.4 y1=-1.976 y2= 9.023
x= 2.5 y1=-0.875 y2=10.182
x= 2.6 y1= 0.376 y2=11.464
x= 2.7 y1= 1.783 y2=12.880
x= 2.8 y1= 3.352 y2=14.445
x= 2.9 y1= 5.089 y2=16.174
x= 3.0 y1= 7.000 y2=18.086
x= 3.1 y1= 9.091 y2=20.198
x= 3.2 y1=11.368 y2=22.533
x= 3.3 y1=13.837 y2=25.113
x= 3.4 y1=16.504 y2=27.964
x= 3.5 y1=19.375 y2=31.115
x= 3.6 y1=22.456 y2=34.598
x= 3.7 y1=25.753 y2=38.447
x= 3.8 y1=29.272 y2=42.701
x= 3.9 y1=33.019 y2=47.402
x= 4.0 y1=37.000 y2=52.598
x= 4.1 y1=41.221 y2=58.340
x= 4.2 y1=45.688 y2=64.686
x= 4.3 y1=50.407 y2=71.700
x= 4.4 y1=55.384 y2=79.451
x= 4.5 y1=60.625 y2=88.017
x= 4.6 y1=66.136 y2=97.484
x= 4.7 y1=71.923 y2=107.947
x= 4.8 y1=77.992 y2=119.510
x= 4.9 y1=84.349 y2=132.290
Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...

Результати уточнення кореня ізольованого на інтервалі [-3;-2]:
k= 0 x=-2.5000
k= 1 x=-2.7500
k= 2 x=-2.8750
k= 3 x=-2.8125
k= 4 x=-2.8438
k= 5 x=-2.8281
k= 6 x=-2.8359
k= 7 x=-2.8320
k= 8 x=-2.8340
k= 9 x=-2.8350

Значення першого кореня рівняння зі заданою точністю та відповідне значення функції:
x=-2.8354 y=-0.0069
Натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...

Результати уточнення кореня ізольованого на інтервалі [0;1]:
k= 0 x=0.5000
k= 1 x=0.2500
k= 2 x=0.1250
k= 3 x=0.1875
k= 4 x=0.2188
k= 5 x=0.2344
k= 6 x=0.2422
k= 7 x=0.2461
k= 8 x=0.2480
k= 9 x=0.2471
Жначення другого кореня рівняння зі заданою точністю та відповідне значення функції:
x=0.2476 y=0.0014
Це кінець розвязку задачі.



ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Відокремити корені заданого за варіантом трансцендентного рівняння графічно. Перевірити, чи на кожному інтервалі ізоляції коренів дійсно знаходиться лише один корінь, та визначити один з них з точністю `epsilon=0.001` методом половинного ділення. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`ind_work_10_01`*.

№	Трансцендентне рівняння $f(x) = 0f(x) = 0$:
1	$x - sinx - 0.25 = 0.$
2	$tg(0.58x + 0.1) = x^2.$
3	$\sqrt{x} - \cos(0.387x) = 0.5$

4	$tg(0.4x+4)=x^2.$
5	$lgx-\frac{7}{2x+6}=0.$
6	$tg(0.5x+0.2)=x^2.$
7	$3x-cosx-1=0.$
8	$x+lgx=0.5.$
9	$tg(0.5x+0.1)=x^2.$
10	$x^2+4sinx=1.2.$
11	$ctg1.05x-x^2=0.$
12	$tg(0.4x+0.3)=x^2.$
13	$xlgx-1.2=2.5.$
14	$1.8x^2-sin10x=1.$
15	$ctgx-\frac{x}{4}=0.$
16	$tg(0.3x+0.4)=x^2.$
17	$x^2-20sinx=1.$
18	$ctgx-\frac{x}{3}=0.$
19	$tg(0.47x+0.2)=x^2.$
20	$x^2+4sinx=1.5.$
21	$ctgx-\frac{x}{2}=0.$
22	$2x-lgx=7.$
23	$tg(0.44x+0.3)=x^2.$
24	$3x-cosx-1.3=0.$
25	$ctgx-\frac{x}{10}=0.$
26	$x^2+4sinx=1.7.$
27	$tg(0.36x+0.4)=x^2.$
28	$x+lgx=2.5.$
29	$ctgx-\frac{x}{5}=0.$
30	$2lgx-\frac{\pi}{2}+1=0$

Завдання 2. Відокремити корені заданого за варіантом трансцендентного рівняння графічно. Перевірити, чи на кожному інтервалі ізоляції коренів дійсно знаходиться лише один корінь, та визначити один з них з точністю `epsilon=0.001` методом ітерацій. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`ind_work_10_02`*.

№	Трансцендентне рівняння: $f(x)=0f(x)=0$:
1	$lnx+(x+1)^3=0.$
2	$x2^x=1.$
3	$\sqrt{x+1}=\frac{1}{x}\sqrt{x+1}=\frac{1}{x}.$
4	$x-cosx=2.$
5	$3x+cosx+1=0.$
6	$x+lgx=0.5.$
7	$2-x=lnx.$
8	$(x-1)^2=\frac{e^x}{2}.$
9	$(2-x)e^x=1.5.$
10	$2.2x-2^x=1.$

11	$x^2 + 4sinx = 1.$
12	$2x - lgx = 7.$
13	$5x - 8lnx = 8.$
14	$3x - e^x = 0.$
15	$x(x+1)^2 = 1.$
16	$x = (x+1)^3.$
17	$x^2 - 1 = sinx$
18	$x^3 - 1 = sinx$
19	$x = \sqrt{\lg(x+2)}.$
20	$x^2 = \ln(x+1).$
21	$2x + lgx = -0.5.$
22	$2x + cosx = 0.5.$
23	$sin0.5x + 1 = x^2.$
24	$0.5x + \lg(x-1) = 0.5.$
25	$\sin(0.5 + x) = 2x - 0.5.$
26	$\lg(2 + x) + 2x = 3.$
27	$\lg(1 + 2x) = 2 - x.$
28	$2\sin(x - 0.6) = 1.5 - x.$
29	$x + \lg(1 + x) = 1.5.$
30	$x + cosx = 1.5.$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11:
"НАБЛИЖЕНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ЯК СУМИ ЧЛЕНІВ ЗНАКОЗМІННОГО РЯДУ"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з методикою побудови рекурентних формул.
2. Ознайомитися з методикою обчислення з заданою точністю суми знакозмінного ряду.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Обчислити в заданій точці x_0 значення функції $y = x^4 \sin x$ та відповідну суму s знакозмінного ряду

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1} x^{2k+3}}{(2k-1)!} = \frac{x^5}{1!} - \frac{x^7}{3!} + \frac{x^9}{5!} ... + (-1)^{k+1} \frac{x^{2k+3}}{(2k-1)!} + ...$$

зі заданою точністю ε.

Для тестування взяти: значення x0=0.8; точність обчислень `epsilon=0.001`. Попередньо побудувати рекурентну формулу для обчислення значення поточного члена ряду.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою *ind_work_11_01*. Циклічні процеси реалізувати оператором циклу `<while>` мови `Matlab`.

Завдання виконати мовою `Matlab`, для чого скласти підпрограму-функцію обчислення значення функції як суми членів знакозмінного ряду.

```
function lab_11_01
 % Програма ітераційного обчислювального процесу
 % обчислення з точністю epsilon=0.001
 % значення функції y=x.^4*sin(x) для x=0.8
 % як суми членів знакозмінного ряду
 % s=(x.^5)/1! - (x.^7)/3! + (x.^9)/5! - ... + ((-
1)^(2k+3))*(x^(2k+3))/(2r-1)!+...

 % Обчислення значення функції як суми членів знакозмінного ряду
 SumCalc();

end

% Обчислення значення функції як суми членів знакозмінного ряду
function SumCalc()
 x=0.8; % Значення аргумента функції
 epsilon=0.001; % Задана точність обчислень
 a=x.^5; % Перший член ряду
 s=0; % Початкове значення суми ряду
 k=1; % Початкове значення номера члена ряду
 % Результати обчислення значень членів знакозмінного ряду
 fprintf('\nРезультати обчислення значень членів знакозмінного
ряду:');
 fprintf('\nk=%2d \t a=%+6.4f',k, a);
 while abs(a)>=epsilon % Поки не досягнуто точності, виконувати
    s=s+a; % Збільшуємо поточне значення суми на величину доданка
    a=-(x./(2*k))*(x./(2*k+1))*a; % Поточне значення доданка
    k=k+1; % Збільшуємо на одиницю поточне значення номера доданка
```

```
    fprintf('\nk=%2d \t a=%+6.4f',k, a);
 end
 fprintf('\nОбчислення та виведення на екран остаточних значень суми ряду та функції:');
 y=x.^4*sin(x); % Обчислення та виведення на екран значення функції
 fprintf('\nx=%+6.4f \t s=%+6.4f \t y=%+6.4f\n',x, s, y);
end
```

>> lab_11_01a

Результати обчислення значень членів знакозмінного ряду:
k= 1 a=+0.3277
k= 2 a=-0.0350
k= 3 a=+0.0011
k= 4 a=-0.0000

Обчислення та виведення на екран остаточних значень суми ряду та функції:
x=+0.8000 s=+0.2938 y=+0.2938

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Обчислити у заданій точці x_0 з точністю `epsilon=0.001` значення заданої за варіантом функції $y = f(x)$, скориставшись формулою розкладу цієї функції у відповідний знакозмінний ряд. Перед складанням програми побудувати у разі доцільності рекурентні формули для обчислення значення члена поточного члена ряду. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_11_01.`

№	Функція	Знакозмінний ряд, що відповідає заданій функції	Область	x_0
1	$y = sinx$	$\frac{x}{1!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.1
2	$y = sinx^2$	$\frac{x^2}{1!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^{10}}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{4n-2}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.2
3	$y = sinx^3$	$\frac{x^3}{1!} - \frac{x^9}{3!} + \frac{x^{15}}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{6n-3}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.3
4	$y = \frac{sinx}{x}$	$\frac{1}{1!} - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-2}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$ $x \neq 0.$	0.4
5	$y = \frac{sinx}{x^2}$	$\frac{1}{1!\,x} - \frac{x}{3!} + \frac{x^3}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-3}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$ $x \neq 0.$	0.5
6	$y = e^{-x}$	$\frac{x}{1!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.1
7	$y = e^{-x^2}$	$1 - \frac{x^2}{1!} + \frac{x^4}{2!} - \dots + (-1)^n\frac{x^{2n}}{n!} + \cdots;\quad n = 0,1,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.2
8	$y = e^{-x^3}$	$1 - \frac{x^3}{1!} + \frac{x^6}{2!} - \dots + (-1)^n\frac{x^{3n}}{n!} + \cdots;\quad n = 0,1,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.3
9	$y = xe^{-x}$	$x - \frac{x^2}{1!} + \frac{x^3}{2!} - \dots + (-1)^n\frac{x^{n+1}}{n!} + \cdots;\quad n = 0,1,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.4
10	$y = x^2e^{-x}$	$x^2 - \frac{x^3}{1!} + \frac{x^4}{2!} - \dots + (-1)^n\frac{x^{n+2}}{n!} + \cdots;\quad n = 0,1,\dots$	$\|x\| < \infty$	0.5
11	$y = \ln(x+1)$	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots + (-1)^{n+1}\frac{x^n}{n} + \cdots;\quad n = 1,2,\dots$	$x > -1$	0.1

12	$y = \ln(x^2+1)$	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^n}{n} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.2
13	$y = \ln(x^3+1)$	$x^3 - \frac{x^6}{2} + \frac{x^9}{3} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{3n}}{n} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$x > -1$	0.3
14	$y = \frac{\ln(x+1)}{x}$	$x - \frac{x^4}{2} + \frac{x^6}{3} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^n}{n} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots,\ldots$	$x > -1;$ $x \neq 0.$	0.4
15	$y = \frac{\ln(x^2+1)}{x}$	$1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{n-1}}{n} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots\ldots$	$\|x\| < \infty;$ $x \neq 0.$	0.5
16	$y = \frac{1}{1+x}$	$1 - x + x^2 - \cdots + (-1)^n x^n + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$x \neq -1.$	0.1
17	$y = \frac{1}{1+x^2}$	$1 - x^2 + x^4 - \cdots + (-1)^n x^{2n} + \cdots;\quad n = 0,1,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.2
18	$y = \frac{1}{1+x^3}$	$1 - x^3 + x^6 - \cdots + (-1)^n x^{3n} + \cdots;\quad n = 0,1,\ldots$	$x \neq -1$	0.3
19	$y = \frac{x}{1+x}$	$x - x^2 + x^3 - \cdots + (-1)^n x^{n+1} + \cdots;\quad n = 0,1,\ldots$	$x \neq -1$	0.4
20	$y = \frac{x^2}{1+x}$	$x^2 - x^3 + x^4 - \cdots + (-1)^n x^{n+2} + \cdots;\quad n = 0,1,\ldots$	$x \neq -1$	0.5
21	$y = arctgx$	$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < 1$	0.1
22	$y = arctgx^2$	$x^2 - \frac{x^6}{3} + \frac{x^{10}}{5} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{4n-2}}{(2n-1)} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < 1$	0.2
23	$y = arctgx^3$	$x^3 - \frac{x^9}{3} + \frac{x^{15}}{5} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{6n-3}}{(2n-1)} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < 1$	0.3
24	$y = xarctgx$	$x^2 - \frac{x^4}{3} + \frac{x^6}{5} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n}}{(2n-1)} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < 1$	0.4
25	$y = \frac{arctgx}{x}$	$1 - \frac{x^2}{3} + \frac{x^4}{5} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-2}}{(2n-1)} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < 1;$ $x \neq 0.$	0.5
26	$y = cosx$	$1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-2}}{(2n-2)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.1
27	$y = cosx^2$	$1 - \frac{x^4}{2!} + \frac{x^8}{4!} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{4n-4}}{(2n-2)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.2
28	$y = cosx^3$	$1 - \frac{x^6}{2!} + \frac{x^{12}}{4!} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{6n-6}}{(2n-2)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.3
29	$y = xcosx$	$x - \frac{x^3}{2!} + \frac{x^5}{4!} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-2)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.4
30	$y = x^2cosx$	$x^2 - \frac{x^4}{2!} + \frac{x^6}{4!} - \cdots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n}}{(2n-2)!} + \cdots;\quad n = 1,2,\ldots$	$\|x\| < \infty$	0.5

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12:
"НАБЛИЖЕНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ЯК СУМИ ЧЛЕНІВ ЗНАКОПОСТІЙНОГО РЯДУ"

МЕТА РОБОТИ

1. Навчитися будувати рекурентні співвідношення для обчислення поточного члена та суми знакопостійного ряду.
2. Навчитися будувати рекурентні співвідношення для обчислення залишкового члена та суми знакопостійного ряду.
3. Ознайомитися з технологією створенння ітераційних програм засобами мови `Matlab` для обчислення суми членів знакопостійного ряду.

ХІД РОБОТИ

Завдання `1.` Дано: знакопостійний ряд, загальний член якого дорівнює `a[n]=(x^n)/n!, n=1,2,…;` залишковий член ряду дорівнює `r[n]=(x^n)/(n+1)!,n=1,2,...;,` відповідна цьому ряду функція `y=exp(x),` де `x` – довільне дійсне число (аргумент ряду).

Необхідно: обчислити з заданою точністю `eps=0.001` суму `sum` членів ряду і відповідне значення функції `y=exp(x)` у заданій точці `x=0.5;` побудувати рекурентну формули для обчислення значення поточного та залишкового членів ряду.

Скласти, відлагодити та протестувати програму і зберегти її під назвою *`ind_work_12_01`* для розв'язування цієї задачі. Циклічні процеси реалізувати оператором циклу `<while>` мови `Matlab.`

Завдання виконати мовою `Matlab,` для чого скласти підпрограму-функцію обчислення значення функції як суми членів знакопостійного ряду.

```
function ind_work_12_01
 % Програма ітераційного обчислювального процесу
 % обчислення суми членів знакопостійного ряду,
 % загальний член якого дорівнює a[n]=(x^n)/n!, n=1,2,…
 % залишковий член ряду дорівнює r[n]=(x^n)/(n+1)!,n=1,2,...;
 % Обчислити значення суми ряду s та функції y=exp(x) у заданій точці
x=0.5

 % Обчислення значення функції як суми членів знакопостійного ряду
 SumCalc();

end

% Обчислення значення функції як суми членів знакопостійного ряду
function SumCalc()
 x =0.5; % Значення аргумента функції
 epsilon=0.001; % Задане значення точності обчислень
 k=0; % Номер поточного члена ряду
 a=1; % Значення поточного члена ряду
 r=1; % Поточне значення залишкового члена ряду
 s=1; % Сума членів ряду
 % Значення поточного та залишкового членів знакопостійного ряду
 fprintf('\nЗначення поточного та залишкового членів знакопостійного
ряду:');
 fprintf('\nk=%2d \t a=%+6.4f \t r=%+6.4f',k, a, r);
  while abs(r)>epsilon % Поки не досягнуто точності, виконувати
    a=(x./(k+1))*a; % Значення поточного члена ряду
```

```
    r=((x./(k+1))*(k+2))*r ;% Значення залишкового члена ряду
    s=s+a; % Сума членів ряду
    k=k+1; % Значення номера члена ряду
    fprintf('\nk=%2d \t a=%+6.4f \t r=%+6.4f',k, a, r);
 end
 fprintf('\nОстаточні значення суми ряду та відповідної функції:');
 y=exp(x); % Обчислення та виведення на екран значення функції
 fprintf('\nx=%+6.4f \t s=%+6.4f \t y=%+6.4f\n',x, s, y);
end
```

```
>> lab_work_12_01a

Значення поточного та залишкового членів знакопостійного ряду:
k= 0    a=+1.0000    r=+1.0000
k= 1    a=+0.5000    r=+1.0000
k= 2    a=+0.1250    r=+0.7500
k= 3    a=+0.0208    r=+0.5000
k= 4    a=+0.0026    r=+0.3125
k= 5    a=+0.0003    r=+0.1875
k= 6    a=+0.0000    r=+0.1094
k= 7    a=+0.0000    r=+0.0625
k= 8    a=+0.0000    r=+0.0352
k= 9    a=+0.0000    r=+0.0195
k=10    a=+0.0000    r=+0.0107
k=11    a=+0.0000    r=+0.0059
k=12    a=+0.0000    r=+0.0032
k=13    a=+0.0000    r=+0.0017
k=14    a=+0.0000    r=+0.0009

Остаточні значення суми ряду та відповідної функції:
x=+0.5000    s=+1.6487    y=+1.6487
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Обчислити у заданій точці $x_0 = 0.5$ з точністю `epsilon=0.001` значення заданої за варіантом функції $y = f(x)y = f(x)$, скориставшись формулою розкладу цієї функції у відповідний знакопостійний ряд. Перед складанням програми побудувати у разі доцільності рекурентні формули для обчислення значень поточного та залишкового членів ряду. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *`ind_work_12_01`*.

№	Функція	Знакозмінний ряд, що відповідає заданій функції	Залишковий член ряду
1	$y = shx = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$	$x + \frac{x^3}{3!} + \cdots + \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \cdots; \quad n = 1,2,\ldots$	$\frac{x^{2n-1}}{3(2n-1)!}$
2	$y = xshx = \frac{x(e^x - e^{-x})}{2}$	$x^2 + \frac{x^4}{3!} + \cdots + \frac{x^{2n}}{(2n-1)!} + \cdots; \quad n = 1,2,\ldots$	$\frac{x^{2n}}{3(2n-1)!}$
3	$y = x^2shx = \frac{x^2(e^x - e^{-x})}{2}$	$x^3 + \frac{x^5}{3!} + \cdots + \frac{x^{2n+1}}{(2n-1)!} + \cdots; \quad n = 1,2,\ldots$	$\frac{x^{2n+1}}{3(2n-1)!}$
4	$y = x^3shx = \frac{x^3(e^x - e^{-x})}{2}$	$x^4 + \frac{x^6}{3!} + \cdots + \frac{x^{2n+2}}{(2n-1)!} + \cdots; \quad n = 1,2,\ldots$	$\frac{x^{2n+2}}{3(2n-1)!}$

5	$y = x^4 shx = \frac{x^4(e^x - e^{-x})}{2}$	$x^5 + \frac{x^7}{3!} + \dots + \frac{x^{2n+3}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n+3}}{3(2n-1)!}$
6	$y = x^5 shx = \frac{x^4(e^x - e^{-x})}{2}$	$x^6 + \frac{x^8}{3!} + \dots + \frac{x^{2n+4}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n+4}}{3(2n-1)!}$
7	$y = chx = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$	$1 + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n}}{3(2n)!}$
8	$y = xchx = \frac{x(e^x + e^{-x})}{2}$	$x + \frac{x^3}{2!} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n+1}}{3(2n)!}$
9	$y = x^2 chx = \frac{x^2(e^x + e^{-x})}{2}$	$x^2 + \frac{x^4}{2!} + \dots + \frac{x^{2n+2}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n+2}}{3(2n)!}$
10	$y = x^3 chx = \frac{x^3(e^x + e^{-x})}{2}$	$x^3 + \frac{x^5}{2!} + \dots + \frac{x^{2n+3}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n+3}}{3(2n)!}$
11	$y = x^4 chx = \frac{x^4(e^x + e^{-x})}{2}$	$x^4 + \frac{x^6}{2!} + \dots + \frac{x^{2n+4}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n+4}}{3(2n)!}$
12	$y = x^5 chx = \frac{x^4(e^x + e^{-x})}{2}$	$x^5 + \frac{x^7}{2!} + \dots + \frac{x^{2n+5}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n+5}}{3(2n)!}$
13	$y = e^x$	$1 + \frac{x}{1!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots; n = 0,1,\dots$	$\frac{x^n}{(n+1)!}$
14	$y = xe^x$	$x + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^{n+1}}{n!} + \dots; n = 0,1,\dots$	$\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}$
15	$y = x^2 e^x$	$x^2 + \frac{x^3}{2!} + \dots + \frac{x^{n+2}}{n!} + \dots; n = 0,1,\dots$	$\frac{x^{n+2}}{(n+1)!}$
16	$y = x^3 e^x$	$x^3 + \frac{x^4}{2!} + \dots + \frac{x^{n+3}}{n!} + \dots; n = 0,1,\dots$	$\frac{x^{n3}}{(n+1)!}$
17	$y = x^4 e^x$	$x^4 + \frac{x^5}{2!} + \dots + \frac{x^{n+4}}{n!} + \dots; n = 0,1,$	$\frac{x^{n+4}}{(n+1)!}$
18	$y = x^5 e^x$	$x^5 + \frac{x^6}{2!} + \dots + \frac{x^{n+5}}{n!} + \dots; n = 0,1,$	$\frac{x^{n+5}}{(n+1)!}$
19	$y = \frac{shx}{x}$	$1 + \frac{x^2}{3!} + \dots + \frac{x^{2n-2}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n-2}}{3(2n-1)!}$
20	$y = \frac{shx}{x^2}$	$\frac{1}{x} + \frac{x}{3!} + \dots + \frac{x^{2n-3}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n-1}}{3(2n-1)!}$
21	$y = \frac{shx}{x^3}$	$\frac{1}{x^2} + \frac{1}{3!} + \dots + \frac{x^{2n-4}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n-3}}{3(2n-1)!}$
22	$y = \frac{shx}{x^4}$	$\frac{1}{x^3} + \frac{1}{x3!} + \dots + \frac{x^{2n-5}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n-3}}{3(2n-1)!}$
23	$y = \frac{shx}{x^5}$	$\frac{1}{x^4} + \frac{1}{x^2 3!} + \dots + \frac{x^{2n-6}}{(2n-1)!} + \dots; \quad n = 1,2,\dots$	$\frac{x^{2n-3}}{3(2n-1)!}$
24	$y = \frac{chx}{x}$	$\frac{1}{x} + \frac{x}{2!} + \dots + \frac{x^{2n-1}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n-1}}{3(2n)!}$
25	$y = \frac{chx}{x^2}$	$\frac{1}{x^2} + \frac{1}{2!} + \dots + \frac{x^{2n-2}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n-2}}{3(2n)!}$
26	$y = \frac{chx}{x^3}$	$\frac{1}{x^3} + \frac{1}{x2!} + \dots + \frac{x^{2n-3}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n-3}}{3(2n)!}$
27	$y = \frac{chx}{x^4}$	$\frac{1}{x^4} + \frac{1}{x^2 2!} + \dots + \frac{x^{2n-4}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n-4}}{3(2n)!}$
28	$y = \frac{chx}{x^5}$	$\frac{1}{x^5} + \frac{1}{x^3 2!} + \dots + \frac{x^{2n-5}}{(2n)!} + \dots; \quad n = 0,1,\dots$	$\frac{2x^{2n-5}}{3(2n)!}$

29	$y = \frac{e^x}{x}$	$\frac{1}{x} + \frac{1}{1!} + \cdots + \frac{x^{n-1}}{n!} + \cdots; n = 0,1,\ldots$	$\frac{x^{n-1}}{(n+1)!}$
30	$y = \frac{e^x}{x^2}$	$\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x1!} + \cdots + \frac{x^{n-2}}{n!} + \cdots; n = 0,1,\ldots$	$\frac{x^{n-2}}{(n+1)!}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13:
"МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з неітераційними методами розв'язування СЛАР.
2. Начитися розв'язувати СЛАР за допомогою функції `rref( ) Matlab`.
3. Начитися розв'язувати СЛАР за допомогою `LU` - розкладу.
4. Начитися розв'язувати СЛАР за допомогою `QR`-розкладу.
5. Начитися розв'язувати СЛАР за допомогою методів Крамера, матричного та Гауса.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано: систему чотирьох лінійних алгебраїчних рівнянь з чотирма невідомими:

$$\begin{cases} 10x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 7, \\ x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 2x_4 = 1, \\ -2x_1 + 4x_2 - 5x_3 + 3x_4 = -2, \\ x_1 - 2x_2 + 4x_3 + 7x_4 = -11 . \end{cases}$$

Необхідно: обчислити корені цієї системи за допомогою функцій `Matlab` (передбачити вісім різних варіантів розв'язку). Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_13_01`*.

```
function ind_work_13_01
% Дано СЛАР:
% 10*x1-2*x2+3*x3-x4=7
% x1+5*x2-3*x3+2*x4=1
% -2*x1+4*x2-5*x3+3*x4=-2
% x1-2*x2+4*x3+7*x4=-11
% Ррозв'язати цю СЛАР засобами Matlab.

% Всі нижче розглядувані методи розпочинаються
% з формування головної матриці А та стовчиеа вільних членів b.

% Формуємо головну матрицю СЛАР:
disp('Головна матриця СЛАР виду Ax=b:')
A=[10 -2 3 -1
1 5 -3 2
-2 4 -5 3
1 -2 4 7]

% Формуємо вектор-стовпчик вільних членів СЛАР:
disp('Вектор-стовпчик вільних членів СЛАР:')
b=[7;1;-2;-11]
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 1. Розв'язування СЛАР за допомогою функції mldivide(A,b):
% Викликаємо функцію mldivide(A,b)
% і формуємо вектор розв'язків СЛАР x:
disp('Розвязування СЛАР за допомогою функції mldivide(A,b):')
x=mldivide(A,b)
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 2. Розв'язування СЛАР за допомогою операції скісної риски
A\b:
```

```
disp('Розвязування СЛАР за допомогою операції скісної риски A\b:')
x=A\b
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 3. Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці A^-1:
disp('Розвязування СЛАР за допомогою оберненої матриці A^:')
x=A^-1*b

% Спосіб 4. Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці inv(A):
disp('Розвязування СЛАР за допомогою оберненої матриці inv(A):')
x=inv(A)*b
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 5. Розв'язування СЛАР за допомогою функції linsolve(A,b):
disp('Розвязування СЛАР за допомогою функції linsolve(A,b):')
x=linsolve(A,b)
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 6. Розв'язування СЛАР за допомогою функції rref([A b]):
disp('Розвязування СЛАР за допомогою функції rref([A b]):')
disp('Розв’язок СЛАР знаходиться в останньому стовпчику матриці ')
R=rref([A b])
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 7. Розв'язування СЛАР за допомогою LU-розкладу матриці.
% Викликаємо функцію lu(A) і формуємо дві матриці L та U
disp('Розвязування СЛАР за допомогою LU-розкладу матриці:')
disp('Формуємо матриці L та U:')
[L U]=lu(A)

% Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c:
disp('Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c:')
c=L\b

disp('Формуємо вектор  розв’язків СЛАР:')
x=U\c

% Формуємо вектор відхилень розв’язків СЛАР:
disp('Формуємо вектор відхилень розв’язків СЛАР:')
b-A*x
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

% Спосіб 8. Розв'язування СЛАР за допомогою QR-розкладу матриці.
% Викликаємо функцію qr(A) і формуємо дві матриці Q та R
disp('Розвязування СЛАР за допомогою QR-розкладу матриці:')
disp('Формуємо матриці Q та R:')
[Q R]=qr(A)

% Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c
disp('Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c:')
c=Q'*b

% Формуємо вектор розв’зків СЛАР x:
disp('Формуємо вектор  розв’язків СЛАР:')
x=R\c
```

```
w=input('Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...');

end

>> ind_work_13_01_01
Головна матриця СЛАР виду Ax=b:

A =

    10    -2     3    -1
     1     5    -3     2
    -2     4    -5     3
     1    -2     4     7

Вектор-стовпчик вільних членів СЛАР:

b =

     7
     1
    -2
   -11

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою функції mldivide(A,b):

x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою операції скісної риски A\b:

x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою оберненої матриці A^:

x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Розвязування СЛАР за допомогою оберненої матриці inv(A):
```

```
x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою функції linsolve(A,b):

x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою функції rref([A b]):
Розв’язок СЛАР знаходиться в останньому стовпчику матриці

R =

    1.0000         0         0         0    0.7663
         0    1.0000         0         0    0.3000
         0         0    1.0000         0   -0.4644
         0         0         0    1.0000   -1.3298

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою LU-розкладу матриці:
Формуємо матриці L та U:

L =

    1.0000         0         0         0
    0.1000    1.0000         0         0
   -0.2000    0.6923   -0.8271    1.0000
    0.1000   -0.3462    1.0000         0


U =

   10.0000   -2.0000    3.0000   -1.0000
         0    5.2000   -3.3000    2.1000
         0         0    2.5577    7.8269
         0         0         0    7.8195

Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c:

c =

    7.0000
    0.3000
  -11.5962
  -10.3985
```

```
Формуємо вектор  розв'язків СЛАР:

x =

    0.7663
    0.3000
   -0.4644
   -1.3298

Формуємо вектор відхилень розв'язків СЛАР:

ans =

   1.0e-14 *

         0
         0
    0.0444
   -0.1776

Натисніть яку-небудь клавішу, щоб продовжити...
Розвязування СЛАР за допомогою QR-розкладу матриці:
Формуємо матриці Q та R:

Q =

   -0.9713   -0.0546   -0.2008    0.1153
   -0.0971   -0.7975    0.5163   -0.2966
    0.1943   -0.5374   -0.3739    0.7305
   -0.0971    0.2687    0.7438    0.6042


R =

  -10.2956    2.4282   -3.9823    0.6799
         0   -6.5653    5.9906   -1.2717
         0         0    2.6934    5.3188
         0         0         0    5.7124

Формуємо допоміжний вектор-стовпчик c:

c =

   -6.2162
   -3.0607
   -8.3238
   -7.5964

Формуємо вектор  розв'язків СЛАР:

x =

    0.7663
    0.3000
```

```
-0.4644
-1.3298
```

```
Кінець розвязку задачі.
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Розв'язати задану за варіантом СЛАР. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_13_01`.

№	Сисиема лінійних алгебраїчних рівнянь:	№	Сисиема лінійних алгебраїчних рівнянь:
1	$\begin{cases} 2.7x_1 + 3.3x_2 + 1.3x_3 = 2.1; \\ 3.5x_1 - 1.7x_2 + 2.8x_3 = 1.7; \\ 4.1x_1 + 5.3x_2 - 1.7x_3 = 0.8. \end{cases}$	2	$\begin{cases} 1.7x_1 + 2.8x_2 + 1.9x_3 = 0.7; \\ 2.1x_1 + 3.4x_2 + 1.8x_3 = 1.1; \\ 4.2x_1 - 1.7x_2 + 1.73 = 2.8. \end{cases}$
3	$\begin{cases} 3.1x_1 + 2.8x_2 + 1.9x_3 = 0.2; \\ 1.9x_1 + 3.1x_2 + 2.1x_3 = 2.1; \\ 7.5x_1 + 3.8x_2 4.8. x_3 = 5.6. \end{cases}$	4	$\begin{cases} 9.1x_1 + 5.6x_2 + 7.8x_3 = 9.8; \\ 3.8x_1 + 5.1x_2 + 2.8x_3 = 6.7; \\ 4.1x_1 + 5.7x_2 + 1.2x_3 = 5.8. \end{cases}$
5	$\begin{cases} 3.3x_1 + 2.1x_2 + 2.8x_3 = 0.8; \\ 4.1x_1 + 3.7x_2 + 4.8x_3 = 5.7; \\ 2.7x_1 + 1.8x_2 + 1.1x_3 = 3.2. \end{cases}$	6	$\begin{cases} 7.6x_1 + 5.8x_2 + 4.7x_3 = 10.1; \\ 3.8x_1 + 4.1x_2 + 2.7x_3 = 9.7; \\ 2.9x_1 + 2.1x_2 + 3.8x_3 = 7.8. \end{cases}$
7	$\begin{cases} 3.2x_1 - 2.2x_2 + 3.7x_3 = 6.5; \\ 0.5x_1 + 0.34x_2 + 1.7x_3 = -0.24; \\ 1.6x_1 + 2.3x_2 - 1.5x_3 = 4.3. \end{cases}$	8	$\begin{cases} 5.4x_1 - 2.3x_2 + 3.4x_3 = -3.5; \\ 4.2x_1 + 1.7x_2 - 2.3x_3 = 2.7; \\ 3.4x_1 + 2.4x_2 + 3.4x_3 = 1.9. \end{cases}$
9	$\begin{cases} 3.6x_1 + 1.8x_2 - 4.7x_3 = 3.8; \\ 2.7x_1 - 3.6x_2 + 1.9x_3 = 0.4; \\ 1.5x_1 + 4.5x_2 + 3.3x_3 = -1.6. \end{cases}$	10	$\begin{cases} 5.6x_1 + 2.7x_2 - 1.7x_3 = 1.9; \\ 3.4x_1 - 3.6x_2 - 6.7x_3 = -2.4; \\ 0.8x_1 + 1.3x_2 + 3.7x_3 = 1.2. \end{cases}$
11	$\begin{cases} 2.7x_1 + 0.9x_2 - 1.5x_3 = 3.5; \\ 4.5x_1 - 2.8x_2 + 6.7x_3 = 2.6; \\ 5.1x_1 + 3.7x_2 - 1.4x_3 = -0.14. \end{cases}$	12	$\begin{cases} 4.5x_1 - 3.5x_2 + 7.4x_3 = 2.5; \\ 3.1x_1 - 0.6x_2 - 2.3x_3 = -1.5; \\ 0.8x_1 + 7.4x_2 - 0.5x_3 = 6.4. \end{cases}$
13	$\begin{cases} 3.8x_1 + 6.7x_2 - 1.2x_3 = 5.2; \\ 6.4x_1 + 1.3x_2 - 2.7x_3 = 3.8; \\ 2.4x_1 - 4.5x_2 + 3.5x_3 = -0.6. \end{cases}$	14	$\begin{cases} 5.4x_1 - 6.2x_2 - 0.53x_3 = 0.52; \\ 3.4x_1 + 2.3x_2 + 0.8x_3 = -0.8; \\ 2.4x_1 - 1.1x_2 + 3.8x_3 = 1.8. \end{cases}$
15	$\begin{cases} 7.8x_1 + 5.3x_2 + 4.8x_3 = 1.8; \\ 3.3x_1 + 1.1x_2 + 1.8x_3 = 2.3; \\ 4.5x_1 + 3.3x_2 + 2.8x_3 = 3.4. \end{cases}$	16	$\begin{cases} 3.8x_1 + 4.1x_2 - 2.3x_3 = 4.8; \\ -2.1x_1 + 3.9x_2 - 5..8x_3 = 3.3; \\ 1.8x_1 + 1.1x_2 - 2.1x_3 = 5.8. \end{cases}$
17	$\begin{cases} 1.7x_1 - 2.2x_2 + 3.0x_3 = 1.8; \\ 2.1x_1 + 1.9x_2 - 2.3x_3 = 2.8; \\ 4.2x_1 + 3.9x_2 - 3.1x_3 = 5.1. \end{cases}$	18	$\begin{cases} 2.8x_1 + 3.8x_2 - 3.2x_3 = 4.5; \\ 2.5x_1 - 2.8x_2 + 3.3x_3 = 7.1; \\ 6.5x_1 - 7.1x_2 + 4.8x_3 = 6.3. \end{cases}$
19	$\begin{cases} 3.3x_1 + 3.7x_2 + 4.2x_3 = 5.8; \\ 2.7x_1 + 2.3x_2 - 2.9x_3 = 6.1; \\ 4.1x_1 + 4.8x_2 - 5.0x_3 = 7.0. \end{cases}$	20	$\begin{cases} 7.1x_1 + 6.8x_2 + 6.1x_3 = 7.0; \\ 5.0x_1 + 4.8x_2 + 5.3x_3 = 6.1; \\ 8.2x_1 + 7.8x_2 + 7.1x_3 = 5.8. \end{cases}$
21	$\begin{cases} 3.7x_1 + 3.1x_2 + 4.0x_3 = 5.0; \\ 4.1x_1 + 4.5x_2 - 4.8x_3 = 4.9; \\ -2.1x_1 - 3.7x_2 + 1.8x_3 = 2.7. \end{cases}$	22	$\begin{cases} 4.1x_1 + 5.2x_2 - 5.8x_3 = 7.0; \\ 3.8x_1 - 3.1x_2 + 4.0x_3 = 5.3; \\ 7.8x_1 + 5.3x_2 - 6.3x_3 = 5.8. \end{cases}$
23	$\begin{cases} 3.7x_1 - 2.3x_2 + 4.5x_3 = 2.4; \\ 2.5x_1 + 4.7x_2 - 7.8x_3 = 3.5; \\ 1.6x_1 + 5.3x_2 + 1.3x_3 = -2.4. \end{cases}$	24	$\begin{cases} 6.3x_1 + 5.2x_2 - 0.6x_3 = 1.5; \\ 3.4x_1 - 2.3x_2 + 3.4x_3 = 2.7; \\ 0.8x_1 + 1.4x_2 + 3.5x_3 = -2.3. \end{cases}$
25	$\begin{cases} 1.5x_1 + 2.3x_2 - 7.3x_3 = 4.5; \\ 2.8x_1 + 3.4x_2 + 5.8x_3 = -3.2; \\ 1.2x_1 + 7.3x_2 - 2.3x_3 = 5.6. \end{cases}$	26	$\begin{cases} 0.9x_1 + 2.7x_2 - 3.8x_3 = 2.4; \\ 2.5x_1 + 2.8x_2 - 0.5x_3 = 3.5; \\ 4.5x_1 - 2.1x_2 + 3.2x_3 = -1.0. \end{cases}$

27	$\begin{cases} 2.4x_1 + 2.5x_2 - 2.9x_3 = 4.5; \\ 0.8x_1 + 3.5x_2 - 1.4x_3 = 3.2; \\ 1.5x_1. -2.3x_2 + 8.6x_3 = -5.5. \end{cases}$	28	$\begin{cases} 5.4x_1 - 2.4x_2 + 3.8x_3 = 5.5; \\ 2.5x_1 + 6.8x_2 - 1.1x_3 = 4.3; \\ 2.7x_1 - 0.6x_2 + 1.5x_3 = -3.5. \end{cases}$
29	$\begin{cases} 2.4x_1 + 3.7x_2 - 8.3x_3 = 2.3; \\ 1.8x_1 + 4.3x_2 + 1.2x_3 = -1.2; \\ 3.4x_1 - 2.3x_2 + 5.2x_3 = 3.5. \end{cases}$	30	$\begin{cases} 3.2x_1 - 11.5x_2 + 3.8x_3 = 2.8; \\ 0.8x_1 + 1.3x_2 - 6.4x_3 = -6.5; \\ 2.4x_1 + 7.2x_2 - 1.2x_3 = 4.5. \end{cases}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14:
"МЕТОДИ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з ітераційними методами розв'язування СЛАР.
2. Начитися розв'язувати СЛАР методом ітерацій.
3. Начитися розв'язувати СЛАР методом Зейделя.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано: систему трьох лінійних алгебраїчних рівнянь з трьома невідомими:

```
2.4*x1+3.7*x2-8.3*x3=2.3
1.8*x1+4.3*x2+1.2*x3=-1.2
3.4*x1-2.7*x2+5.2*x3=3.5
```

Необхідно: обчислити корені цієї системи з заданою точністю `eps=0.001` методом ітерацій. Для цього програмним шляхом побудувати еквівалентну СЛАР, яка б відповідала умовам збіжності методу ітерацій, і тоді розв'язати її цим методом.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами Matlab і зберегти її під назвою *ind_work_14_01*.

```
function ind_work_14_01
% 2.4*x1+3.7*x2-8.3*x3=2.3
% 1.8*x1+4.3*x2+1.2*x3=-1.2
% 3.4*x1-2.7*x2+5.2*x3=3.5

% Побудова першого рівняння СЛАР, яке забезпечить умову збіжності методу
ітерацій
fprintf('\nПобудова нового першого рівняння СЛАР:\n');
ozn=0; % Ознака того, що підходящий варіант ще не знайдено k=0;%
Кількість можливих варіантів, які забезпечують умову збіжності методу
ітерацій
for a=-5:5
 for b=-5:5
   for c=-5:5
     d=abs(2.4*a+1.8*b+3.4*c)-abs(3.7*a+4.3*b-2.3*c)-abs(-
8.3*a+1.2*b+5.2*c);
     if ((d>0) & (ozn==0))
        ozn=1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
     end;
     if ((d>0) & (ozn==1) & (d>pd) )
        k=k+1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
     end

   end
 end
```

```
end
fprintf('Множники кожного рівняння старої системи:');
fprintf('\nma=%6.3f mb=%6.3f mc=%6.3f\n',ma,mb,mc);
a=ma;
b=mb;
c=mc;
fprintf('Нові коефіцієнти нового першого рівняння системи:')
aa1=2.4*a+1.8*b+3.4*c;
bb1=3.7*a+4.3*b-2.7*c;
cc1=-8.3*a+1.2*b+5.2*c;
dd1=2.3*a-1.2*b+3.5*c;
fprintf('\naa1=%6.3f bb1=%6.3f cc1=%6.3f
dd1=%6.3f\n',aa1,bb1,cc1,dd1);

% Побудова другого рівняння СЛАР, яке забезпечить умову збіжності
методу ітерацій
fprintf('\nПобудова нового другого рівняння СЛАР:\n');
ozn=0; % Ознака того, що підходящий варіант ще не знайдено
k=0; % Кількість можливих варіантів, які забезпечують умову збіжності
методу ітерацій
for a=-5:5
 for b=-5:5
   for c=-5:5
      d=abs(3.7*a+4.3*b-2.3*c)-abs(2.4*a+1.8*b+3.4*c)-abs(-
8.3*a+1.2*b+5.2*c);
      if ((d>0) & (ozn==0))
        ozn=1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
      end;

      if ((d>0) & (ozn==1) & (d>pd) )
        k=k+1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
      end

   end
 end
end
fprintf('Множники кожного рівняння старої системи:')
fprintf('\nma=%6.3f mb=%6.3f mc=%6.3f',ma,mb,mc);
a=ma;
b=mb;
c=mc;
fprintf('\nНові коефіцієнти нового другого рівняння системи:')
aa2=2.4*a+1.8*b+3.4*c;
bb2=3.7*a+4.3*b-2.7*c;
cc2=-8.3*a+1.2*b+5.2*c;
dd2=2.3*a-1.2*b+3.5*c;
```

```
fprintf('\naa2=%6.3f bb2=%6.3f cc2=%6.3f
dd2=%6.3f\n',aa2,bb2,cc2,dd2);

% Побудова третього рівняння СЛАР, яке забезпечить умову збіжності
методу ітерацій
fprintf('\nПобудова нового третього рівняння СЛАР:\n');
ozn=0; % Ознака того, щопідходящий варіант ще не знайдено
k=0;
for a=-5:5
 for b=-5:5
   for c=-5:5
     d=abs(-8.3*a+1.2*b+5.2*c)-abs(2.4*a+1.8*b+3.4*c)-abs(3.7*a+4.3*b-
2.3*c);
     if ((d>0) & (ozn==0))
        ozn=1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
     end;

     if ((d>0) & (ozn==1) & (d>pd) )
        k=k+1;
        pd=d;
        ma=a;
        mb=b;
        mc=c;
     end

   end
 end
end
fprintf('Множники кожного рівняння старої системи:')
fprintf('\nma=%6.3f mb=%6.3f mc=%6.3f',ma,mb,mc);
a=ma;
b=mb;
c=mc;
fprintf('\nНові коефіцієнти нового третього рівняння системи:')
aa3=2.4*a+1.8*b+3.4*c;
bb3=3.7*a+4.3*b-2.7*c;
cc3=-8.3*a+1.2*b+5.2*c;
dd3=2.3*a-1.2*b+3.5*c;
fprintf('\naa3=%6.3f bb3=%6.3f cc3=%6.3f
dd3=%6.3f\n',aa3,bb3,cc3,dd3);

% Розвязування перетвореної СЛАР методом простої ітерації

fprintf('\nПослідовні наближення розв''зків системи рівнянь:')

k=0; % Поточний номер ітерації СЛАР
x1=dd1/aa1; % Поточне значення наступного наближення кореня x1
x2=dd2/bb2;  % Поточне значення наступного наближення кореня x2
x3=dd3/cc3; % Поточне значення наступного наближення кореня x3
fprintf('\nk=%2d x1=%6.3f x2=%6.3f x3=%6.3f',k,x1,x2,x3);
epsilon=0.001; % Точність обчислення коренів СЛАР
```

```
x10=0; % Поточне значення попереднього наближення кореня x1
x20=0; % Поточне значення попереднього наближення кореня x2
x30=0; % Поточне значення попереднього наближення кореня x3

while ((abs(x1-x10)>epsilon) | (abs(x2-x20)>epsilon) |(abs(x3-
x30)>epsilon))
    % Поки не досягнуто точності по всіх розв'язках СЛАР, виконувати:
    x10=x1;
    x20=x2;
    x30=x3;

    k=k+1;
    x1=(dd1-bb1*x20-cc1*x30)/aa1;
    x2=(dd2-aa2*x10-cc2*x30)/bb2;
    x3=(dd3-aa3*x10-bb3*x20)/cc3;
    fprintf('\nk=%2d x1=%6.3f x2=%6.3f x3=%6.3f',k,x1,x2,x3);
end
fprintf('\n');

fprintf('\nВідхилення пар останніх наближень розв''зків системи:')
r1=abs(x1-x10); % Остаточне відхилення розв'язку x1
r2=abs(x2-x20); % Остаточне відхилення розв'язку x2
r3=abs(x3-x30); % Остаточне відхилення розв'язку x3
fprintf('\nr1=%6.3f r2=%6.3f r3=%6.3f\n',r1,r2,r3);

fprintf('\nЛіві частини рівнянь:')
y1=aa1*x1+bb1*x2+cc1*x3; % Ліва частина рівняння 1
y2=aa2*x1+bb2*x2+cc2*x3; % Ліва частина рівняння 2
y3=aa3*x1+bb3*x2+cc3*x3; % Ліва частина рівняння 3
fprintf('\ny1=%6.3f y2=%6.3f y3=%6.3f\n',y1,y2,y3);

%
fprintf('\nГоловна матриця AA, матриця вільних членів bb, матриця
розв''зків системи XX:');
AA=[aa1 bb1 cc1;
    aa2 bb2 cc2;
    aa3 bb3 cc3]

bb=[dd1;
    dd2;
    dd3]

XX=AA^-1*bb


end



>> ind_work_14_01

Побудова нового першого рівняння СЛАР:
Множники кожного рівняння старої системи:
ma=-3.000 mb= 0.000 mc=-5.000
```

```
Нові коефіцієнти нового першого рівняння системи:
aa1=-24.200 bb1= 2.400 cc1=-1.100 dd1=-24.400

Побудова нового другого рівняння СЛАР:
Множники кожного рівняння старої системи:
ma=-1.000 mb= 5.000 mc=-3.000
Нові коефіцієнти нового другого рівняння системи:
aa2=-3.600 bb2=25.900 cc2=-1.300 dd2=-18.800

Побудова нового третього рівняння СЛАР:
Множники кожного рівняння старої системи:
ma=-5.000 mb= 5.000 mc= 2.000
Нові коефіцієнти нового третього рівняння системи:
aa3= 3.800 bb3=-2.400 cc3=57.900 dd3=-10.500

Послідовні наближення розв'зків системи рівнянь:
k= 0 x1= 1.008 x2=-0.726 x3=-0.181
k= 1 x1= 0.945 x2=-0.595 x3=-0.278
k= 2 x1= 0.962 x2=-0.609 x3=-0.268
k= 3 x1= 0.960 x2=-0.606 x3=-0.270
k= 4 x1= 0.960 x2=-0.606 x3=-0.269

Відхилення пар останніх наближень розв'зків системи:
r1= 0.000 r2= 0.000 r3= 0.000

Ліві частини рівнянь:
y1=-24.401 y2=-18.802 y3=-10.498

Головна матриця AA, матриця вільних членів bb, матриця розв'зків
системи XX:
AA =
  -24.2000    2.4000   -1.1000
   -3.6000   25.9000   -1.3000
    3.8000   -2.4000   57.9000

bb =
  -24.4000
  -18.8000
  -10.5000

XX =
    0.9604
   -0.6059
   -0.2695
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Перетворити СЛАР, задану у самостійній роботі №13, до такого вигляду, який забезпечує умови збіжності методу ітерацій, і розв’язати її цим методом з точністю 0.001. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_14_01*.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15:
"НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ НЬЮТОНА"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод Ньютона розв'язування системи нелінійних рівнянь.
2. Навчитися графічно визначати початкові наближення коренів системи нелінійних рівнянь.
3. Навчитися за умовою задачі будувати формули методу Ньютона для системи нелінійних рівнянь..

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано: систему двох нелінійних рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} \sin(2x - y) - 1.2x = 0.4; \\ 0.8x^2 + 1.5y^2 = 1. \end{cases}$$

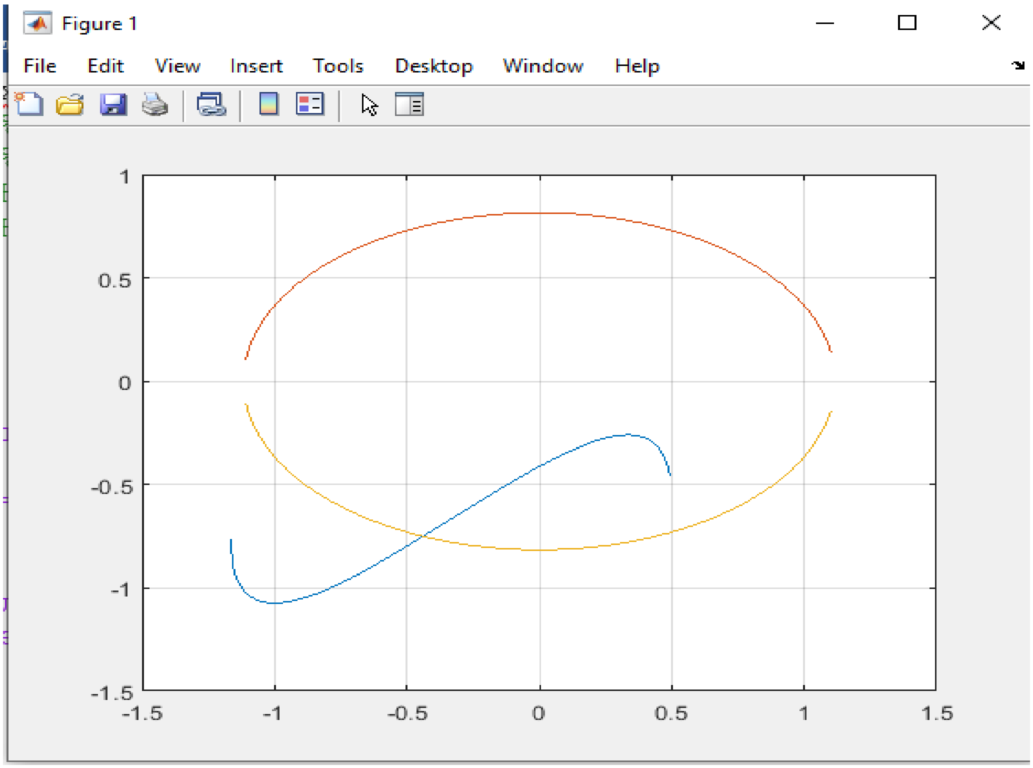
Необхідно: обчислити корені цієї системи з заданою точністю `eps=0.001` методом Ньютона. Початкові наближення коренів визначити графічно.
Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами Matlab і зберегти її під назвою *ind_work_15_01*, попередньо склавши підпрограми-функції визначення початкових наближень коренів системи нелінійних рівнянь графічним методом та уточнення цих коренів методом Нютона.

```
function ind_work_15_01
 % Дано систему нелінійних алгебрічних рівнянь:
 % sin(2x-y)-1.2x=0.4
 % 0.8x^2=1.5y^2=1
 % Розвязати цю систему методом Ньютона.

 % Етап 1. Визначення початкових наближень коренів
 % системи нелінійних рівнянь графічним методом
 RootsIsolation();

 % Етап 2. Уточнення коренів системи методом Нютона
 NewtonMethod();
end

% Етап 1. Визначення початкових наближень коренів
% системи нелінійних рівнянь графічним методом
function RootsIsolation()
 x=-1.4/1.2:0.01:0.6/1.2; % Вектор аргументів першої функції (вектор x)
 y1=2*x-asin(1.2*x+0.4); % Обчислення значень першої функції (вектор y1)
 x1=-1/sqrt(0.8)+0.01:0.01:1/sqrt(0.8)-0.01; % Вектор аргументів другої функції (вектор x1)
 y2=sqrt((1-0.8*x1.^2)/1.5); % Обчислення значень другої функції (вектор y2)
 y3=-sqrt((1-0.8*x1.^2)/1.5); % Обчислення значень третьої функції
 plot(x,y1,x1,y2,x1,y3);
 grid on
 fprintf('\nПроаналізуйте результати графічного розв''язку системи!');
```

```
 fprintf('\nВизначте за малюнком, скільки коренів має система та їх
грубі наближення!');
 fprintf('\nЯк бачимо, один з розв''язків системи є таким: x=0.4; yk=-
0.75.');
 w=input('\nДалі натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...\n');
end

% Етап 2. Уточнення коренів системи методом Нютона
function NewtonMethod()
 k=0; % Поточне значення номера ітерації
 xk=0.4; % Наступне значення змінної x
 yk=-0.75; % Наступне значення змінної y
 epsilon=0.001; % Задана точність обчислення коренів системи
 xp=0; % Попереднє значення змінної x
 yp=0; % Попереднє значення змінної y
 K1=[k];  %Вектор, у якому зберігаються поточні значення номера
ітерації
 X1=[xk]; %Вектор, у якому зберігаються поточні значення абсцис
розв''язку
 Y1=[yk]; %Вектор, у якому зберігаються поточні значення ординат
розв''язку
 while ((abs(xk-xp)>epsilon) | (abs(yk-yp)>epsilon))
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    xp=xk; % Попереднє значення змінної x
    yp=yk; % Попереднє значення змінної y
    f=sin(2*xp-yp)-1.2*xp-0.4; % Значення функції F(x,y)
    g=0.8*xp.^2+1.5*yp.^2-1; % Значення функції G(x,y)
    fx=2*cos(2*xp-yp)-1.2; % Значення частинної похідної функції
F(x,y) по x
    gx=1.6*xp; % Значення частинної похідної функції G(x,y) по x
    fy=-cos(2*xp-yp); % Значення частинної похідної функції F(x,y) по
y
    gy=3*yp; % Значення частинної похідної функції G(x,y) по y
    jak=fx*gy-gx*fy; % Якобіан системи нелінійних рівнянь
    jax=f*gy-g*gx; % Перший допоміжний визначник системи рівняняь
    jay=fx*g-fy*f; % Другий допоміжний визначник системи рівняняь
    hx=jax/jak; % Приріст змінної x
    hy=jay/jak; % Приріст змінної y
    xk=xp-hx; % Наступне значення змінної x
    yk=yp-hy; % Наступне значення змінної y
    K1=[K1 k];
    X1=[X1 xk];
    Y1=[Y1 yk];
 end
 n=length(K1);
 fprintf('Результати уточнення першого розв''язку системи за методом
Ньютона:');
 for i=1:n
    fprintf('\nk=%3d  X1=%8.4f  Y1=%8.4f',K1(i),X1(i),Y1(i));
 end
 fprintf('\n');
 fprintf('\nРезультати перевірки першого розв''язку підстановкою у
систему:');
 fprintf('\nЗначення лівих частин кожного рівняння системи системи за
знайдених розв''язків:');
```

```
 f=sin(2*xk-yk)-1.2*xk-0.4;
 g=0.8*xk.^2+1.5*yk.^2-1;
 fprintf('\nf=%8.4f  g=%8.4f\n',f,g);
 w=input('\nНатисніть будь-яку клавішу, щоб завершити розв''язок
задачі!');
end
```

```
>> ind_work_15_01
```




```
Проаналізуйте результати графічного розв'язку системи!
Визначте за малюнком, скільки коренів має система та їх грубі
наближення!
Як бачимо, один з розв'язків системи є таким: x=0.4; yk=-0.75.
Далі натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...

Результати уточнення першого розв'язку системи за методом Ньютона:
k=  0  X1=  0.4000  Y1= -0.7500
k=  1  X1=  0.4960  Y1= -0.7634
k=  2  X1=  0.5043  Y1= -0.7318
k=  3  X1=  0.4927  Y1= -0.7296
k=  4  X1=  0.4898  Y1= -0.7331
k=  5  X1=  0.4909  Y1= -0.7339
k=  6  X1=  0.4914  Y1= -0.7336

Результати перевірки першого розв'язку підстановкою у систему:
Значення лівих частин кожного рівняння системи системи за знайдених
розв'язків:
f= -0.0002  g=  0.0003

Натисніть будь-яку клавішу, щоб завершити розв'язок задачі!
ind_work_15_01a

Проаналізуйте результати графічного розв'язку системи!
```

```
Визначте за малюнком, скільки коренів має система та їх грубі
наближення!
Як бачимо, один з розв'язків системи є таким: x=0.4; yk=-0.75.
Далі натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...

Результати уточнення першого розв'язку системи за методом Ньютона:
k=  0  X1=  0.4000  Y1= -0.7500
k=  1  X1=  0.4960  Y1= -0.7634
k=  2  X1=  0.5043  Y1= -0.7318
k=  3  X1=  0.4927  Y1= -0.7296
k=  4  X1=  0.4898  Y1= -0.7331
k=  5  X1=  0.4909  Y1= -0.7339
k=  6  X1=  0.4914  Y1= -0.7336

Результати перевірки першого розв'язку підстановкою у систему:
Значення лівих частин кожного рівняння системи системи за знайдених
розв'язків:
f= -0.0002  g=  0.0003
Натисніть будь-яку клавішу, щоб завершити розв'язок задачі!
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Розв'язати задану за варіантом систему нелінійних рівнянь методом Ньютона. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_15_01`.

№	Система нелінійних рівнянь:	№	Система нелінійних рівнянь:
1	$\begin{cases} tg(xy+0.4)=x^2; \\ 0.6x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	16	$\begin{cases} sin(x+y)-1.4x=0; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
2	$\begin{cases} sin(x+y)-1.6x=0; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	17	$tg(xy+0.1)=x^2;$ $0.5x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$
3	$tg(xy+0.1)=x^2;$ $x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$	18	$\begin{cases} sin(x+y)=1.1x-0.1; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
4	$\begin{cases} sin(x+y)-1.2x=0.2; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	19	$tg(x-y)-xy=0;$ $x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$
5	$tg(xy+0.3)=x^2;$ $0.9x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$	20	$\begin{cases} sin(x-y)-xy=-1; \\ x^2-y^2=3/4;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
6	$\begin{cases} sin(x+y)-1.3x=0; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	21	$tg(xy+0.2)=x^2;$ $x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$
7	$tg(xy)=x^2;$ $0.8x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$	22	$\begin{cases} sin(x+y)-1.5x=0; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
8	$\begin{cases} sin(x+y)-1.5x=0.1; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	23	$tg(xy)=x^2;$ $0.5x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$
9	$tg(xy)=x^2;$ $0.7x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$	24	$\begin{cases} sin(x+y)=1.2x-0.2; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
10	$\begin{cases} sin(x+y)-1.2x=0.1; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	25	$tg(xy+0.1)=x^2;$ $0.7x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$
11	$tg(xy+0.2)=x^2;$ $0.6x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$	26	$\begin{cases} sin(x+y)-1.5x=0.2; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$
12	$\begin{cases} sin(x+y)=1.5x-0.1; \\ x^2+y^2=1;\ x>0;\ y>0. \end{cases}$	27	$tg(xy)=x^2;$ $0.6x^2+2y^2=1;\ x>0;\ y>0.$

13	$tg(xy+0.4)=x^2;$ $0.8x^2+2y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0.$	28	$\begin{cases} sin(x+y)-1.2x=0; \\ x^2+y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0. \end{cases}$
14	$\begin{cases} sin(x+y)=1.2x-0.1; \\ x^2+y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0. \end{cases}$	29	$tg(xy+0.3)=x^2;$ $0.5x^2+2y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0.$
15	$tg(xy+0.1)=x^2;$ $0.9x^2+2y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0.$	30	$\begin{cases} sin(x+y)-1.1x=0.1; \\ x^2+y^2=1;\ \ x>0;\ \ y>0. \end{cases}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16:
"НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ІТЕРАЦІЙ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод ітерацій розв'язування системи нелінійних рівнянь.
2. Навчитися графічно визначати початкові наближення коренів системи нелінійних рівнянь.
3. Навчитися за умовою задачі будувати формули методу ітерацій для системи нелінійних рівнянь.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано: систему двох нелінійних рівнянь з двома невідомими:

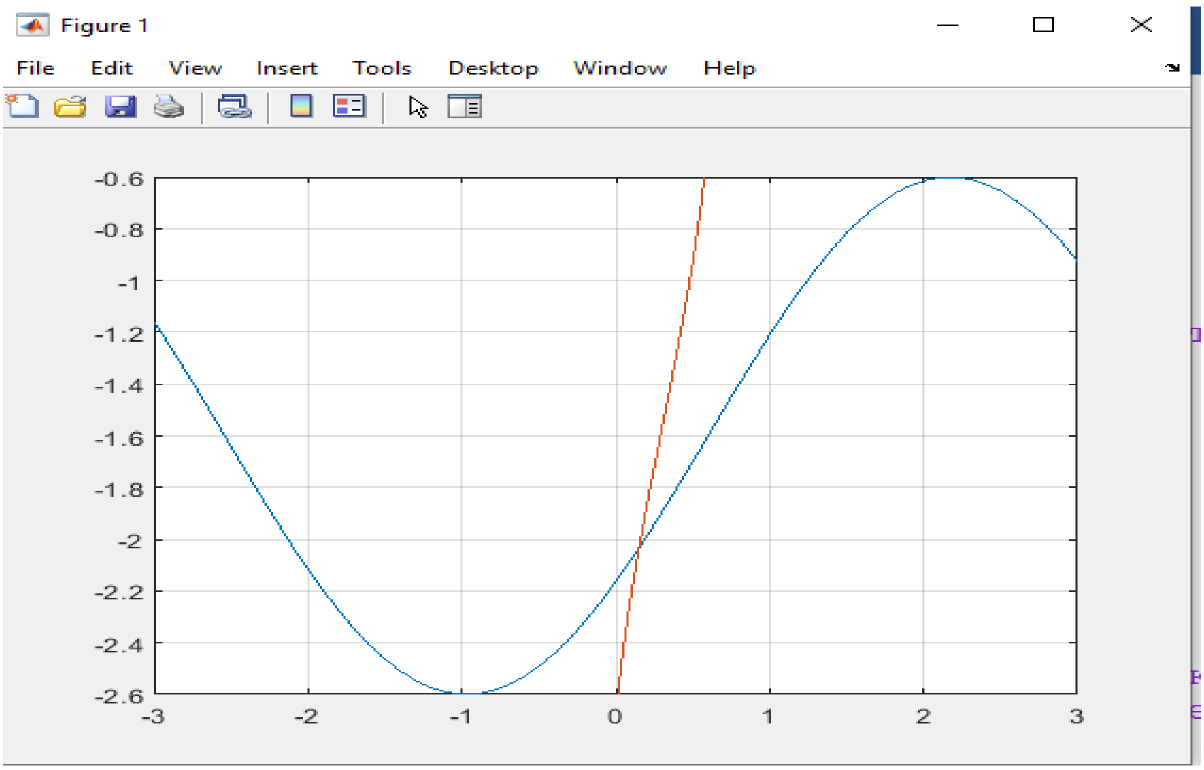
$$\begin{cases} \sin(x-0.6)-y=1.6; \\ 3x-cosy=0.9. \end{cases}$$

Необхідно: обчислити корені цієї системи з заданою точністю `eps=0.001` методом ітерацій. Початкові наближення коренів виконати графічно.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою `ind_work_16_01`, попередньо склавши підпрограми-функції для визначення початкових наближень коренів системи нелінійних рівнянь графічним методом та уточнення цих коренів методом ітерацій.

```
function ind_work_16_01
 % Дано систему нелінійних алгебраїчних рівнянь
 % sin(x-0.6)-y=1.6
 % 3x-cosy=0.9
 % Розвязати цю систему нелінійних рівнянь методом ітерацій.

 % Етап 1. Визначення початкових наближень коренів
 % системи нелінійних рівнянь графічним методом
 RootsIsolation();

 % Етап 2. Уточнення коренів системи нелінійних рівнянь методом
ітерацій
 IterationMethod();

end

% Етап 1. Визначення початкових наближень коренів
% системи нелінійних рівнянь графічним методом
function RootsIsolation()
 x=-3:0.1:3;
 y1=sin(x-0.6)-1.6; % Обчислення значень першої функції
 y2=cos(y1)/3+0.3;  % Обчислення значень першої функції
 plot(x,y1,y2,y1);  % Побудова обох графіків на одній координатній
площині
 grid on
 fprintf('\nПроаналізуйте результати графічного розв''язку системи!');
 fprintf('\nВизначте за малюнком, скільки коренів має система та їх
грубі наближення!');
 fprintf('\nЯк бачимо, один з розв''язків системи є таким: x=0.15;
yk=-2.0.');
 w=input('\nДалі натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...\n');
end
```

```
% Етап 2. Уточнення коренів системи нелінійних рівнянь методом
ітерацій
function IterationMethod()
 k=0; % Поточне значення номера ітерації
 xk=0.15;  % Наступне значення змінної x
 yk=-2.0;  % Наступне значення змінної y
 epsilon=0.001; % Задана точність обчислень
 xp=0; % Попереднє значення змінної x
 yp=0; % Попереднє значення змінної y
 fprintf('Результати уточнення першого розв''язку системи за методом
Ньютона:');
 fprintf('\nk=%3d  xk=%8.4f  yk=%8.4f',k,xk,yk);
 while ((abs(xk-xp)>epsilon) | (abs(yk-yp)>epsilon))
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    xp=xk; % Попереднє значення змінної x
    yp=yk; % Попереднє значення змінної y
    xk=cos(yp)/3+0.3; % Наступне значення змінної x
    yk=sin(xp-0.6)-1.6; % Наступне значення змінної y
    fprintf('\nk=%3d  xk=%8.4f  yk=%8.4f',k,xk,yk);
 end
 fprintf('\n\nРезультати перевірки першого розв''язку підстановкою у
систему:');
 fprintf('\nЗначення лівих частин кожного рівняння системи системи за
знайдених розв''язків:');
 f=sin(xk-0.6)-yk-1.6;
 g=3*xk-cos(yk)-0.9;
 fprintf('\nf=%8.4f  g=%8.4f\n',f,g);
 w=input('\nНатисніть будь-яку клавішу, щоб завершити розв''язок
задачі!');
end

>> ind_work_16_01
```



```
Проаналізуйте результати графічного розв'язку системи!
Визначте за малюнком, скільки коренів має система та їх грубі наближення!
Як бачимо, один з розв'язків системи є таким: x=0.15; yk=-2.0.
Далі натисніть будь-яку клавішу, щоб продовжити...

Результати уточнення першого розв'язку системи за методом Ньютона:
k=  0  xk=  0.1500  yk= -2.0000
k=  1  xk=  0.1613  yk= -2.0350
k=  2  xk=  0.1508  yk= -2.0248
k=  3  xk=  0.1538  yk= -2.0343
k=  4  xk=  0.1510  yk= -2.0315
k=  5  xk=  0.1518  yk= -2.0341
k=  6  xk=  0.1510  yk= -2.0333

Результати перевірки першого розв'язку підстановкою у систему:
Значення лівих частин кожного рівняння системи системи за знайдених
розв'язків:
f= -0.0007  g= -0.0007

Натисніть будь-яку клавішу, щоб завершити розв'язок задачі!
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Розв'язати задану за варіантом систему нелінійних рівнянь методом ітерацій. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `lab_work_16_02`.

№	*Система нелінійних рівнянь:*	№	*Система нелінійних рівнянь:*
1	$\begin{cases} sin(x+1) - y = 1.2; \\ 2x + cosy = 2. \end{cases}$	16	$\begin{cases} cos(y+0.5) + x = 0.8; \\ sinx - 2y = 1.6. \end{cases}$
2	$\begin{cases} \cos(x-1) + y = 0.5; \\ x - cosy = 3. \end{cases}$	17	$\begin{cases} sin(y-1) + x = 1.3; \\ y - \sin(x+1) = 0.8. \end{cases}$
3	$\begin{cases} sinx + 2y = 2; \\ \cos(y-1) + x = 0.7. \end{cases}$	18	$\begin{cases} y + sinx = -0.4; \\ 2x - \cos(y+1) = 0. \end{cases}$
4	$\begin{cases} cosx + y = 1.5; \\ 2x - \sin(y-0.5) = 1. \end{cases}$	19	$\begin{cases} cos(y+0.5) - x = 2; \\ sinx - 2y = 1. \end{cases}$
5	$\begin{cases} sin(x+0.5) - y = 1; \\ x + \cos(y-2) = 0. \end{cases}$	20	$\begin{cases} sin(y+2) - x = 1.5; \\ y + \cos(x-2) = 0.5. \end{cases}$
6	$\begin{cases} \cos(x+0.5) + y = 0.8; \\ siny - 2x = 1.6. \end{cases}$	21	$\begin{cases} sin(x+1) - y = 1; \\ 2x + cosy = 2. \end{cases}$
7	$\begin{cases} sin(x-1) = 1.3 - y; \\ x - \sin(y+1) = 0.8. \end{cases}$	22	$\begin{cases} cos(x-1) - y = 0.8; \\ x - cosy = 2. \end{cases}$
8	$\begin{cases} 2y - cos(x+1) = 0. \\ x + \sin y = -0.4. \end{cases}$	23	$\begin{cases} sinx + 2y = 1.6; \\ \cos(y-1) + x = 1. \end{cases}$
9	$\begin{cases} cos(x+0.5) - y = 2; \\ siny - 2x = 1. \end{cases}$	24	$\begin{cases} cosx + y = 1.2; \\ 2x - \sin(y-0.5) = 2. \end{cases}$
10	$\begin{cases} sin(x+2) - y = 1.5; \\ x + \cos(y-2) = 0.5. \end{cases}$	25	$\begin{cases} sin(x+0.5) - y = 1.2; \\ \cos(y-2) + x = 0. \end{cases}$
11	$\begin{cases} sin(y+1) - x = 1.2; \\ 2y + cosx = 2. \end{cases}$	26	$\begin{cases} cos(x+0.5) + y = 1; \\ siny - 2x = 2. \end{cases}$
12	$\begin{cases} cos(y-1) + x = 0.5; \\ y + cosx = 3. \end{cases}$	27	$\begin{cases} sin(x-1) + y = 1.5; \\ x - \sin(y+1) = 1. \end{cases}$
13	$\begin{cases} siny + 2x = 2; \\ \cos(x-1) + y = 0.7. \end{cases}$	28	$\begin{cases} sin(y+1) - x = 1; \\ 2y + cosx = 2. \end{cases}$

14	$\begin{cases} cosy + x = 1.5; \\ 2y - \sin(x - 0.5) = 1. \end{cases}$	29	$\begin{cases} \cos(y - 1) + x = 0.8; \\ y - cosx = 2. \end{cases}$
15	$\begin{cases} sin(y + 0.5) - x = 1; \\ \cos(x - 2) + y = 0. \end{cases}$	30	$\begin{cases} \cos(x - 1) + y = 1; \\ siny + 2x = 1.6. \end{cases}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17:
"ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРШОЇ ТА ДРУГОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ФОРМУЛ НЬЮТОНА"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити методи інтерполяції одновимірних функцій за допомогою многочленів та кубічних сплайнів.
2. Навчитися будувати першу та другу інтерполяційні фоормули Ньютона і застосовувати їх для інтерполяції значень цих функцій.
3. Навчитися програмувати процес інтерполяції функцій за формулами Ньютона засобами `Matlab`.
4. Навчитися застосовувати стандартну функцію `interp1(x,Y,xi)` системи `Matlab` для інтерполяції функції, заданої таблично.
5. Навчитися застосовувати функцію `interp1(x,Y,xi, method)` системи `Matlab` для інтерполяції функції, заданої таблично. Розглянути значення параметра: `'nearest'`, `'linear'`, `'pchip'`, `'spline'`.

ХІД РОБОТИ

1. Задано функцію $y = f(x)y = f(x)$ таблично:

n	x_i	y_i
0	0.255	*1.76182*
1	*0.261*	*1.77643*
2	*0.267*	*1.79125*
3	*0.273*	*1.80616*
4	*0.279*	*1.82142*
5	*0.285*	*1.83681*
6	*0.291*	*1.85225*
7	*0.297*	*1.86778*
8	*0.303*	*1.88351*
9	*0.309*	*1.89952*
10	*0.315*	*1.91580*

де $x_i x_i$ – множина значень аргумента функції (ці значення називаються вузлами інтерполяції); $y_i y_i$ - множина значень функції $y = f(x)y = f(x)$ у вузлах інтерполяції.

Необхідно побудувати першу та другу інтерполяційні функції Ньютона і визначити за їх допомогою значення функції $yy_i yy_i$ в точках $xx_i xx_i$:

n	xx_i
1	*0.2557*
2	*0.3104*
3	*0.2500*
4	*0.3200*

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_17_01`*, попередньо склавши підпрограми функції для ініціалізації вхідних даних, формування значень табличних різниць та обчислення значень функції у заданих точках за інтерполяційними формулами Ньютона.

```
function ind_work_17_01
```

```
 % Деяка функція задана таблично в одинадцяти вузлах інтерполяції:
 %  i   x(i)    y(i)
 %  0  0.255  1.76182
 %  1  0.261  1.77643
 %  2  0.267  1.79125
 %  3  0.273  1.80616
 %  4  0.279  1.82142
 %  5  0.285  1.83681
 %  6  0.291  1.85225
 %  7  0.297  1.86778
 %  8  0.303  1.88351
 %  9  0.309  1.89952
 % 10  0.315  1.91580
 % Необхідно:
 % Обчислити значення цієї функції у точках x0(i):
 %  i   x0(i)
 %  1  0.2557
 %  2  0.3104
 %  3  0.2500
 %  4  0.3200
 % що не співпадають з вузлами інтерполяції,
 % використовуючи відповідно першу чи другу формули Ньютона.

 % Ініціалізація вхідних даних
 % x0 - вектор значень аргумента, для яких потрібно обчислити значення
функції
 % x - вектор значень вузлів інтерполяції
 % y - вектор значень функції у вузлах інтерполяції
 % n - кількість вузлів інтерполяції
 [x0,x,y,h,n]=InitData();

 % Формування значень табличних різниц
 [d1,d2,d3,d4,d5]=DifferenceTable(x,y,n);

 % Обчислення значень функції у заданих точках
 % за інтерполяційними формулами Ньютона
 [p0,pn]=NewtonFormula(x0,x,y,d1,d2,d3,d4,d5,h,n);

end

% Ініціалізація вхідних даних
% x0 - вектор значень аргумента, для яких потрібно обчислити значення
функції
% x - вектор значень вузлів інтерполяції
% y - вектор значень функції у вузлах інтерполяції
% n - кількість вузлів інтерполяції
function [x0,x,y,h,n]=InitData()
 x0=[0.2557; 0.3104; 0.2500;0.3200];
 x(1)=0.255; % значення першого вузла інтерполяції
 x(2)=0.261; % значення другого вузла інтерполяції
 h=x(2)-x(1); % крок інтерполяційної таблиці
 n=11; % кількість вузлів інтерполяції
 for i=1:n % цикл формування значень вузлів інтерполяції (вектора x)
   x(i)=x(1)+(i-1)*h;
 end;
```

```
 x=x';
 y=[1.76182; 1.77643; 1.79125; 1.80616; 1.82142; 1.83681;
    1.85225; 1.86778; 1.88351; 1.89952; 1.91580];
end

% Формування значень табличних різниц
function [d1,d2,d3,d4,d5]=DifferenceTable(x,y,n)
 % Цикл формування значень табличних різниць першого порядку (вектора
d1)
 for i=1:n-1
  d1(i)=y(i+1)-y(i);
 end
 d1=d1';
 % Цикл формування значень табличних різниць першого порядку (вектора
d1
 for i=1:n-2
  d2(i)=d1(i+1)-d1(i);
 end
 d2=d2';
 % Цикл формування значень табличних різниць першого порядку (вектора
d1
 for i=1:n-3
  d3(i)=d2(i+1)-d2(i);
 end
 d3=d3';
 % Цикл формування значень табличних різниць першого порядку (вектора
d1
 for i=1:n-4
  d4(i)=d3(i+1)-d3(i);
 end
 d3=d3';
 % Цикл формування значень табличних різниць першого порядку (вектора
d1
 for i=1:n-5
  d5(i)=d4(i+1)-d4(i);
 end
 d5=d5';
 % Виведення значень функції та значень табличних різниць
 fprintf('\nЗначення аргумента та функції і табличних різниць у вузлах
інтерполяції:');
 fprintf('\n  i   x(i)    y(i)     d1(i)     d2(i)     d3(i)     d4(i)
d5(i)');
 for i=1:n-5
  fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f
%8.5f',i,x(i), y(i), d1(i), d2(i), d3(i), d4(i), d5(i));
 end
 i=n-4;
 fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f',i,x(i), y(i),
d1(i), d2(i), d3(i), d4(i));
 i=n-3;
 fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f',i,x(i), y(i),
d1(i), d2(i), d3(i));
 i=n-2;
 fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f',i,x(i), y(i),
d1(i), d2(i));
```

```
 i=n-1;
 fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f',i,x(i), y(i),
d1(i));
 i=n;
 fprintf('\n %2d %6.3f %8.5f %8.5f  %8.5f  %8.5f  %8.5f',i,x(i),
y(i));
 fprintf('\n');
end

% Обчислення значень функції у заданих точках
% за інтерполяційними формулами Ньютона
function [p0,pn]=NewtonFormula(x0,x,y,d1,d2,d3,d4,d5,h,n)
 fprintf('\nЗначення функції у заданих точках, обчислені');
 fprintf('\nза першою (p0) або другою (pn)інтерполяційними формулами
Ньютона:');
 for i=1:4
  if (x0(i)<x(1)) | (x0(i)-x(1)<=x(n)-x0(i))
   q=(x0(i)-x(1))/h;
   q1=q-1;
   q2=q-2;
   q3=q-3;
   q4=q-4;

p0=y(1)+q*d1(1)+q*q1*d2(1)/2+q*q1*q2*d3(1)/6+q*q1*q2*q3*d4(1)/24+q*q1*q2*
q3*q4*d5(1)/120;
   fprintf('\n x0=%6.5f p0=%8.5f',x0(i), p0);
  end
  if (x0(i)>x(n)) | (x0(i)-x(1)>x(n)-x0(i))
   q=(x0(i)-x(n))/h;
   q1=q+1;
   q2=q+2;
   q3=q+3;
   q4=q+4;

pn=y(11)+q*d1(10)+q*q1*d2(9)/2+q*q1*q2*d3(8)/6+q*q1*q2*q3*d4(7)/24+q*q1*q
2*q3*q4*d5(6)/120;
   fprintf('\n x0=%6.5f pn=%8.5f',x0(i), pn);
  end
 end
 fprintf('\n');
end

>> ind_work_17_01

Значення аргумента та функції і табличних різниць у вузлах
інтерполяції:
  i   x(i)    y(i)     d1(i)     d2(i)     d3(i)     d4(i)     d5(i)
  1  0.255  1.76182  0.01461   0.00021  -0.00012   0.00038  -0.00086
  2  0.261  1.77643  0.01482   0.00009   0.00026  -0.00048   0.00062
  3  0.267  1.79125  0.01491   0.00035  -0.00022   0.00014  -0.00002
  4  0.273  1.80616  0.01526   0.00013  -0.00008   0.00012  -0.00005
  5  0.279  1.82142  0.01539   0.00005   0.00004   0.00007  -0.00010
  6  0.285  1.83681  0.01544   0.00009   0.00011  -0.00003  -0.00006
  7  0.291  1.85225  0.01553   0.00020   0.00008  -0.00009
  8  0.297  1.86778  0.01573   0.00028  -0.00001
  9  0.303  1.88351  0.01601   0.00027
 10  0.309  1.89952  0.01628
 11  0.315  1.91580
```

```
Значення функції у заданих точках, обчислені за першою (p0) або другою
(pn)інтерполяційними формулами Ньютона:
 x0=0.25570 p0= 1.76349
 x0=0.31040 pn= 1.90330
 x0=0.25000 p0= 1.75073
 x0=0.32000 pn= 1.92946
>>
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати програму для побудови першої та другої інтерполяційних формул Ньютона та обчислити за цими формулами значень функції для заданих значень аргумента. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_17_01*.

Таблиця 1.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
1.415	0.888551		1	1.4161	1.4625	1.4135	1.4700
1.420	0.889599		11	1.4179	1.4633	1.4124	1.4655
1.425	0.890637		21	1.4263	1.4575	1.4100	1.4662
1.430	0.891667						
1.435	0.892687		6	1.4172	1.4630	1.4131	1.4634
1.440	0.893698		16	1.4203	1.4654	1.4114	1.4642
1.445	0.894700		26	1.4278	1.4583	1.4092	1.4672
1.450	0.895693						
1.455	0.896677						
1.460	0.897653						
1.465	0.898619						

Таблиця 2.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.101	1.26183		2	0.1026	0.1440	0.0990	0.1610
0.106	1.27644		12	0.1035	0.1492	0.0960	0.1530
0.111	1.29122		22	0.1074	0.1485	0.1006	0.1560
0.116	1.30617						
0.121	1.32130		7	0.1032	0.1464	0.0980	0.1605
0.126	1.33660		17	0.1043	0.1498	0.0940	0.1535
0.131	1.35207		27	0.1084	0.1495	0.1004	0.1565
0.136	1.36777						
0.141	1.38357						
0.146	1.39959						
0.151	1.41579						

Таблиця 3.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.15	0.860708		3	0.1511	0.7250	0.1430	0.8000

0.20	0.818731		13	0.1535	0.7333	0.1000	0.7554
0.25	0.778801		23	0.1525	0.6730	0.1455	0.8500
0.30	0.740818						
0.35	0.704688		8	0.1525	0.7267	0.1435	0.8010
0.40	0.670320		18	0.1547	0.7378	0.1050	0.7545
0.45	0.637628		28	0.1598	0.6754	0.1475	0.8455
0.50	0.606531						
0.55	0.576950						
0.60	0.548812						
0.65	0.522046						
0.70	0.496585						
0.75	0.472367						

Таблиця 4.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.180	5.61543		4	0.1817	0.2275	0.1750	0.2375
0.185	5.46693		14	0.1827	0.2292	0.1776	0.2400
0.190	5.32634		24	0.1873	0.2326	0.1783	0.2450
0.195	5.19304						
0.200	5.06649						
0.205	4.94619		9	0.1834	0.2212	0.1755	0.2385
0.210	4.83170		19	0.1845	0.2245	0.1745	0.2405
0.215	4.72261		29	0.1888	0.2356	0.1798	0.2455
0.220	4.61855						
0.225	4.51919						
0.230	4.42422						
0.235	4.33337						

Таблиця 5.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
3.50	33.1154		5	3.522	4.176	3.475	4.250
3.55	34.8138		15	3.543	4.184	3.488	4.300
3.60	36.5982		25	3.575	4.142	3.450	4.204
3.65	38.4747						
3.70	40.4473		10	3.532	4.196	3.465	4.255
3.75	42.5211		20	3.533	4.194	3.468	4.305
3.80	44.7012		30	3.585	4.152	3.430	4.205
3.85	46.9931						
3.90	49.4024						
3.95	51.9354						
4.00	54.5982						
4.05	57.3975						
4.10	60.3403						
4.15	63.4340						
4.20	66.6863						

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18:
“ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МНОГОЧЛЕНА ЛАГРАНЖА”

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити методи інтерполяції одновимірних функцій за допомогою многочленів та кубічних сплайнів.
2. Навчитися будувати многочлен Лагранжа і застосовувати його для інтерполяції значень функції.
3. Навчитися програмувати процес інтерполяції функцій за інтерполяційним многочленом Лагранжа засобами `Matlab`.
4. Навчитися застосовувати стандартну функцію `interp1(x,Y,xi)` системи `Matlab` для інтерполяції функції, заданої таблично.
5. Навчитися застосовувати функцію `interp1(x,Y,xi, method)` системи `Matlab` для інтерполяції функції, заданої таблично. Розглянути значення параметра: `‘nearest’`, `‘linear’`, `‘pchip’`, `‘spline’`.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Задано деяку невідому функцію $y = f(x)y = f(x)$ таблично:

n	x_i	y_i
0	0.255	*1.76182*
1	*0.261*	*1.77643*
2	*0.267*	*1.79125*
3	*0.273*	*1.80616*
4	*0.279*	*1.82142*
5	*0.285*	*1.83681*
6	*0.291*	*1.85225*
7	*0.297*	*1.86778*
8	*0.303*	*1.88351*
9	*0.309*	*1.89952*
10	*0.315*	*1.91580*

де $x_i x_i$ – множина значень аргумента функції (ці значення називаються вузлами інтерполяції); $y_i y_i$ - множина значень функції $y = f(x)y = f(x)$ у вузлах інтерполяції.

Необхідно побудувати інтерполяційний многочлен Лагранжа і визначити за його допомогою значення функції $yy_i yy_i$ в точках $xx_i xx_i$:

n	xx_i
1	*0.2557*
2	*0.3104*
3	*0.2500*
4	*0.3200*

Для розв’язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_18_01`*, попередньо склавши підпрограми функції для ініціалізації вхідних даних та обчислення значень функції у заданих точках за інтерполяційним многочленом Лагранжа.

```
function ind_work_18_01
```

```
  % Деяка функція задана таблично у одинадцяти вузлах інтерполяції:
  %  i   x(i)    y(i)
  %  0  0.255  1.76182
  %  1  0.261  1.77643
  %  2  0.267  1.79125
  %  3  0.273  1.80616
  %  4  0.279  1.82142
  %  5  0.285  1.83681
  %  6  0.291  1.85225
  %  7  0.297  1.86778
  %  8  0.303  1.88351
  %  9  0.309  1.89952
  % 10  0.315  1.91580
  % Необхідно:
  % Обчислити значення цієї функції у точках x0(i):
  %  i   x0(i)
  %  1  0.2557
  %  2  0.3104
  %  3  0.2500
  %  4  0.3200
  % що не співпадають з вузлами інтерполяції,
  % використовуючи поліном Лагранжа.

  % Ініціалізація вхідних даних
  % x0 - вектор значень аргумента, для яких потрібно обчислити значення
функції
  % x - вектор значень вузлів інтерполяції
  % y - вектор значень функції у вузлах інтерполяції
  % n - кількість вузлів інтерполяції
  [x0,x,y,h,n]=InitData();

  % Обчислення значень функції у заданих точках
  % за інтерполяційни поліномом Лагранжа
  [L]=LagrangePolinom(x0,x,y,n);

end

% Ініціалізація вхідних даних
% x0 - вектор значень аргумента, для яких потрібно обчислити значення
функції
% x - вектор значень вузлів інтерполяції
% y - вектор значень функції у вузлах інтерполяції
% n - кількість вузлів інтерполяції
function [x0,x,y,h,n]=InitData()
 x0=[0.2557; 0.3104; 0.2500;0.3200];
 x(1)=0.255; % значення першого вузла інтерполяції
 x(2)=0.261; % значення другого вузла інтерполяції
 h=x(2)-x(1); % крок інтерполяційної таблиці
 n=11; % кількість вузлів інтерполяції
 for i=1:n % цикл формування значень вузлів інтерполяції (вектора x)
   x(i)=x(1)+(i-1)*h;
 end;
 x=x';
 y=[1.76182; 1.77643; 1.79125; 1.80616; 1.82142; 1.83681;
    1.85225; 1.86778; 1.88351; 1.89952; 1.91580];
```

```
 fprintf('\n Задана інтерполяційна таблиця:');
 fprintf('\n  i      x(i)         y(i)');
 for i=1:n
   fprintf('\n %2d   %6.5f    %8.5f',i,x(i),y(i));
 end;
 fprintf('\n');
 fprintf('\n Заданий вектор значень аргумента,');
 fprintf('\n для яких потрібно обчислити значення функції:');
 fprintf('\n  i      x(i)');
 for i=1:4
   fprintf('\n %2d   %6.5f',i,x0(i));
 end;
 fprintf('\n');
end


% Обчислення значень функції у заданих точках
% за інтерполяційни поліномом Лагранжа
function [L]=LagrangePolinom(x0,x,y,n)
 fprintf('\nЗначення функції у заданих точках, обчислені');
 fprintf('\nза інтерполяційни поліномом Лагранжа:');
 for k=1:4
  L(k)=0;
  for i=1:n
    a(i)=1;
    for j=1:n
      if not(i == j)
       a(i)=a(i)*(x0(k)-x(j))/(x(i)-x(j));
      end
    end
    L(k)=L(k)+a(i)*y(i);
  end
  fprintf('\n x0(%2d)=%6.5f L(%2d)=%8.5f',k,x0(k),k,L(k));
 end
  fprintf('\n');
end


>> ind_work_18_01a

 Задана інтерполяційна таблиця:
  i      x(i)         y(i)
  1    0.25500     1.76182
  2    0.26100     1.77643
  3    0.26700     1.79125
  4    0.27300     1.80616
  5    0.27900     1.82142
  6    0.28500     1.83681
  7    0.29100     1.85225
  8    0.29700     1.86778
  9    0.30300     1.88351
 10    0.30900     1.89952
 11    0.31500     1.91580

 Заданий вектор значень аргумента,
```

```
 для яких потрібно обчислити значення функції:
  i     x(i)
  1   0.25570
  2   0.31040
  3   0.25000
  4   0.32000

Значення функції у заданих точках, обчислені
за інтерполяційни поліномом Лагранжа:
 x0( 1)=0.25570 L( 1)= 1.76334
 x0( 2)=0.31040 L( 2)= 1.90328
 x0( 3)=0.25000 L( 3)= 1.75924
 x0( 4)=0.32000 L( 4)= 1.93252
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Скласти, відлагодити та протестувати програму для побудови інтерполяційного полінома Лагранжа та обчислити за ним значення функції для заданих значень аргумента. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_18_01`.

Таблиця 1.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
1.415	0.888551		1	1.4161	1.4625	1.4135	1.4700
1.420	0.889599		11	1.4179	1.4633	1.4124	1.4655
1.425	0.890637		21	1.4263	1.4575	1.4100	1.4662
1.430	0.891667						
1.435	0.892687		6	1.4172	1.4630	1.4131	1.4634
1.440	0.893698		16	1.4203	1.4654	1.4114	1.4642
1.445	0.894700		26	1.4278	1.4583	1.4092	1.4672
1.450	0.895693						
1.455	0.896677						
1.460	0.897653						
1.465	0.898619						

Таблиця 2.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.101	1.26183		2	0.1026	0.1440	0.0990	0.1610
0.106	1.27644		12	0.1035	0.1492	0.0960	0.1530
0.111	1.29122		22	0.1074	0.1485	0.1006	0.1560
0.116	1.30617						
0.121	1.32130		7	0.1032	0.1464	0.0980	0.1605
0.126	1.33660		17	0.1043	0.1498	0.0940	0.1535
0.131	1.35207		27	0.1084	0.1495	0.1004	0.1565
0.136	1.36777						
0.141	1.38357						
0.146	1.39959						
0.151	1.41579						

Таблиця 3.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.15	0.860708		3	0.1511	0.7250	0.1430	0.8000
0.20	0.818731		13	0.1535	0.7333	0.1000	0.7554
0.25	0.778801		23	0.1525	0.6730	0.1455	0.8500
0.30	0.740818						
0.35	0.704688		8	0.1525	0.7267	0.1435	0.8010
0.40	0.670320		18	0.1547	0.7378	0.1050	0.7545
0.45	0.637628		28	0.1598	0.6754	0.1475	0.8455
0.50	0.606531						
0.55	0.576950						
0.60	0.548812						
0.65	0.522046						
0.70	0.496585						
0.75	0.472367						

Таблиця 4.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
0.180	5.61543		4	0.1817	0.2275	0.1750	0.2375
0.185	5.46693		14	0.1827	0.2292	0.1776	0.2400
0.190	5.32634		24	0.1873	0.2326	0.1783	0.2450
0.195	5.19304						
0.200	5.06649						
0.205	4.94619		9	0.1834	0.2212	0.1755	0.2385
0.210	4.83170		19	0.1845	0.2245	0.1745	0.2405
0.215	4.72261		29	0.1888	0.2356	0.1798	0.2455
0.220	4.61855						
0.225	4.51919						
0.230	4.42422						
0.235	4.33337						

Таблиця 5.

x	y		№ варіанта	Значення аргументів функції			
				x_1	x_2	x_3	x_4
3.50	33.1154		5	3.522	4.176	3.475	4.250
3.55	34.8138		15	3.543	4.184	3.488	4.300
3.60	36.5982		25	3.575	4.142	3.450	4.204
3.65	38.4747						
3.70	40.4473		10	3.532	4.196	3.465	4.255
3.75	42.5211		20	3.533	4.194	3.468	4.305
3.80	44.7012		30	3.585	4.152	3.430	4.205
3.85	46.9931						
3.90	49.4024						
3.95	51.9354						
4.00	54.5982						
4.05	57.3975						
4.10	60.3403						
4.15	63.4340						
4.20	66.6863						

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №19:
"ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЗА ФОРМУЛАМИ ПРЯМОКУТНИКІВ ТА ТРАПЕЦІЙ"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з троьома різновидами формули прямокутників для наближеного обчислення означеного інтеграла.
2. Ознайомитися з формулою трапецій для наближеного обчислення означеного інтеграла.
3. Навчитися визначати похибку обчислень означеного інтеграла за формулами прямокутників та трапецій.
4. Навчитися обчислювати величину означеного інтеграла, використовуючи бібліотеку функцій `Matlab`.
5. Навчитися складати програми засобами `Matlab` для обчислення величини означеного інтеграла за формулами прямокутників та трапецій з наперед заданою точністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано означений інтеграл

$$\int_{0.1}^{0.9} \frac{1}{x^2+2.3} dx.$$

Необхідно: обчислити значення цього інтеграла за формулами лівих, середніх та правих прямокутників з точністю `epsilon=0.001`.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму обчислення інтеграла за формулами лівих, середніх та правих прямокутників засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_19_01`*. Передбачити розроблення та використання підпрограм-функцій для ініціалізації вхідних параметрів та обчислення значення означеного інтеграла за формулами лівих, середніх та правих прямокутників.

```
function ind_work_19_01
 % Обчислення величини означеного інтеграла
 % за формулами лівих, середніх та правих прямокутників:
 % підінтегральна функція f(x)=1./(x.^2+2.3); межі інтегрування (0.1;
0.9).

 % Ініціалізація вхідних параметрів
 [xmin,xmax,epsilon]=InitData();

 % Обчислення значення означеного інтеграла за формулою лівих
прямокутників
 [Ik,Is]=LeftRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon);

 % Обчислення значення означеного інтеграла за формулою середніх
прямокутників
 [Ik,Is]=MiddleRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon);

 % Обчислення значення означеного інтеграла за формулою правих
прямокутників
 [Ik,Is]=RightRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon);

end

% Ініціалізація вхідних параметрів
```

```
function [xmin,xmax,epsilon]=InitData()
 xmin=0.1; % Нижня межа інтегрування
 xmax=0.9; % Верхня межа інтегрування
 epsilon=0.001; % Точність обчислення означеного інтеграла
end

% Обчислення значення означеного інтеграла за формулою лівих
прямокутників
function [Ik,Is]=LeftRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon)
 f=inline('1./(x.^2+2.3)'); % Підінтегральна функція f(x)
 n=10; % Початкова кількість інтервалів розбиття проміжку інтегрування
 Ip=0; % Попереднє наближення значення інтеграла
 Ik=1; % Наступне наближення значення інтеграла
 k=0; % Номер ітерації
 fprintf('\nПослідовні наближення значення означеного інтеграла за
формулою лівих прямокутників:');
 while abs(Ik-Ip)>epsilon
  if k==0 % Якщо k=0, то обчислюємо перше значення інтеграла Ip
   k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
   N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
   dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
   x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
   y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
   s=sum(y)-y(N); % Обчислення допоміжної суми для формули лівих
прямокутників
   Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою прямокутників
   fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik);
   n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   else
    Ip=Ik; % Корекція попереднього значення інтеграла
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
    dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
    x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
    y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
    s=sum(y)-y(N); % Обчислення допоміжної суми для формули лівих
прямокутників
    Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою прямокутників
    fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik)
    n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   end;
  end;
 Is=quad('1./(x.^2+2.3)',xmin,xmax); % Інтеграл за стандартною
функцією Matlab
 fprintf('\nЗначення інтеграла, обчислене за стандартною функцією
Matlab Is=%8.5f',Is);
 err=abs(Is-Ik);
 fprintf('\nПохибка інтегрування err=%8.5f\n',err);
end

% Обчислення значення означеного інтеграла за формулою середніх
прямокутників
function [Ik,Is]=MiddleRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon)
```

```
 f=inline('1./(x.^2+2.3)'); % Підінтегральна функція f(x)
 n=10; % Початкова кількість інтервалів розбиття проміжку інтегрування
 Ip=0; % Попереднє наближення значення інтеграла
 Ik=1; % Наступне наближення значення інтеграла
 k =0; % Номер ітерації
 fprintf('\nПослідовні наближення значення означеного інтеграла за
формулою середніх прямокутників:');
 while abs(Ik-Ip)>epsilon
  if k==0 % Якщо k=0, то обчислюємо перше значення інтеграла Ip
   k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
   N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
   dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
   x=xmin+dx/2:dx:xmax-dx/2+0.0001; % Формування вектора абсцис точок
інтегрування
   y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
   s=sum(y); % Обчислення допоміжної суми для формули середніх
прямокутників
   Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою середніх прямокутників
   fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik);
   n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   else
    Ip=Ik; % Корекція попереднього значення інтеграла
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
    dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
     x=xmin+dx/2:dx:xmax-dx/2+0.0001; % Формування вектора абсцис
точок інтегрування
    y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
    s=sum(y); % Обчислення допоміжної суми для формули середніх
прямокутників
    Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою середніх прямокутників
    fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik)
    n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   end;
 end;
 Is=quad('1./(x.^2+2.3)',xmin,xmax); % Інтеграл за стандартною
функцією Matlab
 fprintf('\nЗначення інтеграла, обчислене за стандартною функцією
Matlab Is=%8.5f',Is);
 err=abs(Is-Ik);
 fprintf('\nПохибка інтегрування err=%8.5f\n',err);
end

% Обчислення значення означеного інтеграла за формулою правих
прямокутників
function [Ik,Is]=RightRectanglesMethod(xmin,xmax,epsilon)
 f=inline('1./(x.^2+2.3)'); % Підінтегральна функція f(x)
 n=10; % Початкова кількість інтервалів розбиття проміжку інтегрування
 Ip=0; % Попереднє наближення значення інтеграла
 Ik=1; % Наступне наближення значення інтеграла
 k=0; % Номер ітерації
 fprintf('\nПослідовні наближення значення означеного інтеграла за
формулою правих прямокутників:');
```

```
 while abs(Ik-Ip)>epsilon
  if k==0 % Якщо k=0, то обчислюємо перше значення інтеграла Ip
   k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
   N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
   dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
   x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
   y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
   s=sum(y)-y(1); % Обчислення допоміжної суми для формули правих
прямокутників
   Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою правих прямокутників
   fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik);
   n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   else
    Ip=Ik; % Корекція попереднього значення інтеграла
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
    dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
    x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
    y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
    s=sum(y)-y(1); % Обчислення допоміжної суми для формули правих
прямокутників
    Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою правих прямокутників
    fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik)
    n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   end;
  end;
 Is=quad('1./(x.^2+2.3)',xmin,xmax); % Інтеграл за стандартною
функцією Matlab
 fprintf('\nЗначення інтеграла, обчислене за стандартною функцією
Matlab Is=%8.5f',Is);
 err=abs(Is-Ik);
 fprintf('\nПохибка інтегрування err=%8.5f\n',err)
end
```

```
>> ind_work_19_01

Послідовні наближення значення означеного інтеграла за формулою лівих
прямокутників:
k= 1   Ik= 0.31411
k= 2   Ik= 0.31018
k= 3   Ik= 0.30978
Значення інтеграла, обчислене за стандартною функцією Matlab Is=
0.30974
Похибка інтегрування err= 0.00004

Послідовні наближення значення означеного інтеграла за формулою
середніх прямокутників:
k= 1   Ik= 0.30978
k= 2   Ik= 0.30974
Значення інтеграла, обчислене за стандартною функцією Matlab Is=
0.30974
Похибка інтегрування err= 0.00000
```

```
Послідовні наближення значення означеного інтеграла за формулою правих
прямокутників:
k= 1   Ik= 0.30520
k= 2   Ik= 0.30929
k= 3   Ik= 0.30969
Значення інтеграла, обчислене за стандартною функцією Matlab Is=
0.30974
Похибка інтегрування err= 0.00004
```

Завдання 2. Дано означений інтеграл

$$\int_{0.6}^{1.6} \frac{x^2+2.2}{\sqrt{x^2+1.4}}dx$$

Необхідно: обчислити значення цього інтеграла за формулою трапецій з точністю `epsilon=0.001`.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму обчислення інтеграла за формулою трапецій засобами Matlab і зберегти її під назвою *ind_work_19_02*. Передбачити розроблення та використання підпрограм-функцій для ініціалізації вхідних параметрів та обчислення значення означеного інтеграла за формулою трапецій.

```
function ind_work_19_02
 % Обчислення величини означеного інтеграла
 % за формулою трапецій:
 % підінтегральна функція f(x)=(x.^2+2.2)./sqrt(x.^2+1.4); межі
інтегрування (0.6; 1.6).

 % Ініціалізація вхідних параметрів
 [xmin,xmax,epsilon]=InitData();

 % Обчислення значення означеного інтеграла за формулою трапецій
 [Ik,Is]=TrapeziumMethod(xmin,xmax,epsilon);

end

% Ініціалізація вхідних параметрів
function [xmin,xmax,epsilon]=InitData()
 xmin=0.6; % Нижня межа інтегрування
 xmax=1.6; % Верхня межа інтегрування
 epsilon=0.001; % Точність обчислення означеного інтеграла
end

% Обчислення значення означеного інтеграла за формулою трапецій
function [Ik,Is]=TrapeziumMethod(xmin,xmax,epsilon)
 f=inline('(x.^2+2.2)./sqrt(x.^2+1.4)'); % Підінтегральна функція f(x)
 n=10; % Початкова кількість інтервалів розбиття проміжку інтегрування
 Ip=0; % Попереднє наближення значення інтеграла
 Ik=1; % Наступне наближення значення інтеграла
 k=0; % Номер ітерації
 fprintf('\nПослідовні наближення значення означеного інтеграла за
формулою трапецій:');
 while abs(Ik-Ip)>epsilon
  if k==0 % Якщо , то k=0 обчислюємо перше значення інтеграла Ip
   k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
   N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
```

```
   dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
   x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
   y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
   s=sum(y)-(y(1)+y(N))/2; % Обчислення допоміжної суми для формули
трапецій
   Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою трапецій
   fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik);
   n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   else
    Ip=Ik; % Корекція попереднього значення інтеграла
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
    dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
    x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
    y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
    s=sum(y)-(y(1)+y(N))/2; % Обчислення допоміжної суми для формули
трапецій
    Ik=s*dx; % Обчислення інтеграла за формулою прямокутників
    fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik)
    n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   end;
  end;
 Is=quad('(x.^2+2.2)./sqrt(x.^2+1.4)',xmin,xmax); % Інтеграл за
стандартною функцією Matlab
 fprintf('\nЗначення інтеграла, обчислене за стандартною функцією
Matlab Is=%8.5f',Is);
 err=abs(Is-Ik);
 fprintf('\nПохибка інтегрування err=%8.5f\n',err);
end

>> ind_work_19_02a


Послідовні наближення значення означеного інтеграла за формулою
трапецій:
k= 1   Ik= 2.12786
k= 2   Ik= 2.12753
Значення інтеграла, обчислене за стандартною функцією Matlab Is=
2.12753
Похибка інтегрування err= 0.00000
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Обчислити заданий за варіантом означений інтеграл з точністю 0.001 за формулою прямокутників. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_19_01*.

Завдання 2. Обчислити заданий за варіантом означений інтеграл з точністю 0.001 за формулою трапецій. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_19_02*.

№	*Означений інтеграл до завдання 1:*	№	*Означений інтеграл до завдання 2:*
1	$\int_{0.8}^{1.6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}}.$	1	$\int_{0.5}^{1.3} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
2	$\int_{1.2}^{2.7} \frac{dx}{\sqrt{x^2+3.2}}.$	2	$\int_{2}^{3.2} \frac{x-0.5}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
3	$\int_{1.2}^{2} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1.3}}.$	3	$\int_{0.5}^{1.5} \frac{x^2+0.5}{\sqrt{x^2+1}} dx..$
4	$\int_{0.2}^{1.2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+1}}.$	4	$\int_{2.2}^{3.4} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
5	$\int_{0.8}^{1.4} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+3}}..$	5	$\int_{1.2}^{2} \frac{x-0.5}{\sqrt{x^2-1}} dx.$
6	$\int_{0.4}^{1.2} \frac{dx}{\sqrt{0.5x^2+2}}.$	6	$\int_{2.2}^{3.8} \frac{x^2+1}{\sqrt{x^2+2}} dx.$
7	$\int_{1.4}^{2.1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2-1}}.$	7	$\int_{0.2}^{2.4} \frac{\sqrt{x^2+1}}{x+2} dx.$
8	$\int_{1.2}^{2.4} \frac{dx}{\sqrt{x^2+0.5}}.$	8	$\int_{1}^{2.6} \frac{x}{\sqrt{x^2+3}} dx.$
9	$\int_{0.4}^{1.2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+3}}.$	9	$\int_{0.8}^{1.6} \frac{0.5x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
10	$\int_{0.6}^{1.5} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}}.$	10	$\int_{0.4}^{1.6} \frac{x+1}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
11	$\int_{2}^{3.5} \frac{dx}{\sqrt{2x^2-1}}.$	11	$\int_{0.8}^{1.42} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+4}} dx.$
12	$\int_{0.5}^{1.5} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2}}.$	12	$\int_{2.6}^{3.4} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}} dx.$
13	$\int_{2.2}^{2.8} \frac{dx}{\sqrt{x^2+0.6}}.$	13	$\int_{0.8}^{2.3} \frac{x}{\sqrt{x^2+2}} dx.$
14	$\int_{1.4}^{2.2} \frac{dx}{\sqrt{3x^2+1}}.$	14	$\int_{2.4}^{3.2} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+2}} dx.$
15	$\int_{0.8}^{1.8} \frac{dx}{\sqrt{x^2+4}}.$	15	$\int_{0.2}^{2} \frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
16	$\int_{1.6}^{2.2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2.5}}.$	16	$\int_{0.7}^{1.5} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$

17	$\int_{0.6}^{1.6} \frac{dx}{\sqrt{x^2+0.8}}.$	17	$\int_{0.2}^{2.5} \frac{\sqrt{x^2+2}}{x+2} dx.$
18	$\int_{1.2}^{2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+1.2}}.$	18	$\int_{1.4}^{2.6} \frac{x}{\sqrt{x^2+2.5}} dx..$
19	$\int_{1.4}^{2} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0.7}}.$	19	$\int_{2.2}^{3.4} \frac{x}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
20	$\int_{3.2}^{4} \frac{dx}{\sqrt{0.5x^2+1}}.$	20	$\int_{0.4}^{1.6} \frac{x+3}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
21	$\int_{0.8}^{1.7} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0.3}}.$	21	$\int_{1.3}^{2.8} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+1.8}} dx..$
22	$\int_{1.2}^{2} \frac{dx}{\sqrt{0.5x^2+1.5}}.$	22	$\int_{0.4}^{1.8} \frac{x^2+2}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
23	$\int_{2.1}^{3.6} \frac{dx}{\sqrt{x^2-3}}.$	23	$\int_{0.6}^{2} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+2}} dx.$
24	$\int_{1.3}^{2.5} \frac{dx}{\sqrt{0.2x^2+1}}.$	24	$\int_{1.6}^{2.8} \frac{x^2+0.5}{\sqrt{x^2+1}} dx..$
25	$\int_{0.6}^{1.4} \frac{dx}{\sqrt{1.2x^2+0.5}}.$	25	$\int_{0.2}^{1.1} \frac{\sqrt{x^2+1}}{2x+2.3} dx.$
26	$\int_{1.3}^{2.1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2-0.4}}.$	26	$\int_{0.6}^{1.8} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+1.7}} dx.$
27	$\int_{1.4}^{2.6} \frac{dx}{\sqrt{1.5x^2+0.7}}.$	27	$\int_{0.4}^{1.8} \frac{x^2+1.4}{\sqrt{x^2+0.2}} dx..$
28	$\int_{0.1}^{0.7} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1.5}}.$	28	$\int_{2.2}^{2.8} \frac{4-x}{\sqrt{x^2+1}} dx.$
29	$\int_{2.3}^{3} \frac{dx}{\sqrt{x^2-4}}.$	29	$\int_{0.8}^{1.5} \frac{x}{\sqrt{x^2+2.4}} dx.$
30	$\int_{0.1}^{0.9} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2.3}}.$	30	$\int_{0.4}^{175} \frac{x^2+2.2}{\sqrt{x^2+1.4}} dx..$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №20:
"ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЗА ФОРМУЛОЮ СІМПСОНА"

МЕТА РОБОТИ

1. Ознайомитися з формулою Сімпсона для наближеного обчислення означеного інтеграла.
2. Навчитися визначати похибку обчислень означеного інтеграла за формулою Сімпсона.
3. Навчитися обчислювати величину означеного інтеграла, використовуючи бібліотеку функцій `Matlab`.
4. Навчитися складати програми засобами `Matlab` для обчислення величини означеного інтеграла методом Сімпсона з наперед заданою точністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано означений інтеграл

$$\int_{1.2}^{4.4} \frac{\sin(2x - 2.1)}{x^2 + 1} dx.$$

Необхідно: обчислити значення цього інтеграла за формулою Сімпсона з точністю `epsilon=0.001`.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму обчислення інтеграла за формулою Сімпсона засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_20_01`*. Передбачити розроблення та використання підпрограм-функцій для ініціалізації вхідних параметрів та обчислення значення означеного інтеграла за формулою Сімпсона.

```
function ind_work_20_01
 % Обчислити величину означеного інтеграла за формулою Сімпсона:
 % підінтегральна функція f(x)=sin(2*x-2.1)./(x.^2+1); межі
інтегрування (1.2; 4.4).
 % Оцінити похибку обчислення, порівнявши величину означеного
інтеграла
 % з відповідним йому значенням, обчисленим за допомогою стандартної
функції Matlab

 % Ініціалізація вхідних параметрів
 [xmin,xmax,epsilon]=InitData();

 % Обчислення значення означеного інтеграла за формулою Сімпсона
 [Ik,Is]=SimpsonMethod(xmin,xmax,epsilon);

end

% Ініціалізація вхідних параметрів
function [xmin,xmax,epsilon]=InitData()
 xmin=1.2; % Нижня межа інтегрування
 xmax=4.4; % Верхня межа інтегрування
 epsilon=0.001; % Точність обчислення означеного інтеграла
end

% Обчислення значення означеного інтеграла за формулою Сімпсона
function [Ik,Is]=SimpsonMethod(xmin,xmax,epsilon)
 f=inline('sin(2*x-2.1)./(x.^2+1)'); % Підінтегральна функція f(x)
 n=10; % Початкова кількість інтервалів розбиття проміжку інтегрування
 Ip=0; % Попереднє наближення значення інтеграла
```

```
 Ik=1; % Наступне наближення значення інтеграла
 k=0; % Номер ітерації
 fprintf('\nПослідовні наближення значення означеного інтеграла за
формулою Сімпсона:');
 while abs(Ik-Ip)>epsilon
  if k==0 % Якщо k=0, то обчислюємо перше значення інтеграла Ip
   k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
   N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
   dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
   x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
   y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
   s1=y(1)+y(N); % Обчислення допоміжної суми для формули Сімпсона
   i=2:2:N-1;
   s2=sum(y(i));
   i=3:2:N-2;
   s3=sum(y(i));
   Ik=(s1+2*s2+4*s3)*dx/3; % Обчислення інтеграла за формулою Сімпсона
   fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik);
   n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   else
    Ip=Ik; % Корекція попереднього значення інтеграла
    k=k+1; % Поточне значення номера ітерації
    N=n+1; % Кількість точок розбиття проміжку інтегрування
    dx=(xmax-xmin)/n; % Крок інтегрування
    x=xmin:dx:xmax; % Формування вектора абсцис точок інтегрування
    y=feval(f,x); % Формування вектора ординат в точках інтегрування
    s1=y(1)+y(N); % Обчислення допоміжної суми для формули Сімпсона
    i=2:2:N-1;
    s2=sum(y(i));
    i=3:2:N-2;
    s3=sum(y(i));
    Ik=(s1+2*s2+4*s3)*dx/3; % Обчислення інтеграла за формулою
Сімпсона
    fprintf('\nk=%2d   Ik=%8.5f',k,Ik)
    n=10*n; % Збільшення у 10 разів кількості інтервалів розбиття
проміжку інтегрування
   end;
  end;
 Is=quad('sin(2*x-2.1)./(x.^2+1)',xmin,xmax); % Інтеграл за
стандартною функцією Matlab
 fprintf('\nЗначення інтеграла, обчислене за стандартною функцією
Matlab Is=%8.5f',Is);
 err=abs(Is-Ik);
 fprintf('\nПохибка інтегрування err=%8.5f\n',err);
end

>> ind_work_20_01a

Послідовні наближення значення означеного інтеграла за формулою
Сімпсона:
k= 1   Ik= 0.12838
k= 2   Ik= 0.15165
k= 3   Ik= 0.15311
k= 4   Ik= 0.15324
```

```
Значення інтеграла, обчислене за стандартною функцією Matlab Is=
0.15326
Похибка інтегрування err= 0.00002
```

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Обчислити заданий за варіантом означений інтеграл з точністю 0.001 за формулою Сімпсона. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою *ind_work_20_01*.

№	*Означений інтеграл:*	*№*	*Означений інтеграл:*
1	$\int_{1.2}^{2} \frac{\lg(x+2)}{x} dx.$	16	$\int_{1.4}^{2} \frac{\lg(x+8)}{x+3} dx.$
2	$\int_{1.6}^{2.4} (x+1) sinx dx.$	17	$\int_{1.8}^{2.6} (x^2+1) cos5x dx.$
3	$\int_{0.2}^{1} \frac{tg(x^2)}{x^2+1} dx.$	18	$\int_{0.5}^{1.6} \frac{tg(x^2+4)}{x^2+3} dx$
4	$\int_{0.6}^{1.4} \frac{cosx}{x+1} dx.$	19	$\int_{1.2}^{2} \frac{\lg(\sqrt{x}+2)}{x} dx.$
5	$\int_{0.4}^{1.2} \sqrt{x} \cos(x^2) dx.$	20	$\int_{1.6}^{2.4} (\sqrt{x}+1) sin3x dx.$
6	$\int_{0.8}^{1.2} \frac{\sin(2x)}{x^2} dx$	21	$\int_{0.2}^{1.6} \frac{tg(x^2)}{x^2+1} dx$
7	$\int_{0.8}^{1.6} \frac{\lg(x^2+1)}{x} dx.$	22	$\int_{1.8}^{2.6} \frac{\lg(3x+7)}{x+1.2} dx.$
8	$\int_{0.4}^{4.2} \frac{\cos x}{x+2} dx.$	23	$\int_{1.6}^{2.4} (3x+7) sin1.2x dx.$
9	$\int_{0.4}^{0.8} \frac{tg(x^2+0.5)}{2x^2+1} dx$	24	$\int_{0.3}^{1} \frac{tg(x^2+3)}{x^2+1} dx$
10	$\int_{0.4}^{1.2} (2x+0.5) sinx dx.$	25	$\int_{1.4}^{2.2} \frac{\lg(\sqrt{x}+2)}{x=2} dx.$
11	$\int_{0.2}^{0.8} \sqrt{x+1} \cos(x^2) x dx.$	26	$\int_{1.6}^{2.4} (5x+2) cos4x dx.$
12	$\int_{0.4}^{1.2} \frac{cos(x^2)}{x^2+1} dx$	27	$\int_{0.4}^{1} \frac{tg(x^2-2)}{x^2+3.2} dx$
13	$\int_{1.4}^{2.2} \frac{\lg(x^2+2)}{x+1} dx.$	28	$\int_{1.4}^{2} \frac{\lg(3x+4)}{x+1.3} dx.$

14	$$\int_{0.6}^{1.4} (x^2+1)\sin(x-0.5)\,dx.$$	29	$$\int_{1.6}^{2.4} (6x-1)lnx\,dx.$$
15	$$\int_{1.2}^{2} \frac{lg(x^2+3)}{2x^2+1}dx$$	30	$$\int_{0.2}^{1.2} \frac{ln(x^2+4)}{5x^2+1}dx$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №21:
"НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод Ейлера чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
2. Вивчити метод Ейлера з уточненням чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
3. Навчитися складати програми засобами `Matlab` для чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано звичайне диференціальне рівняння першого порядку та початкові умови:

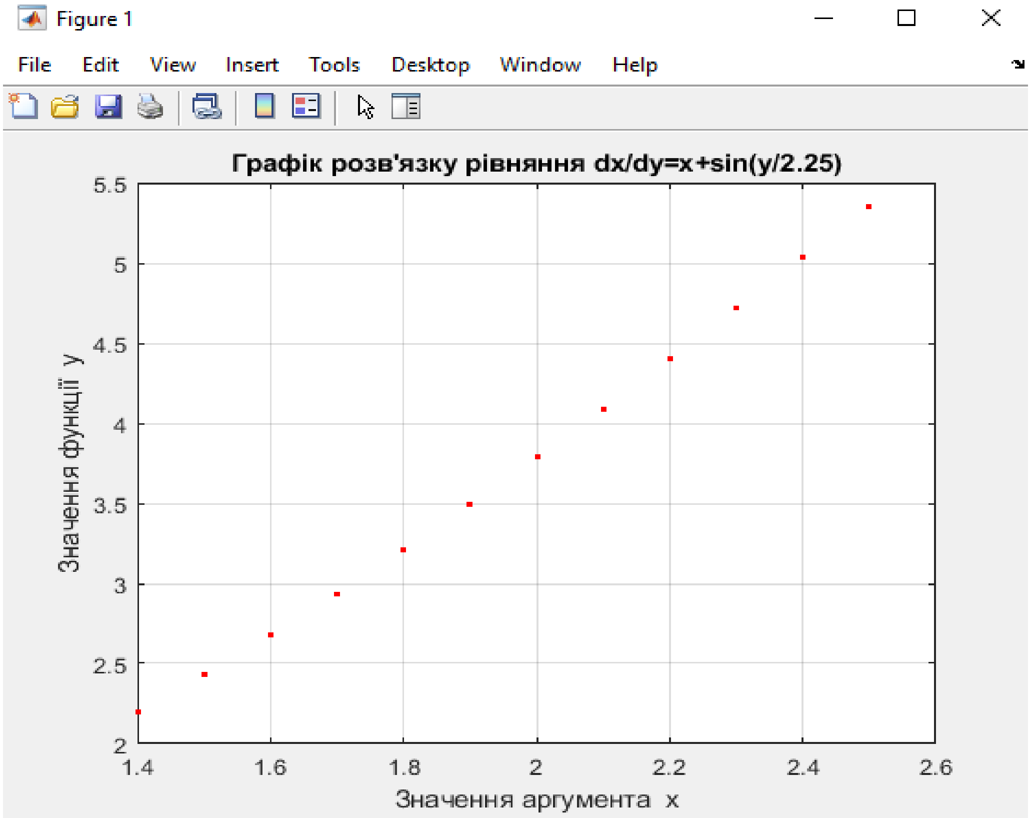
$$y' = x + \sin\left(\frac{y}{2.25}\right); \quad y(1.4) = 2.2.$$

Необхідно: чисельно розв'язати це рівняння на інтервалі `[1.4;  2.4]` з кроком `h=0.1` методом Ейлера з уточненням.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`lab_work_21_01`*.

```
function lab_work_21_01
 % Розв'язування звичайного диференціального рівняння
 % y'=x+sin(y/2.25) на інтевалі [1.4;2.4], якщо y(1.4)=2.2
 % методом Ейлера з уточненням.

 % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,N,epsilon,x,y]=InitData();

 % Розрахунок та виведення на друк таблиці розв'язків диференціального
рівняння:
 [x,y]=DiffEquation(a,b,h,N,epsilon,x,y);

 % Побудова графіка функції, яка є розв'язком диференціального
рівняння
 graf(x,y);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,N,epsilon,x,y]=InitData();
 a=1.4; % Ліва межа інтервалу, на якому розв'язується рівняння
 b=2.4; % Права межа інтервалу, на якому розв'язується рівняння
 h=0.1; % Крок розбиття інтервалу
 epsilon=0.001; % Точність обчислень розв'язків
 x=a:h:b+3*h/2; % Формування вектора абсцис точок розв'язку
 for i=1:10 % Обнулення вектора ординат точок розв'язку
  y(i)=0;
 end
 N=(b-a)/h+1;
end
```

```
% Розрахунок та виведення на друк таблиці розв'язків диференціального
рівняння:
function [x,y]=DiffEquation(a,b,h,N,epsilon,x,y)
 fprintf('\nТаблиця розвязків диференціального рівняння: \n');
 fprintf('  i          x(i)       f(i)        y(i) ');
 y(1)=2.2; % Реалізація початкових умов
 f(1)=x(1)+sin(y(1)/2.25); % Обчислення функції f(x,y)
                          % в точці (x(1)=1.4; y(1)=2.2)
 for i=1:N % Розрахунок ординат точок розв'язку
  yk=y(i);  % Значення yk в точці x(i)
  fk=f(i);  % Значення fk в точці x(i)
  ykk=1;    % Наступне наближення функції ykk
  ykp=0;    % Попереднє наближення функції  ykp
  while abs(ykk-ykp) > epsilon % Поки точність не досягнута,
виконувати...
    ykp=ykk; % Коригування попереднього наближення функції ykp
    yk1=yk+h*fk; % Допоміжна величина
    f1k=x(i+1)+sin(yk1/2.25); % Допоміжна величина
    ykk=yk+(fk+f1k)*h/2; % Наступне наближення функції ykk
  end
  fprintf('\n%3d    %10.4f %10.4f %10.4f ',i, x(i), f(i), y(i));
  y(i+1)=ykk; % Формування значення  y(i+1) в точці x(i+1)
  f(i+1)=x(i+1)+sin(y(i+1)/2.25); % Формування значення  f(i+1) в
точці x(i+1)
 end
 fprintf('\n');
end

% Побудова графіка функції, яка є розв'язком диференціального рівняння
function graf(x,y)
  figure(1);
  plot(x,y,'r.');
  title('Графік розв''язку рівняння dx/dy=x+sin(y/2.25)');
  xlabel('Значення аргумента  x');
  ylabel('Значення функції  y');
  grid on
end

>> ind_work_21_02a

Таблиця розвязків диференціального рівняння:
  i         x(i)        f(i)         y(i)
  1        1.4000      2.2293      2.2000
  2        1.5000      2.3821      2.4305
  3        1.6000      2.5281      2.6759
  4        1.7000      2.6648      2.9355
  5        1.8000      2.7895      3.2082
  6        1.9000      2.8998      3.4927
  7        2.0000      2.9937      3.7874
  8        2.1000      3.0696      4.0906
  9        2.2000      3.1268      4.4004
 10        2.3000      3.1654      4.7151
 11        2.4000      3.1863      5.0327
```



ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Використовуючи метод Ейлера з уточненням, отримати з точністю 0.001 таблицю значень розв'язку диференціального рівняння $y' = f(x,y)_{y' = f(x,y)}$, що задовільняє заданим початковим умовам $y(x_0) = y_{0\,y(x_0) = y_0}$ на відрізку $[a,b]_{[a,b]}$ з кроком h_h. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `lab_work_21_01`.

№	*Диференціальне рівняння, початкові умови, інтервал інтегрування:*	№	*Диференціальне рівняння, початкові умови, інтервал інтегрування:*
1	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{5}}; \\ y_0(1.8) = 2.6;\ x \in [1.8; 2.8]. \end{cases}$	16	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{2.8}}; \\ y_0(1.4) = 2.2;\ x \in [1.4; 2.4]. \end{cases}$
2	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{3}; \\ y_0(1.6) = 4.6;\ x \in [1.6; 2.6]. \end{cases}$	17	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{e}; \\ y_0(1.4) = 2.5;\ x \in [1.4; 2.4]. \end{cases}$
3	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{10}}; \\ y_0(0.6) = 0.8;\ x \in [0.6; 1.6]. \end{cases}$	18	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{2}}; \\ y_0(0.8) = 2.3;\ x \in [0.8; 1.8]. \end{cases}$
4	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{7}}; \\ y_0(0.5) = 0.6;\ x \in [0.5; 1.5]. \end{cases}$	19	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{3}}; \\ y_0(1.1) = 1.5;\ x \in [1.1; 2.1]. \end{cases}$
5	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\pi}; \\ y_0(1.7) = 5.3;\ x \in [1.7; 2.7]. \end{cases}$	20	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{11}}; \\ y_0(0.6) = 1.2;\ x \in [0.6; 1.6]. \end{cases}$

6	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{2.25}; \\ y_0(1.4) = 2.2;\ x \in [1.4; 2.4]. \end{cases}$	21	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{1.25}; \\ y_0(0.5) = 1.8;\ x \in [0.5; 1.5]. \end{cases}$
7	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{e}; \\ y_0(1.4) = 2.5;\ x \in [1.4; 2.4]. \end{cases}$	22	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{1.5}}; \\ y_0(0.2) = 1.1;\ x \in [0.2; 1.2]. \end{cases}$
8	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{2}}; \\ y_0(0.8) = 1.4;\ x \in [0.8; 1.8]. \end{cases}$	23	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{1.3}}; \\ y_0(0.1) = 0.8;\ x \in [0.1; 1.1]. \end{cases}$
9	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{3}}; \\ y_0(1.2) = 2.1;\ x \in [1.2; 2.2]. \end{cases}$	24	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{0.3}}; \\ y_0(0.5) = 0.6;\ x \in [0.5; 1.5]. \end{cases}$
10	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{11}}; \\ y_0(2.1) = 2.5;\ x \in [2.1; 3.1]. \end{cases}$	25	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{0.7}}; \\ y_0(1.2) = 1.4;\ x \in [1.2; 2.2]. \end{cases}$
11	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{5}}; \\ y_0(1.8) = 2.6;\ x \in [1.8; 2.8]. \end{cases}$	26	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{1.25}; \\ y_0(0.4) = 0.8;\ x \in [0.4; 1.4]. \end{cases}$
12	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{3}; \\ y_0(1.6) = 4.6;\ x \in [1.6; 2.6]. \end{cases}$	27	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{1.5}}; \\ y_0(0.3) = 0.9;\ x \in [0.3; 1.3]. \end{cases}$
13	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\pi}; \\ y_0(1.7) = 5.3;\ x \in [1.7; 2.7]. \end{cases}$	28	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{1.3}}; \\ y_0(1.2) = 1.8;\ x \in [1.2; 2.2]. \end{cases}$
14	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{7}}; \\ y_0(0.5) = 0.6;\ x \in [0.5; 1.5]. \end{cases}$	29	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{0.3}}; \\ y_0(0.7) = 2.1;\ x \in [0.7; 1.7]. \end{cases}$
15	$\begin{cases} y' = x + sin\dfrac{y}{\sqrt{5}}; \\ y_0(1.8) = 2.6;\ x \in [1.8; 2.8]. \end{cases}$	30	$\begin{cases} y' = x + cos\dfrac{y}{\sqrt{0.7}}; \\ y_0(0.9) = 1.7;\ x \in [0.9; 1.9]. \end{cases}$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №22:
“НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА”

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод Рунге-Кутта чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
2. Навчитися використовувати функції `Matlab` для чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
3. Навчитися складати програми засобами `Matlab` для чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Дано звичайне диференціальне рівняння першого порядку та початкові умови:
$y' = 1 + 0.2 * y * sinx - 1.5 * y^2;\quad y(0) = 0.$

Необхідно: чисельно розв’язати це рівняння на інтервалі `[0;1]` з кроком `h=0.1` методом Рунге_Кутта.

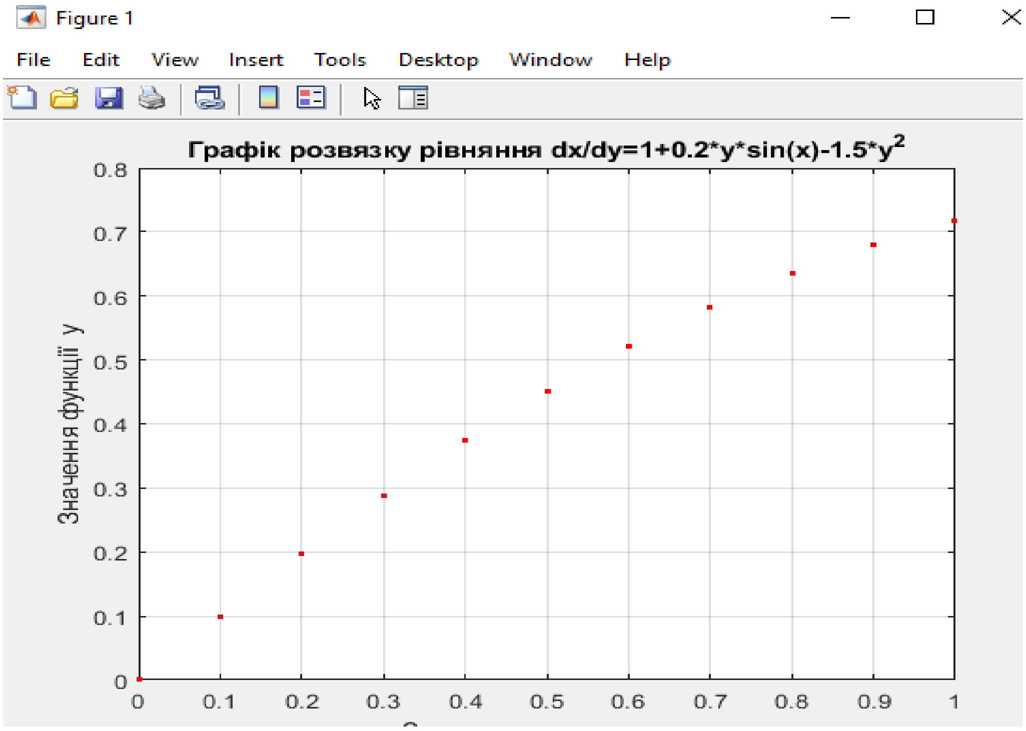
Для розв’язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_22_01`*.

```
function ind_work_22_01
 % Розв'язування звичайного диференціального рівняння
 % y'=1+0.2*y*sin(x)-1.5*y.^2 на інтервалі [0;1] з кроком h=0.1
 % за початкових умов y(0)=0 методом Рунге-Кутта.

 % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,epsilon,x,y]=InitData();

 % Розрахунок та виведення на друк таблиці розв'язків диференціального
рівняння:
 [x,y,N]=RungeKuttaMethod(a,b,h,epsilon,x,y);

 % Побудова графіка функції, яка є розв'язком диференціального
рівняння
 graf(x,y);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,epsilon,x,y]=InitData()
 a=0;    % Ліва межа інтервалу, на якому розв'язується рівняння
 b=1;    % Права межа інтервалу, на якому розв'язується рівняння
 h=0.1; % Крок розбиття інтервалу
 epsilon=0.001; % Точність обчислень розв'язків
 x=a:h:b+h/2;    % Формування вектора абсцис точок розв'язку
 for i=1:10 % Обнулення вектора ординат точок розв'язку
    y(i)=0;
 end
end

% Розрахунок та виведення на друк таблиці розв'язків диференціального
рівняння:
function [x,y,N]=RungeKuttaMethod(a,b,h,epsilon,x,y)
 y(1)=0; % Реалізація початкових умов
```

```
 % Обчислення функції f(x,y) в точці (x(1)=0; y(1)=0):
 f(1)=1+0.2*y(1)*sin(x(1))-1.5*y(1).^2; % Обчислення функції f(x,y)
 N=(b-a)/h+1; % Кількість точок розбиття ітервалу [a;b] з кроком h

 % Виведення таблиці розв'язків диференціального рівняння:
 fprintf('\nТаблиця розвязків диференціального рівняння: \n');
 fprintf('  i          x(i)      y(i)       k1(i)       k2(i)
k3(i)       k4(i)       dy(i)       y(i+1)')
 for i=2:N+1 % Розрахунок ординат точок розв'язку
  % Обчислення допоміжних величин методу Рунге-Кутта:
  f(i)= 1+0.2*y(i-1)*sin(x(i-1))-1.5*y(i-1).^2;
  k1(i)=(1+0.2*y(i-1)*sin(x(i-1))-1.5*y(i-1).^2);
  k2(i)=(1+0.2*(y(i-1)+h*k1(i)/2)*sin(x(i-1)+h/2)-1.5*(y(i-
1)+h*k1(i)/2).^2);
  k3(i)=(1+0.2*(y(i-1)+h*k2(i)/2)*sin(x(i-1)+h/2)-1.5*(y(i-
1)+h*k2(i)/2).^2);
  k4(i)=(1+0.2*(y(i-1)+h*k3(i))*sin(x(i-1)+h)-1.5*(y(i-
1)+h*k3(i)).^2);
  dy(i)=h*(k1(i)+2*k2(i)+2*k3(i)+k4(i))/6; % Приріст функції на i-ому
кроці
  y(i)=y(i-1)+dy(i); % Значення y(i) в точці x(i)
  fprintf('\n%3d    %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f  %10.4f
%10.4f  %10.4f  ',i-1, x(i-1), y(i-1), k1(i), k2(i), k3(i), k4(i),
dy(i), y(i));
 end
 fprintf('\n');
 y=y(1:N); % Відкидання останнього розрахованого значення вектора y
end

% Побудова графіка функції, яка є розв'язком диференціального рівняння
function graf(x,y)
  figure(1);
  plot(x,y,'r.');
  title('Графік розвязку рівняння dx/dy=1+0.2*y*sin(x)-1.5*y^2');
  xlabel('Значення аргумента  x');
  ylabel('Значення функції  y');
  grid on
end

>> ind_work_22_01
```

Таблиця розвязків диференціального рівняння:

i	x(i)	y(i)	k1(i)	k2(i)	k3(i)	k4(i)	dy(i)	y(i+1)
1	0.0000	0.0000	1.0000	0.9967	0.9968	0.9871	0.0996	0.0996
2	0.1000	0.0996	0.9871	0.9712	0.9715	0.9498	0.0970	0.1966
3	0.2000	0.1966	0.9498	0.9227	0.9236	0.8918	0.0922	0.2888
4	0.3000	0.2888	0.8919	0.8561	0.8578	0.8187	0.0856	0.3745
5	0.4000	0.3745	0.8188	0.7773	0.7797	0.7363	0.0778	0.4523
6	0.5000	0.4523	0.7365	0.6923	0.6953	0.6505	0.0694	0.5217
7	0.6000	0.5217	0.6507	0.6064	0.6098	0.5659	0.0608	0.5825
8	0.7000	0.5825	0.5661	0.5237	0.5273	0.4859	0.0526	0.6350
9	0.8000	0.6350	0.4862	0.4469	0.4505	0.4127	0.0449	0.6799
10	0.9000	0.6799	0.4130	0.3777	0.3811	0.3474	0.0380	0.7179
11	1.0000	0.7179	0.3477	0.3166	0.3197	0.2902	0.0318	0.7498



ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Використовуючи метод Рунге-Кутта, отримати з точністю 0.001 таблицю значень розв'язку диференціального рівняння $y' = f(x, y)_{y' = f(x,y)}$, що задовільняє заданим початковим умовам $y(0) = 0_{y(0)=0}$ на відрізку $[0; 1]_{[0;\,1]}$ з кроком $h = 0.1_{h=0.1}$. Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_22_01`.

№	*Диференціальне рівняння:*	*№*	*Диференціальне рівняння:*
1	$y' = 1 + 0.2y sinx - y^2.$	16	$y' = 1 + \frac{0.3y}{x+2} - \sin(2x + y).$
2	$y' = \cos(x + y) + 0.5(x - y).$	17	$y' = \frac{cosy}{x + 1.75} - 0.5y^2.$
3	$y' = \frac{cosx}{x+1} - 0.5y^2.$	18	$y' = 1 + (x - y)siny - (2 + x)y.$
4	$y' = (1 - y^2)cosx + 0.6y$	19	$y' = (0.8 - y^2)cosx + 0.3y.$
5	$y' = 1 + 0.4y sinx - 1.5y^2.$	20	$y' = 1 + 2.2sinx + 1.5y^2.$
6	$y' = \frac{cosy}{x+2} + 0.3y^2.$	21	$y' = \cos(x + y) + 0.75(x - y).$
7	$y' = \cos(1.5x + y) + (x - y).$	22	$y' = 1 - \sin(1.25x + y) + \frac{0.5y}{x+2}.$
8	$y' = 1 - \sin(x + y) + \frac{0.5y}{x+2}.$	23	$y' = \frac{cosy}{x + 25} - 0.3y^2.$
9	$y' = \frac{cosy}{x + 1.5} + 0.1y^2.$	24	$y' = 1 - \sin(1.75x + y) + \frac{0.1y}{x+2}.$

10	$y' = 0.6sinx - 1.25y^2 + 1.$	25	$y' = \frac{cosy}{x + 1.25} - 0.5y^2.$
11	$y' = \cos(2x + y) + 1.5(x - y)$	26	$y' = \sin(1.5x + y) - 2.25(x + y).$
12	$y' = 1 - \frac{0.1y}{x + 2} - \sin(2x + y).$	27	$y' = \frac{siny}{x + 1.5} - 1.25y^2.$
13	$y' = \frac{cosy}{x + 1.25} - 0.1y^2.$	28	$y' = 1 - (x - 1)siny + 2(x + y).$
14	$y' = 1 + 0.8ysinx - 2y^2.$	29	$y' = 1 - \sin(0.75x - y) + \frac{1.75y}{x - 2}.$
15	$y' = \cos(1.5x + y) + 1.5(x - y)$	30	$y' = \cos(x - y) + \frac{1.25y}{x + 1.5}.$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №23:
"АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод найменших квадратів і його застосування для апроксимації експериментальних даних лінійною залежністю.
2. Навчитися складати СЛАР для визначення коефіцієнтів лінійної функції.
3. Навчитися розв'язувати СЛАР і визначати коефіцієнти моделі засобами `Matlab`.
4. Опнувати технологією складання та тестування програм для апроксимації експериментальних даних лінійною залежністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Нижче у таблиці наведені результати експерименту, у якому досліджувалася функція y=f(x):

№ з/п	x	y
1	2.5	8.0
2	2.7	9.3
3	2.9	8.8
4	3.1	9.3
5	3.3	9.4
6	3.5	10.6
7	3.7	10.5
8	3.9	10.8
9	4.1	10.4
10	4.3	11.7

Необхідно: апроксимувати експериментальну залежність теоретичною лінійною залежністю, попередньо обгрунтувавши вибір цього виду моделі. Визначити коефіцієнти лінійної залежності, для чого скласти відповідну СЛАР і розв'язати її. Оцінити відхилення теоретичних значень функції від експериментальних.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_23_01`*. Передбачити розроблення та використання підпрограм-функцій для: ініціалізації вхідних даних; розрахунку коефіцієнта кореляції за експериментальними даними; нанесення експериментальних точок на координатну сітку для аналізу і вибору виду експериментальної залежності; розрахунку параметрів лінійної функції.

```
function ind_work_23_01
 % Апроксимація експериментальних даних
 % лінійною залежністю y=a0*x+a1

 % В результаті проведення експерименту отримано ряд значень функції
 % y=[8.0 9.3 8.8 9.3 9.4 10.6 10.5 10.8 10.4 11.7]
 % на інтервалі зміни аргумента від 2.5 до 4.3 з кроком 0.2.
 % Необхідно вибрати вид теоретичної залежності та визначити її
параметри

 % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,n,x,y]=InitData();

 % Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
 CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y);
```

```
 % Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
 % для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
 GraphModel(x,y);

 % Розрахунок параметрів лінійної функції
 LinearModel(x,y,n,h);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,n,x,y]=InitData()
 a=2.5; % Ліва межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 b=4.3;% Права межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 h=0.2; % Крок зміни аргумента
 n=(b-a)/h+1; % Кількість пар експериментальних точок
 x=a:h:b; % Формування масиву аргументів
 % Формування масиву експериментальних значень функції:
 y=[8.0 9.3 8.8 9.3 9.4 10.6 10.5 10.8 10.4 11.7];
end

% Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
function CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y)
 xc=sum(x)/n;
 yc=sum(y)/n;
 xic=x-xc;
 yic=y-yc;
 xicyic=(x-xc).*(y-yc);
 xicxic=(x-xc).*(x-xc);
 yicyic=(y-yc).*(y-yc);

 sxicyic=sum(xicyic);
 sxicxic=sum(xicxic);
 syicyic=sum(yicyic);

 Kxy=sxicyic/(n-1);
 SigX=sqrt(sxicxic/(n-1));
 SigY=sqrt(syicyic/(n-1));
 Rxy=Kxy/(SigX.*SigY);

 fprintf('\n Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними
даними: \n');
 fprintf('       x(i)       y(i)     v (i)-xc     y(i)-yc   (x(i)-
xc)*(y(i)-yc)   (x(i)-xc)^2   (y(i)-yc)^2 ');
 for i=1:n+h/2
    fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f
',x(i), y(i), xic(i), yic(i), xicyic(i), xicxic(i), xicyic(i) );
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f ',xc,
yc, 0, 0,  sxicyic, sxicxic, syicyic );
 fprintf('\n')
 fprintf('\n Другий змішаний момент Rxy=%10.4f ',Kxy );
```

```
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=%10.4f
',SigX );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення функції SigY=%10.4f ',
SigY );
 fprintf('\n Коефіцієнт кореляції Rxy=%10.4f ', Rxy );
 fprintf('\n');
end

% Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
% для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
function GraphModel(x,y)
 figure(1);
 plot(x,y,'ko')
 grid on
end

% Розрахунок параметрів лінійної функції
function LinearModel(x,y,n,h)
 % Формування допоміжних масивів:
 xx=x.*x;
 xy=x.*y;
 % Обчислення допоміжних сум:
 sx=sum(x)/n;
 sy=sum(y)/n;
 sxx=sum(xx)/n;
 sxy=sum(xy)/n;

 % Формування головної матриці СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 fprintf('\n')
 disp(' Головна матриця СЛАР та стовпчик вільних членів :')
 A=[sxx sx;
   sx 1]
 % Формування вектора-стовпчика вільних членів СЛАР
 b=[sxy;sy]
 % Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці
 z=inv(A)*b;

 % Формуємо коефіцієнти СЛАР:
 a0=z(1);
 a1=z(2);

 fprintf('\n')
 disp(' Коефіцієнти рівняння  y=a0*x+a1*:')
 fprintf('\n a0=%10.4f    a1=%10.4f\n\n', a0, a1)
 % Формування вектор теоретичних значень функції:
 yt=a0*x+a1;

 % Будуємо графік теоретичної залежності (рис.23.2):
 figure(2);
 plot(x,y,'ko',x,yt,'g-')
 grid on

 % Формування вектора відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
```

```
r=yt-y;
% Будуємо графік відхилень
% теоретичних та експериментальних значень функції:
figure(3)
plot(x,r,'g-')
grid on

% Формування вектора квадрата відхилень
% теоретичних та експериментальних значень функції (рис.23.4):
rr=r.*r;
figure(4);
plot(x,rr,'g-')
grid on
srr=sum(rr)/n;

% Обчислюємо суму квадратів відхиле
% теоретичних та експериментальних значень функції:
sr=sum(rr);

disp('      x(i)       y(i)       x(i)^2     x(i)*y(i)      yt(i)
rr(i)')
for i=1:n+h/2
   fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f ', x(i),
y(i), xx(i), xy(i), yt(i), rr(i))
end
fprintf('\n')
fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f ', sx, sy, sxx,
sxy, 0, srr)
fprintf('\n')
end

>> ind_work_23_01a

 Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними:

     x(i)       y(i)     v  (i)-xc     y(i)-yc  (x(i)-xc)*(y(i)-yc)  (x(i)-xc)^2  (y(i)-yc)^2
     2.5000     8.0000    -0.9000    -1.8800       1.6920         0.8100     1.6920
     2.7000     9.3000    -0.7000    -0.5800       0.4060         0.4900     0.4060
     2.9000     8.8000    -0.5000    -1.0800       0.5400         0.2500     0.5400
     3.1000     9.3000    -0.3000    -0.5800       0.1740         0.0900     0.1740
     3.3000     9.4000    -0.1000    -0.4800       0.0480         0.0100     0.0480
     3.5000    10.6000     0.1000     0.7200       0.0720         0.0100     0.0720
     3.7000    10.5000     0.3000     0.6200       0.1860         0.0900     0.1860
     3.9000    10.8000     0.5000     0.9200       0.4600         0.2500     0.4600
     4.1000    10.4000     0.7000     0.5200       0.3640         0.4900     0.3640
     4.3000    11.7000     0.9000     1.8200       1.6380         0.8100     1.6380
     3.4000     9.8800     0.0000     0.0000       5.5800         3.3000    10.9360

 Другий змішаний момент Rxy=    0.6200
 Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=    0.6055
 Середнє квадратичне відхилення функції SigY=    1.1023
 Коефіцієнт кореляції Rxy=    0.9289

 Головна матриця СЛАР та стовпчик вільних членів :

A =
   11.8900    3.4000
    3.4000    1.0000
```

```
b =
   34.1500
    9.8800

 Коефіцієнти рівняння  y=a0*x+a1*:
 a0=    1.6909    a1=    4.1309
```

x(i)	y(i)	x(i)^2	x(i)*y(i)	yt(i)	rr(i)
2.5000	8.0000	6.2500	20.0000	8.3582	0.1283
2.7000	9.3000	7.2900	25.1100	8.6964	0.3644
2.9000	8.8000	8.4100	25.5200	9.0345	0.0550
3.1000	9.3000	9.6100	28.8300	9.3727	0.0053
3.3000	9.4000	10.8900	31.0200	9.7109	0.0967
3.5000	10.6000	12.2500	37.1000	10.0491	0.3035
3.7000	10.5000	13.6900	38.8500	10.3873	0.0127
3.9000	10.8000	15.2100	42.1200	10.7255	0.0056
4.1000	10.4000	16.8100	42.6400	11.0636	0.4404
4.3000	11.7000	18.4900	50.3100	11.4018	0.0889
3.4000	9.8800	11.8900	34.1500	0.0000	0.1501

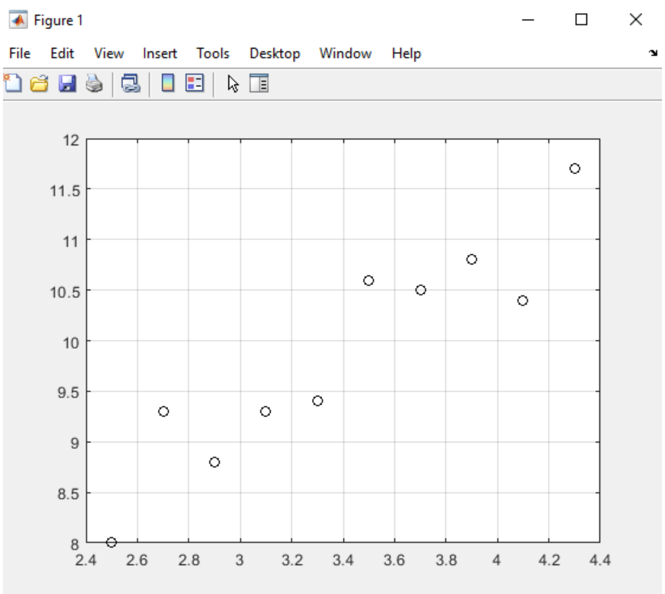


Рисунок 23.1 – Нанесення експериментальних даних на координатну сітку

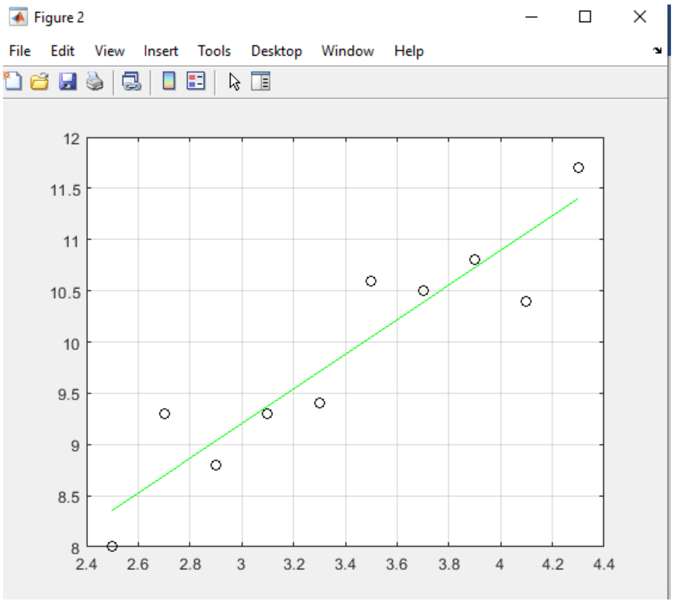


Рисунок 23.2 – Графіки експериментальної та теоретичної залежностей

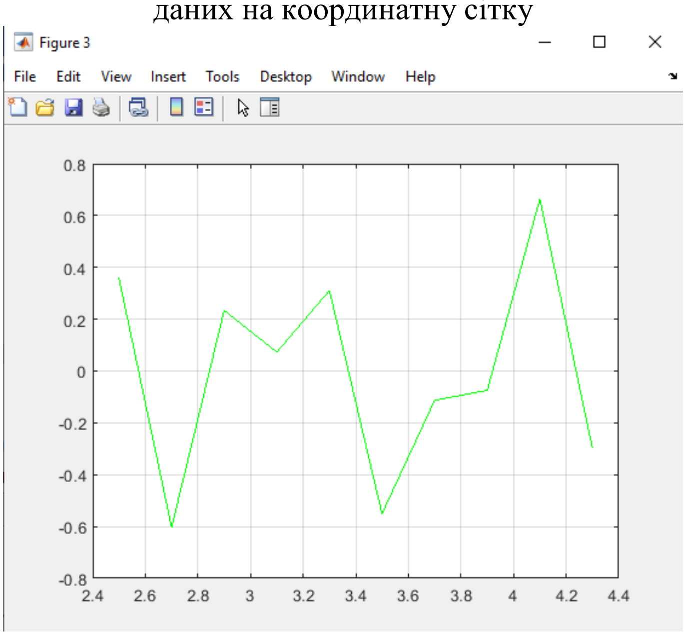


Рисунок 23.3 – Графіки відхилень експериментальної залежності від теоретичної

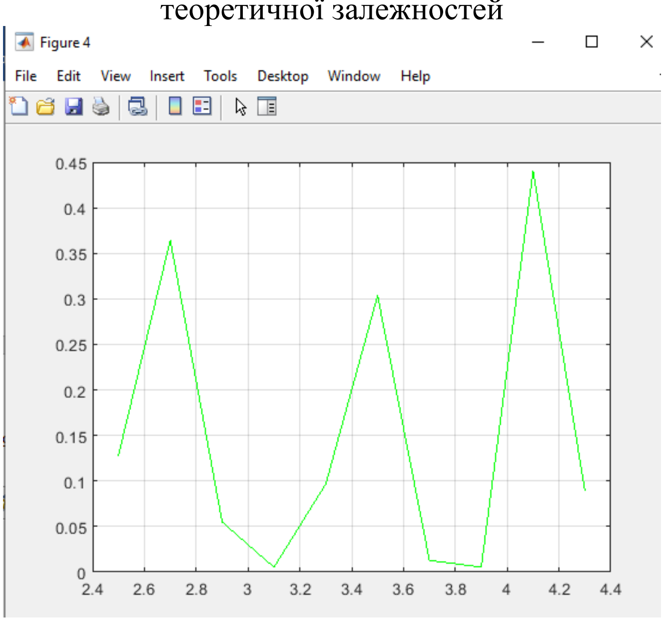


Рисунок 23.4 – Графіки квадратів відхилень експериментальної залежності від теоретичної

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Апроксимувати лінійною функцією експериментальні дані, наведені нижче у таблиці (В – варіант, який дорівнює порядковому номеру студента за списком у журналі, записаний двома цифрами, наприклад, якщо варіант 5, то В=05):

x_i	11,В	12,В	13,В	14,В	15,В	16,В	17,В	18,В	19,В	20,В	21,В
y_i	141,В	154,В	160,В	173,В	180,В	193,В	199,В	214,В	219,В	230,В	243,В

Розробити таблиці:

- для розрахунку коефіцієнта кореляції;
- розрахунку параметрів лінійної функції;
- для побудови графіків експериментальної та теоретичної залежностей.

Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_23_01.`

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №24:
"АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПАРАБОЛІЧНОЮ ФУНКЦІЄЮ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод найменших квадратів і його застосування для апроксимації експериментальних даних квадратичною залежністю.
2. Навчитися складати СЛАР для визначення коефіцієнтів квадратичної функції.
3. Навчитися розв'язувати СЛАР і визначати коефіцієнти моделі засобами `Matlab`.
4. Опнувати технологією складання та тестування програм для апроксимації експериментальних даних квадратичною залежністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Нижче у таблиці наведені результати експерименту, у якому досліджувалася функція y=f(x):

№ з/п	x	y
1	-1.2	9.2
2	-1.0	8.5
3	-0.8	5.9
4	-0.6	5.1
5	-0.4	4.4
6	-0.2	3.1
7	0.0	2.5
8	0.2	2.3
9	0.4	3.1
10	0.6	3.2
11	0.8	3.0
12	1.0	3.8
13	1.2	5.0
14	1.4	6.4
15	1.6	7.0

Необхідно: Апроксимувати експериментальну залежність теоретичною квадратичною залежністю, попередньо обгрунтувавши вибір цього виду моделі. Визначити коефіцієнти квадратичної залежності, для чого скласти відповідну СЛАР і розв'язати її. Оцінити відхилення теоретичних значень функції від експериментальних.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_24_01`*. Передбачити розроблення та використання підпрограм-функцій для: ініціалізації вхідних даних; розрахунку коефіцієнта кореляції за експериментальними даними; нанесення експериментальних точок на координатну сітку для аналізу і вибору виду експериментальної залежності; розрахунку параметрів параболічної функції.

```
function ind_work_24_01
 % Апроксимація експериментальних даних
 % квадратичною залежністю y=a0*x*x+a1*x+a2

 % В результаті проведення експерименту отримано ряд значень функції
 % y=[9.2 8.5 5.9 5.1 4.4 3.1 2.5 2.3 3.1 3.2 3.0 3.8 5.0 6.4 7.0]
 % на інтервалі зміни аргумента від -1.2 до 1.6 з кроком 0.2.
 % Необхідно вибрати вид теоретичної залежності
```

```
 % визначити її параметри

  % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,n,x,y]=InitData();

 % Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
 CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y);

 % Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
 % для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
 GraphModel(x,y);

 % Розрахунок параметрів параболічної функції
 ParabolicModel(x,y,n,h);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,n,x,y]=InitData()
 a=-1.2; % Ліва межа інтервалу,
        % на якому задана експериментальна залежність
 b=1.6;  % Права межа інтервалу,
        % на якому задана експериментальна залежність
 h=0.2;  % Крок зміни аргумента
 n=(b-a)/h+1; % Кількість пар експериментальних точок
 x=a:h:b; % Формування масиву аргументів
 % Формування масиву експериментальних значень функції:
 y=[9.2 8.5 5.9 5.1 4.4 3.1 2.5 2.3 3.1 3.2 3.0 3.8 5.0 6.4 7.0];
end


% Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
function CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y)
 xc=sum(x)/n;
 yc=sum(y)/n;
 xic=x-xc;
 yic=y-yc;
 xicyic=(x-xc).*(y-yc);
 xicxic=(x-xc).*(x-xc);
 yicyic=(y-yc).*(y-yc);

 sxicyic=sum(xicyic);
 sxicxic=sum(xicxic);
 syicyic=sum(yicyic);

 Kxy=sxicyic/(n-1);
 SigX=sqrt(sxicxic/(n-1));
 SigY=sqrt(syicyic/(n-1));
 Rxy=Kxy/(SigX.*SigY);

 fprintf('\n Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними
даними: \n');
 fprintf('      x(i)      y(i)     v (i)-xc     y(i)-yc   (x(i)-
xc)*(y(i)-yc)   (x(i)-xc)^2   (y(i)-yc)^2 ');
 for i=1:1:11
```

```
    fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f
',x(i), y(i), xic(i), yic(i),  xicyic(i), xicxic(i), xicyic(i) );
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f ',xc,
yc, 0, 0,  sxicyic, sxicxic, syicyic );
 fprintf('\n')
 fprintf('\n Другий змішаний момент Rxy=%10.4f ',Kxy );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=%10.4f
',SigX );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення функції SigY=%10.4f ',
SigY );
 fprintf('\n Коефіцієнт кореляції Rxy=%10.4f ', Rxy );
 fprintf('\n');
end

% Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
% для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
function GraphModel(x,y)
 figure(1);
 plot(x,y,'ko')
 grid on
 end

% Розрахунок параметрів параболічної функції
function ParabolicModel(x,y,n,h)
 % Формування допоміжних масивів:
 xx=x.*x;
 xxx=xx.*x;
 xxxx=xxx.*x;
 xy=x.*y;
 xxy=xx.*y;
 % Обчислення допоміжних сум:
 sx=sum(x)/n;
 sxx=sum(xx)/n;
 sxxx=sum(xxx)/n;
 sxxxx=sum(xxxx)/n;
 sy=sum(y)/n;
 sxy=sum(xy)/n;
 sxxy=sum(xxy)/n;

 % Формування головної матриці СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 fprintf('\n')
 disp(' Головна матриця СЛАР та стовпчик вільних членів :')
 A=[sxxxx sxxx sxx;
   sxxx sxx  sx;
   sxx sx 1]
 % Формування вектора-стовпчика вільних членів СЛАР
 b=[sxxy;sxy; sy]
 % Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці
 z=inv(A)*b;

 % Формуємо коефіцієнти СЛАР:
 a0=z(1);
```

```
 a1=z(2);
 a2=z(3)
 fprintf('\n')
 disp(' Коефіцієнти рівняння  y=a0*x*x+a1*x+a2 :')
 fprintf('\n a0=%10.4f    a1=%10.4f    a2=%10.4f\n\n', a0, a1, a2)
 % Формування вектор теоретичних значень функції:
 yt=a0*x.*x+a1*x+a2;

 % Будуємо графік теоретичної залежності (рис.23.2):
 figure(2);
 plot(x,y,'ko',x,yt,'g-')
 grid on

 % Формування вектора відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
 r=yt-y;
 % Будуємо графік відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
 figure(3)
 plot(x,r,'g-')
 grid on

 % Формування вектора квадрата відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції (рис.23.4):
 rr=r.*r;
 figure(4);
 plot(x,rr,'g-')
 grid on
 srr=sum(rr)/n;

 % Обчислюємо суму квадратів відхиле
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
 sr=sum(rr);

 disp('      x(i)        y(i)       x(i)^2      x(i)^3      x(i)^4
x(i)*y(i)  x(i)^2*y(i      yt(i)        rr(i)')
 for i=1:1:11
    fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f
%10.4f  %10.4f ', x(i), y(i), xx(i), xxx(i), xxxx(i), xy(i), xxy(i),
yt(i), rr(i))
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f  %10.4f
%10.4f ', sx, sy, sxx, sxxx, sxxxx, sxy, sxxy,0, srr)
 fprintf('\n')
end
```

```
>> lab_work_24_01

 Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними:
```

x(i)	y(i)	v (i)-xc	y(i)-yc	(x(i)-xc)*(y(i)-yc)	x(i)-xc)^2	(y(i)-yc)^2
-1.2000	9.2000	-1.4000	4.3667	-6.1133	1.9600	-6.1133
-1.0000	8.5000	-1.2000	3.6667	-4.4000	1.4400	-4.4000
-0.8000	5.9000	-1.0000	1.0667	-1.0667	1.0000	-1.0667
-0.6000	5.1000	-0.8000	0.2667	-0.2133	0.6400	-0.2133
-0.4000	4.4000	-0.6000	-0.4333	0.2600	0.3600	0.2600

-0.2000	3.1000	-0.4000	-1.7333	0.6933	0.1600	0.6933
0.0000	2.5000	-0.2000	-2.3333	0.4667	0.0400	0.4667
0.2000	2.3000	-0.0000	-2.5333	0.0000	0.0000	0.0000
0.4000	3.1000	0.2000	-1.7333	-0.3467	0.0400	-0.3467
0.6000	3.2000	0.4000	-1.6333	-0.6533	0.1600	-0.6533
0.8000	3.0000	0.6000	-1.8333	-1.1000	0.3600	-1.1000
0.2000	4.8333	0.0000	0.0000	-8.2200	11.2000	66.0533

Другий змішаний момент Rxy=   -0.5871
Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=   0.8944
Середнє квадратичне відхилення функції SigY=   2.1721
Коефіцієнт кореляції Rxy=   -0.3022

Головна матриця СЛАР та стовпчик вільних членів :

A =

1.1783	0.4560	0.7867
0.4560	0.7867	0.2000
0.7867	0.2000	1.0000

b =

4.8875
0.4187
4.8333

Коефіцієнти рівняння y=a0*x*x+a1*x+a2 :
a0=   2.9644   a1=   -1.9197   a2=   2.8853

x(i)	y(i)	x(i)^2	x(i)^3	x(i)^4	x(i)*y(i)	x(i)^2*y(i	yt(i)	rr(i)
-1.2000	9.2000	1.4400	-1.7280	2.0736	-11.0400	13.2480	9.4576	0.0664
-1.0000	8.5000	1.0000	-1.0000	1.0000	-8.5000	8.5000	7.7694	0.5338
-0.8000	5.9000	0.6400	-0.5120	0.4096	-4.7200	3.7760	6.3182	0.1749
-0.6000	5.1000	0.3600	-0.2160	0.1296	-3.0600	1.8360	5.1043	0.0000
-0.4000	4.4000	0.1600	-0.0640	0.0256	-1.7600	0.7040	4.1275	0.0743
-0.2000	3.1000	0.0400	-0.0080	0.0016	-0.6200	0.1240	3.3878	0.0828
0.0000	2.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8853	0.1484
0.2000	2.3000	0.0400	0.0080	0.0016	0.4600	0.0920	2.6199	0.1023
0.4000	3.1000	0.1600	0.0640	0.0256	1.2400	0.4960	2.5917	0.2584
0.6000	3.2000	0.3600	0.2160	0.1296	1.9200	1.1520	2.8006	0.1595
0.8000	3.0000	0.6400	0.5120	0.4096	2.4000	1.9200	3.2467	0.0609
0.2000	4.8333	0.7867	0.4560	1.1783	0.4187	4.8875	0.0000	0.1345

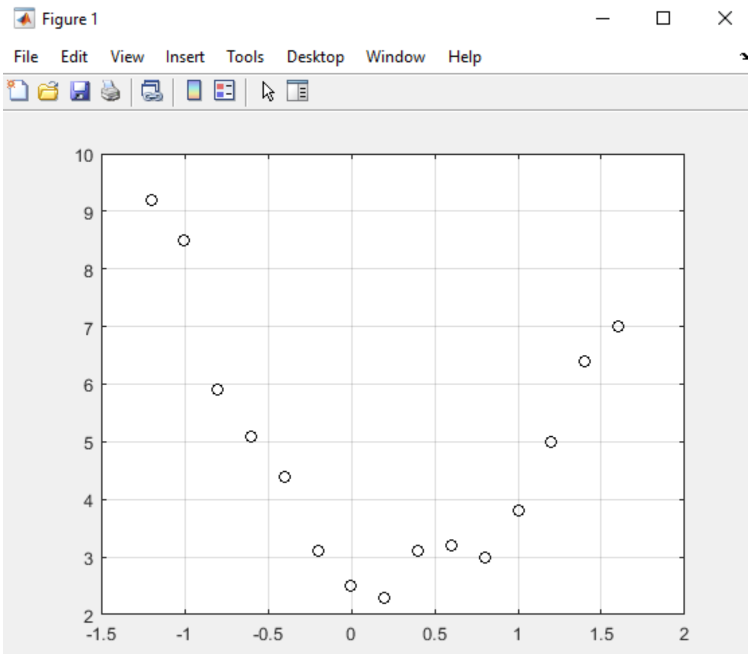


Рисунок 24.1 – Нанесення експериментальних даних на координатну сітку

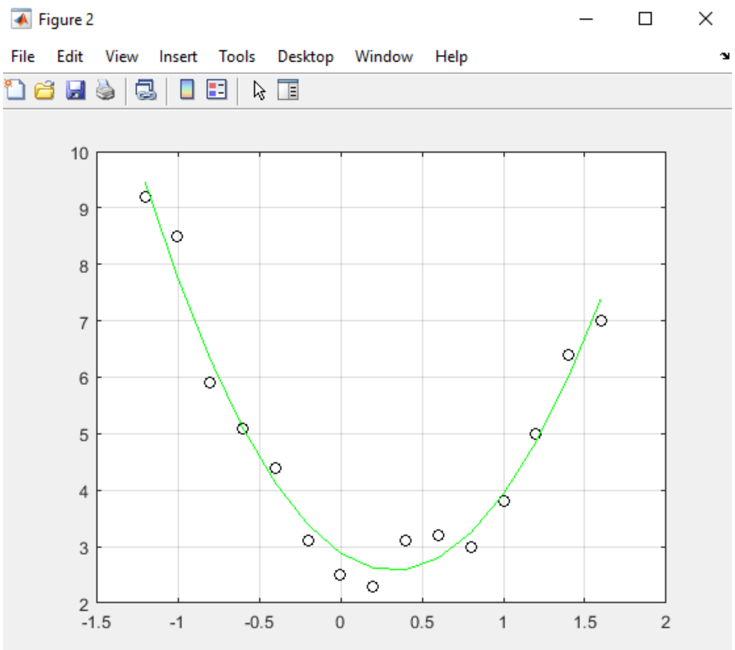


Рисунок 24.2 – Графіки експериментальної та теоретичної залежностей

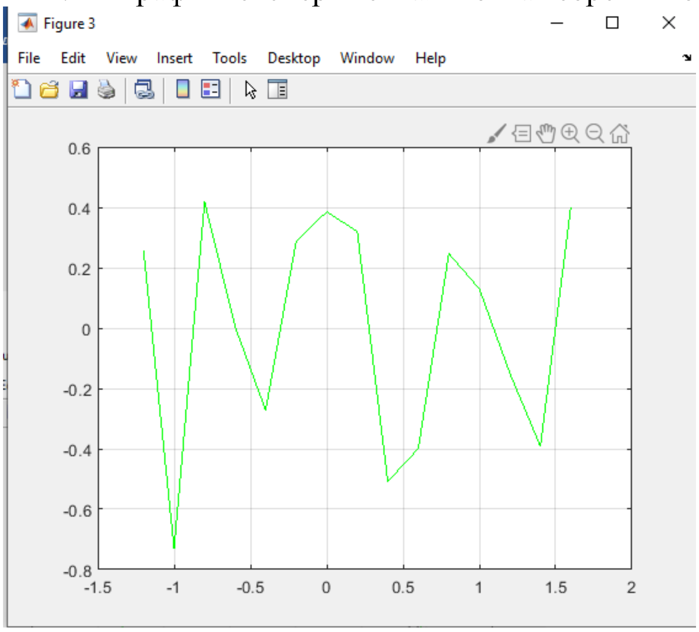


Рисунок 24.3 – Графіки відхилень експериментальної залежності від теоретичної

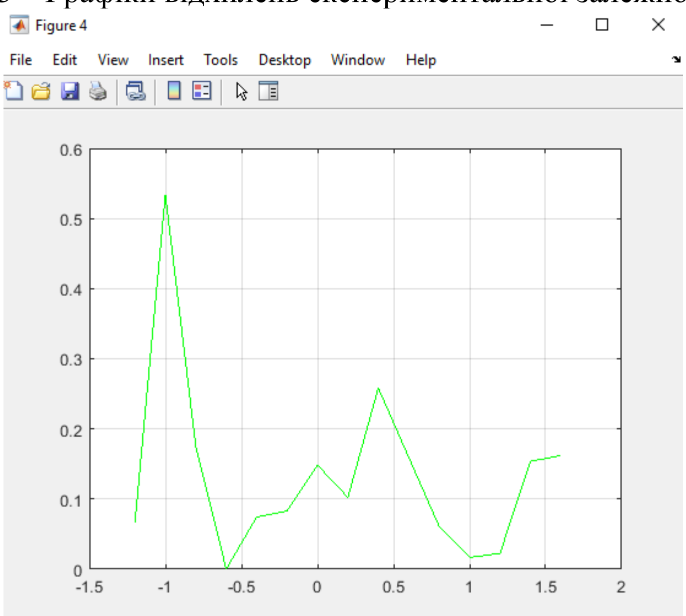


Рисунок 24.4 – Графіки квадратів відхилень експериментальної залежності від теоретичної

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Апроксимувати параболічною функцією експериментальні дані, наведені нижче у таблиці(В – варіант, який дорівнює порядковому номеру студента за списком у журналі, записаний двома цифрами, наприклад, якщо варіант 5, то В=05):

x_i	5,В	6,В	7,В	8,В	9,В	10,В	11,В	12,В	13,В
y_i	52,В	38,В	21,В	13,В	5,В	4,В	5,В	13,В	22,В

Розробити таблиці:

- для розрахунку коефіцієнта кореляції;
- розрахунку параметрів параболічної функції;
- для побудови графіків експериментальної та теоретичної залежностей.

Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_24_01.`

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №25:
"АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПОКАЗНИКОВОЮ ФУНКЦІЄЮ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод найменших квадратів і його застосування для апроксимації експериментальних даних показниковою залежністю.
2. Навчитися складати СЛАР для визначення коефіцієнтів показникової функції.
3. Навчитися розв'язувати СЛАР і визначати коефіцієнти моделі засобами `Matlab`.
4. Опнувати технологією складання та тестування програм для апроксимації експериментальних даних показниковою залежністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Нижче у таблиці наведені результати експерименту, у якому досліджувалася функція y=f(x):

№ з/п	x	y
1	0	100
2	1	75
3	2	55
4	3	40
5	4	30
6	5	20
7	6	19
8	7	18
9	8	17
10	9	15

Необхідно: апроксимувати експериментальну залежність теоретичною показниковою залежністю, попередньо обгрунтувавши вибір цього виду моделі. Визначити коефіцієнти показникової залежності, для чого скласти відповідну СЛАР і розв'язати її. Оцінити відхилення теоретичних значень функції від експериментальних.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_25_01`*. Передбачити розроблення та використання `підпрограм-функцій для: ініціалізації вхідних даних;` розрахунку коефіцієнта кореляції за експериментальними даними; нанесення експериментальних точок на координатну сітку для аналізу і вибору виду експериментальної залежності; розрахунку параметрів показникової функції.

```
function ind_work_25_01
 % Апроксимація експериментальних даних
 % показниковою залежністю y=a0*e^(a1*x)

 % В результаті проведення експерименту отримано ряд значень функції
 % y=[100 75 55 40 30 20 19 18 17 15]
 % на інтервалі зміни аргумента від 0 до 9 з кроком 1.
 % Необхідно вибрати вид теоретичної залежності
 % та визначити її параметри

 % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,n,x,y]=InitData();

 % Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
 CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y);
```

```
 % Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
 % для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
 GraphModel(x,y);

 % Розрахунок параметрів показникової функції
 ExponentialModel(x,y,n,h);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,n,x,y]=InitData()
 a=0; % Ліва межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 b=9; % Права межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 h=1;          % Крок зміни аргумента
 n=(b-a)/h+1;  % Кількість пар експериментальних точок
 x=a:h:b;      % Формування масиву аргументів
 % Формування масиву експериментальних значень функції:
 y=[100 75 55 40 30 20 19 18 17 15];
end

% Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
function CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y);
 xc=sum(x)/n;
 yc=sum(y)/n;
 xic=x-xc;
 yic=y-yc;
 xicyic=(x-xc).*(y-yc);
 xicxic=(x-xc).*(x-xc);
 yicyic=(y-yc).*(y-yc);

 sxicyic=sum(xicyic);
 sxicxic=sum(xicxic);
 syicyic=sum(yicyic);

 Kxy=sxicyic/(n-1);
 SigX=sqrt(sxicxic/(n-1));
 SigY=sqrt(syicyic/(n-1));
 Rxy=Kxy/(SigX.*SigY);

 fprintf('\n Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними
даними: \n');
 fprintf('      x(i)      y(i)     x(i)-xc    y(i)-yc   (x(i)-
xc)*(y(i)-yc)   (x(i)-xc)^2   (y(i)-yc)^2 ');
 for i=1:n+h/2
    fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f
',x(i), y(i), xic(i), yic(i), xicyic(i), xicxic(i), yicyic(i) );
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %10.4f ',xc,
yc, 0, 0,  sxicyic, sxicxic, syicyic );
 fprintf('\n')
 fprintf('\n Другий змішаний момент Rxy=%10.4f ',Kxy );
```

```
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=%10.4f
',SigX );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення функції SigY=%10.4f ',
SigY );
 fprintf('\n Коефіцієнт кореляції Rxy=%10.4f ', Rxy );
 fprintf('\n');
end

% Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
% для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
function GraphModel(x,y)
 figure(1);
 plot(x,y,'ko');
 grid on

end

% Розрахунок параметрів показникової функції
function ExponentialModel(x,y,n,h)
 % Формування допоміжних масивів:
 xx=x.^2;
 Y=log(y);
 xY=x.*Y;

 % Обчислення допоміжних сум:
 sx=sum(x)/n;
 sy=sum(y)/n;
 sxx=sum(xx)/n;
 sY=sum(Y)/n;
 sxY=sum(xY)/n;

 % Формування головної матриці СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 fprintf('\n Головна матриця та вектор-стовпчик вільних членів СЛАР
');
 fprintf('\n для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності: \n
');
 A=[sxx sx ;
   sx 1]
 % Формування вектора-стовпчика вільних членів СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 b=[sxY; sY]

 % Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці
 z=inv(A)*b;

 % Формуємо коефіцієнти СЛАР:
 fprintf('\n Розвязок СЛАР:  \n ');
 A0=z(1)
 A1=z(2)

 fprintf('\n Параметри показникової функції:  \n ');
 a0=exp(A1)
 a1=A0
```

```
% Формування вектора теоретичних значень функції:
yt=a0*exp(a1*x);

% Будуємо графік теоретичної залежності (рис.25.2):
figure(2);
plot(x,y,'ko',x,yt,'g-')
grid on

% теоретичних та експериментальних значень функції:
r=yt-y;
% Будуємо графік відхилень
% теоретичних та експериментальних значень функції:
figure(3);
plot(x,r,'g-');
grid on

% Формування вектора квадрата відхилень
% теоретичних та експериментальних значень функції:
rr=r.*r;
figure(4);
plot(x,rr,'g-')
grid on

% Обчислюємо суму квадратів відхилень
% теоретичних та експериментальних значень функції:
srr=sum(rr)/n;

disp('      x(i)        y(i)       x(i)^2    Y(i)=ln(y(i)) x(i)*Y(i)
yt(i)     rr(i)')
for i=1:n+h/2
   fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f',
x(i), y(i), xx(i), Y(i), xY(i),  yt(i), rr(i));
end
fprintf('\n');
fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f  %10.4f', sx,
sy, sxx, sY, sxY, 0, srr);
fprintf('\n')
end

>> ind_work_25_01

 Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними:
```

x(i)	y(i)	x(i)-xc	y(i)-yc	(x(i)-xc)*(y(i)-yc)	(x(i)-xc)^2	(y(i)-yc)^2
0.0000	100.0000	-4.5000	61.1000	-274.9500	20.2500	3733.2100
1.0000	75.0000	-3.5000	36.1000	-126.3500	12.2500	1303.2100
2.0000	55.0000	-2.5000	16.1000	-40.2500	6.2500	259.2100
3.0000	40.0000	-1.5000	1.1000	-1.6500	2.2500	1.2100
4.0000	30.0000	-0.5000	-8.9000	4.4500	0.2500	79.2100
5.0000	20.0000	0.5000	-18.9000	-9.4500	0.2500	357.2100
6.0000	19.0000	1.5000	-19.9000	-29.8500	2.2500	396.0100
7.0000	18.0000	2.5000	-20.9000	-52.2500	6.2500	436.8100
8.0000	17.0000	3.5000	-21.9000	-76.6500	12.2500	479.6100
9.0000	15.0000	4.5000	-23.9000	-107.5500	20.2500	571.2100
4.5000	38.9000	0.0000	0.0000	-714.5000	82.5000	7616.9000

```
 Другий змішаний момент Rxy=  -79.3889
 Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=    3.0277
 Середнє квадратичне відхилення функції SigY=   29.0916
 Коефіцієнт кореляції Rxy=   -0.9013
```

```
 Головна матриця та вектор-стовпчик вільних членів СЛАР
 для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:

A =
   28.5000    4.5000
    4.5000    1.0000

b =
   13.6920
    3.4392

 Розвязок СЛАР:

A0 =
   -0.2163
A1 =
    4.4125

 Параметри показникової функції:
a0 =82.4742 a1 =-0.2163

     x(i)       y(i)      x(i)^2    Y(i)=ln(y(i)) x(i)*Y(i)    yt(i)     rr(i)

    0.0000   100.0000     0.0000     4.6052     0.0000    82.4742   307.1535
    1.0000    75.0000     1.0000     4.3175     4.3175    66.4332    73.3898
    2.0000    55.0000     4.0000     4.0073     8.0147    53.5121     2.2137
    3.0000    40.0000     9.0000     3.6889    11.0666    43.1042     9.6360
    4.0000    30.0000    16.0000     3.4012    13.6048    34.7205    22.2836
    5.0000    20.0000    25.0000     2.9957    14.9787    27.9675    63.4811
    6.0000    19.0000    36.0000     2.9444    17.6666    22.5279    12.4461
    7.0000    18.0000    49.0000     2.8904    20.2326    18.1463     0.0214
    8.0000    17.0000    64.0000     2.8332    22.6657    14.6169     5.6792
    9.0000    15.0000    81.0000     2.7081    24.3725    11.7739    10.4074

    4.5000    38.9000    28.5000     3.4392    13.6920     0.0000     50.6712
```

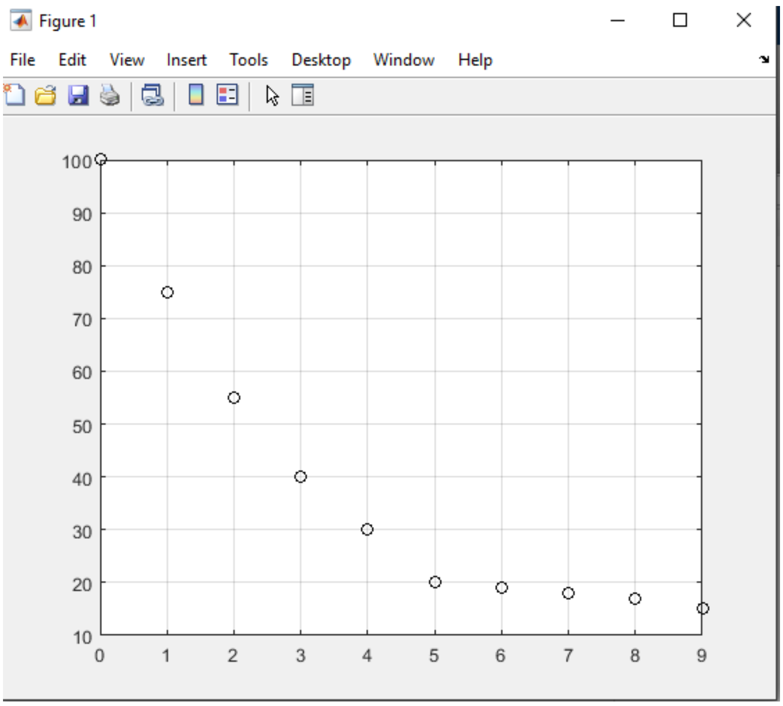


Рисунок 24.1 – Нанесення експериментальних даних на координатну сітку

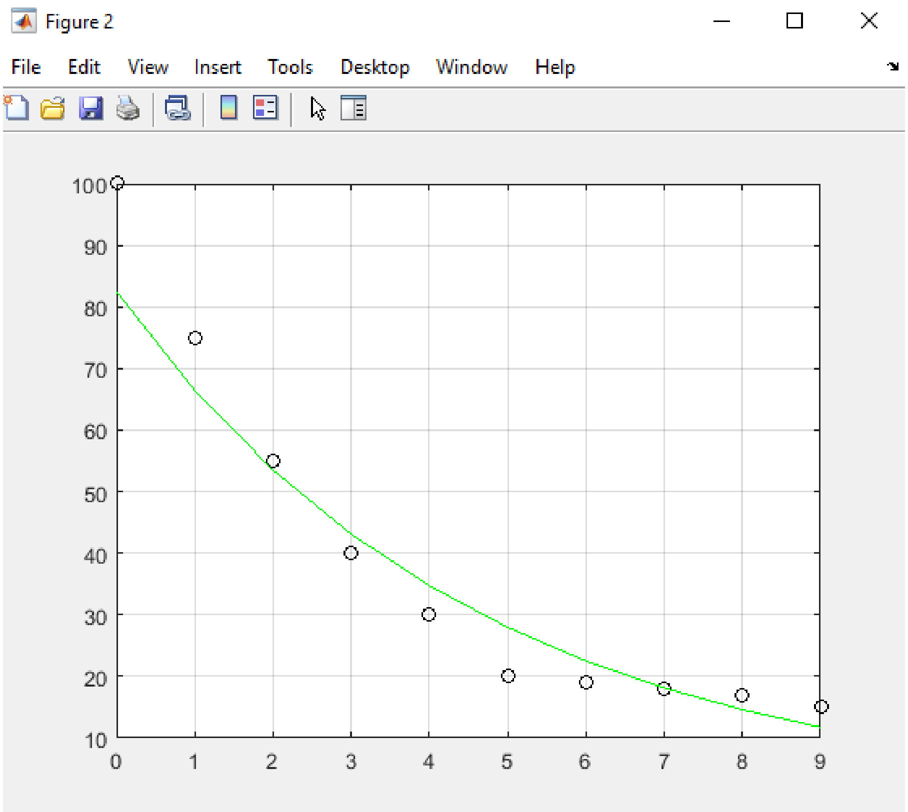


Рисунок 24.2 – Графіки експериментальної та теоретичної залежностей

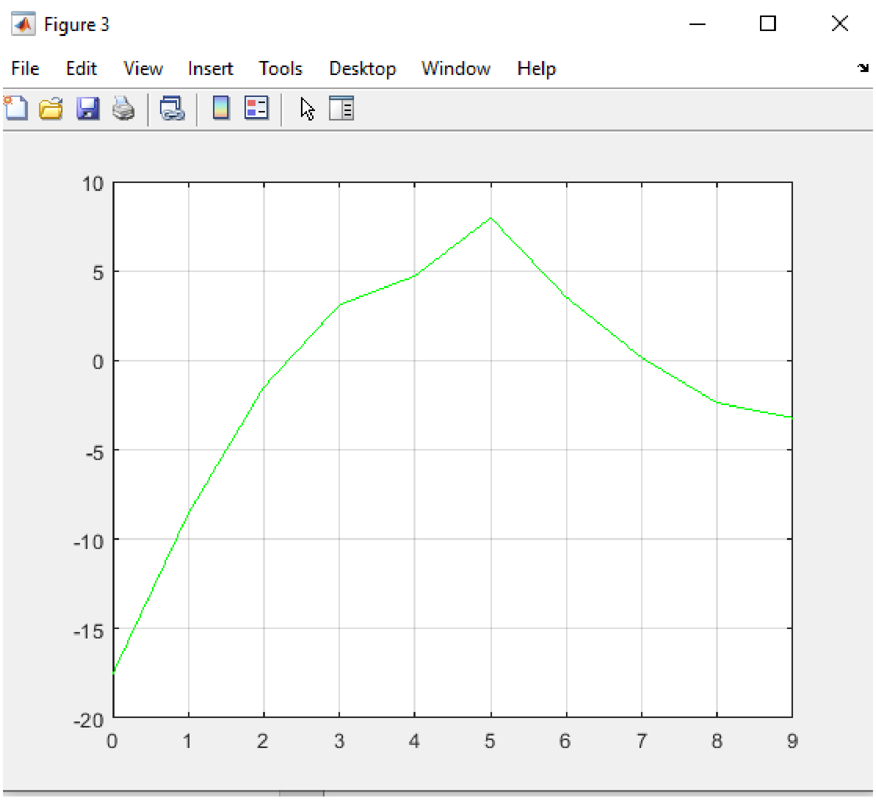


Рисунок 24.3 – Графіки відхилень експериментальної залежності від теоретичної

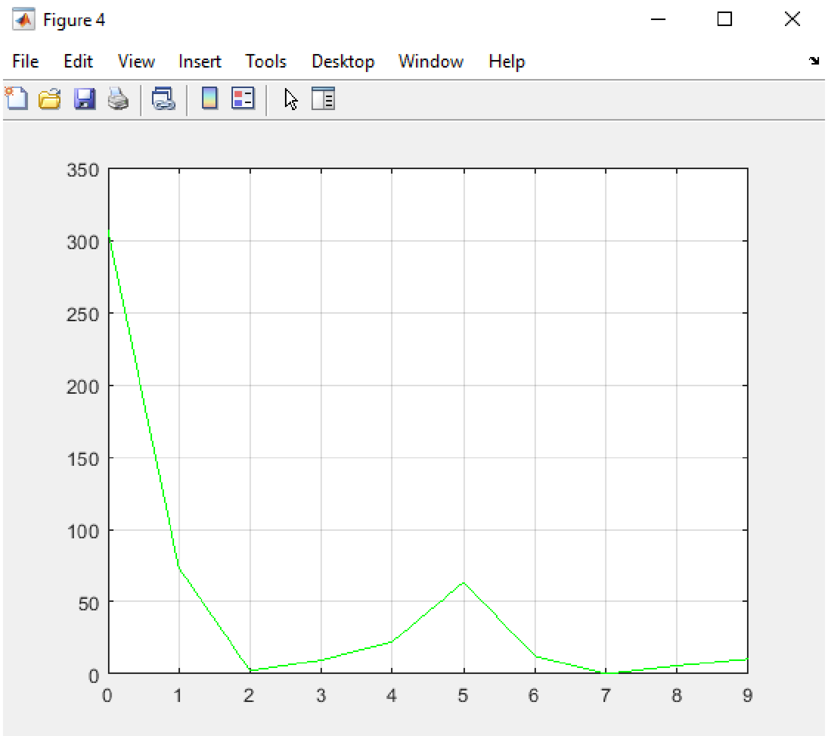


Рисунок 25.4 – Графіки квадратів відхилень експериментальної залежності від теоретичної

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Апроксимувати експоненціальною функцією експериментальні дані, наведені нижче у таблиці (В – варіант, який дорівнює порядковому номеру студента за списком у журналі, записаний двома цифрами, наприклад, якщо варіант 5, то В=05):

x_i	0,В	1,В	2,В	3,В	4,В	5,В
y_i	100,В	75,В	55,В	40,В	30,В	20,В

Розробити таблиці:

- для розрахунку коефіцієнта кореляції;
- розрахунку параметрів експоненціальної функції;
- для побудови графіків експериментальної та теоретичної залежностей.

Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_25_01`.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №26:
"АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ СТЕПЕНЕВОЮ ФУНКЦІЄЮ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити метод найменших квадратів і його застосування для апроксимації експериментальних даних степеневою залежністю.
2. Навчитися складати СЛАР для визначення коефіцієнтів степенеової функції.
3. Навчитися розв'язувати СЛАР і визначати коефіцієнти моделі засобами `Matlab`.
4. Опнувати технологією складання та тестування програм для апроксимації експериментальних даних степеневою залежністю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Нижче у таблиці наведені результати експерименту, у якому досліджувалася функція y=f(x):

№ з/п	x	y
1	5	32
2	7	60
3	9	135
4	11	140
5	13	340
6	15	480
7	17	685
8	19	890
9	21	1280
10	23	1470
11	25	1853
12	27	2445
13	29	2800
14	31	3010
15	33	3920

Необхідно: Апроксимувати експериментальну залежність теоретичною степеневою залежністю, попередньо обгрунтувавши вибір цього виду моделі. Визначити коефіцієнти степеневої залежності, для чого скласти відповідну СЛАР і розв'язати її. Оцінити відхилення теоретичних значень функції від експериментальних.

Для розв'язування цієї задачі скласти, відлагодити та протестувати програму засобами `Matlab` і зберегти її під назвою *`ind_work_26_01`*. Передбачити розроблення та використання `підпрограм-функцій для: ініціалізації вхідних даних;` розрахунку коефіцієнта кореляції за експериментальними даними; нанесення експериментальних точок на координатну сітку для аналізу і вибору виду експериментальної залежності; розрахунку параметрів степеневої функції.

```
function ind_work_26_01
 % Апроксимація експериментальних даних
 % степеневою залежністю y=a0*x^a1

 % В результаті проведення експерименту отримано ряд значень функції
 % y=[32 60 135 140 340 480 685 890 1280 1470 1853 2445 2800 3010
3920]
 % на інтервалі зміни аргумента від 5 до 33 з кроком 2.0.
 % Необхідно вибрати вид теоретичної залежності
 % та визначити її параметри
```

```
  % Ініціалізація вхідних даних
 [a,b,h,n,x,y]=InitData();

 % Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
 CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y);

 % Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
 % для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
 GraphModel(x,y);

 % Розрахунок параметрів степеневої функції
 PowwerModel(x,y,n,h);

end

% Ініціалізація вхідних даних
function [a,b,h,n,x,y]=InitData()
 a=5; % Ліва межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 b=33;% Права межа інтервалу,
     % на якому задана експериментальна залежність
 h=2.0;       % Крок зміни аргумента
 n=(b-a)/h+1; % Кількість пар експериментальних точок
 x=a:h:b;     % Формування масиву аргументів
 % Формування масиву експериментальних значень функції:
 y=[32 60 135 140 340 480 685 890 1280 1470 1853 2445 2800 3010 3920];
end

% Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними
function CorrelationCoef(a,b,h,n,x,y)
 xc=sum(x)/n;
 yc=sum(y)/n;
 xic=x-xc;
 yic=y-yc;
 xicyic=(x-xc).*(y-yc);
 xicxic=(x-xc).*(x-xc);
 yicyic=(y-yc).*(y-yc);

 sxicyic=sum(xicyic);
 sxicxic=sum(xicxic);
 syicyic=sum(yicyic);

 Kxy=sxicyic/(n-1);
 SigX=sqrt(sxicxic/(n-1));
 SigY=sqrt(syicyic/(n-1));
 Rxy=Kxy/(SigX.*SigY);

 fprintf('\n Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними
даними: \n');
 fprintf('       x(i)       y(i)     v (i)-xc     y(i)-yc   (x(i)-
xc)*(y(i)-yc)   (x(i)-xc)^2   (y(i)-yc)^2 ');
 for i=1:(n+h/10)
    fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %15.4f ',
x(i), y(i), xic(i), yic(i), xicyic(i), xicxic(i), yicyic(i) );
```

```
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %15.4f %15.4f %15.4f ',xc,
yc, 0, 0,  sxicyic, sxicxic, syicyic );
 fprintf('\n')
 fprintf('\n Другий змішаний момент Rxy=%10.4f ',Kxy );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=%10.4f
',SigX );
 fprintf('\n Середнє квадратичне відхилення функції SigY=%10.4f ',
SigY );
 fprintf('\n Коефіцієнт кореляції Rxy=%10.4f ', Rxy );
 fprintf('\n');
end

% Нанесення експериментальних точок на координатну сітку
% для аналізу і вибору виду експериментальної залежності
function  GraphModel(x,y)
 figure(1);
 plot(x,y,'ko');
 grid on
end

% Розрахунок параметрів степеневої функції
function PowwerModel(x,y,n,h)
 % Формування допоміжних масивів:
 X=log(x);
 XX=X.^2;
 Y=log(y);
 XY=X.*Y;

 % Обчислення допоміжних сум:
 sx=sum(x)/n;
 sy=sum(y)/n;
 sX=sum(X)/n;
 sXX=sum(XX)/n;
 sY=sum(Y)/n;
 sXY=sum(XY)/n;

 % Формування головної матриці СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 fprintf('\nГоловна матриця та вектор-стовпчика вільних членів СЛАР:
\n');
 A=[sXX sX ;
   sX 1]
 % Формування вектора-стовпчика вільних членів СЛАР
 % для визначення коефіцієнтів теоретичної залежності:
 b=[sXY; sY]

 % Розв'язування СЛАР за допомогою оберненої матриці
 z=inv(A)*b;

 % Формуємо коефіцієнти СЛАР:
 A0=z(1);
 A1=z(2);
```

```
 % Визначаємо параметри степеневої функції
 fprintf('\nПараметри степеневої функції: \n');
 a0=exp(A1)
 a1=A0


 % Формування вектора теоретичних значень функції:
 yt=a0*power(x,a1);

 % Будуємо графік теоретичної залежності
 figure(2);
 plot(x,y,'ko',x,yt,'g-');
 grid on

 % Формування вектора відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
 r=yt-y;
 % Будуємо графік відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції
 figure(3);
 plot(x,r,'g-');
 grid on

 % Формування вектора квадрата відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції:
 rr=r.*r;
 plot(x,rr,'g-');
 grid on

 % Обчислюємо суму квадратів відхилень
 % теоретичних та експериментальних значень функції :
 srr=sum(rr)/n;

 % Виведення таблиці результатів апроксимації експериментальних даних
 fprintf('\nТаблиця результатів апроксимації експериментальних даних:
\n');
 disp('      x(i)      y(i)    X(i)=ln(x(i))  Y(i)=ln(y(i)) X(i)*Y(i)
X(i)^2   yt(i)      rr(i)')
 for i=1:(n+h/10)
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f  %10.4f  %10.4f
', x(i), y(i), X(i), Y(i), XY(i), XX(i), yt(i), rr(i));
 end
 fprintf('\n')
 fprintf('\n %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f %10.4f  %10.4f  %10.4f
', sx, sy, sX, sY, sXY, sXX, 0, srr);
 fprintf('\n')
end

>> ind_work_26_01a

 Розрахунок коефіцієнта кореляції за експериментальними даними:
       x(i)      y(i)     v (i)-xc    y(i)-yc  (x(i)-xc)*(y(i)-yc)  (x(i)-xc)^2
(y(i)-yc)^2
     5.0000    32.0000   -14.0000 -1270.6667      17789.3333        196.0000
1614593.7778
```

```
     7.0000    60.0000   -12.0000 -1242.6667      14912.0000        144.0000
1544220.4444
     9.0000   135.0000   -10.0000 -1167.6667      11676.6667        100.0000
1363445.4444
    11.0000   140.0000    -8.0000 -1162.6667       9301.3333         64.0000
1351793.7778
    13.0000   340.0000    -6.0000  -962.6667       5776.0000         36.0000
926727.1111
    15.0000   480.0000    -4.0000  -822.6667       3290.6667         16.0000
676780.4444
    17.0000   685.0000    -2.0000  -617.6667       1235.3333          4.0000
381512.1111
    19.0000   890.0000     0.0000  -412.6667         -0.0000          0.0000
170293.7778
    21.0000  1280.0000     2.0000   -22.6667        -45.3333          4.0000
513.7778
    23.0000  1470.0000     4.0000   167.3333        669.3333         16.0000
28000.4444
    25.0000  1853.0000     6.0000   550.3333       3302.0000         36.0000
302866.7778
    27.0000  2445.0000     8.0000  1142.3333       9138.6667         64.0000
1304925.4444
    29.0000  2800.0000    10.0000  1497.3333      14973.3333        100.0000
2242007.1111
    31.0000  3010.0000    12.0000  1707.3333      20488.0000        144.0000
2914987.1111
    33.0000  3920.0000    14.0000  2617.3333      36642.6667        196.0000
6850433.7778

    19.0000  1302.6667     0.0000     0.0000     149150.0000       1120.0000
21673101.3333
```

 Другий змішаний момент Rxy=10653.5714
 Середнє квадратичне відхилення аргумента SigX=   8.9443
 Середнє квадратичне відхилення функції SigY= 1244.2181
 Коефіцієнт кореляції Rxy=   0.9573

Головна матриця та вектор-стовпчика вільних членів СЛАР:

```
A =
    8.2163    2.8129
    2.8129    1.0000

b =
   18.9389
    6.4484
```

Параметри степеневої функції:
a0 =0.3826 a1 =2.6339

Таблиця результатів апроксимації експериментальних даних:

```
      x(i)      y(i)   X(i)=ln(x(i))  Y(i)=ln(y(i)) X(i)*Y(i)  X(i)^2   yt(i)
rr(i)

     5.0000    32.0000     1.6094     3.4657     5.5779     2.5903     26.5353
29.8624
     7.0000    60.0000     1.9459     4.0943     7.9672     3.7866     64.3751
19.1411
     9.0000   135.0000     2.1972     4.9053    10.7780     4.8278    124.7952
104.1382
    11.0000   140.0000     2.3979     4.9416    11.8495     5.7499    211.7124
5142.6751
    13.0000   340.0000     2.5649     5.8289    14.9510     6.5790    328.7310
126.9901
```

```
    15.0000    480.0000      2.7081      6.1738     16.7189      7.3335    479.2197
0.6088
    17.0000    685.0000      2.8332      6.5294     18.4992      8.0271    666.3611
347.4082
    19.0000    890.0000      2.9444      6.7912     19.9963      8.6697    893.1849
10.1438
    21.0000   1280.0000      3.0445      7.1546     21.7824      9.2691   1162.5925
13784.5140
    23.0000   1470.0000      3.1355      7.2930     22.8672      9.8313   1477.3750
54.3910
    25.0000   1853.0000      3.2189      7.5246     24.2206     10.3612   1840.2276
163.1350
    27.0000   2445.0000      3.2958      7.8018     25.7135     10.8625   2253.7606
36572.5083
    29.0000   2800.0000      3.3673      7.9374     26.7275     11.3387   2720.5090
6318.8173
    31.0000   3010.0000      3.4340      8.0097     27.5052     11.7923   3242.9397
54260.9190
    33.0000   3920.0000      3.4965      8.2738     28.9296     12.2256   3823.4581
9320.3441

    19.0000   1302.6667      2.8129      6.4484     18.9389      8.2163      0.0000
8417.0398
```

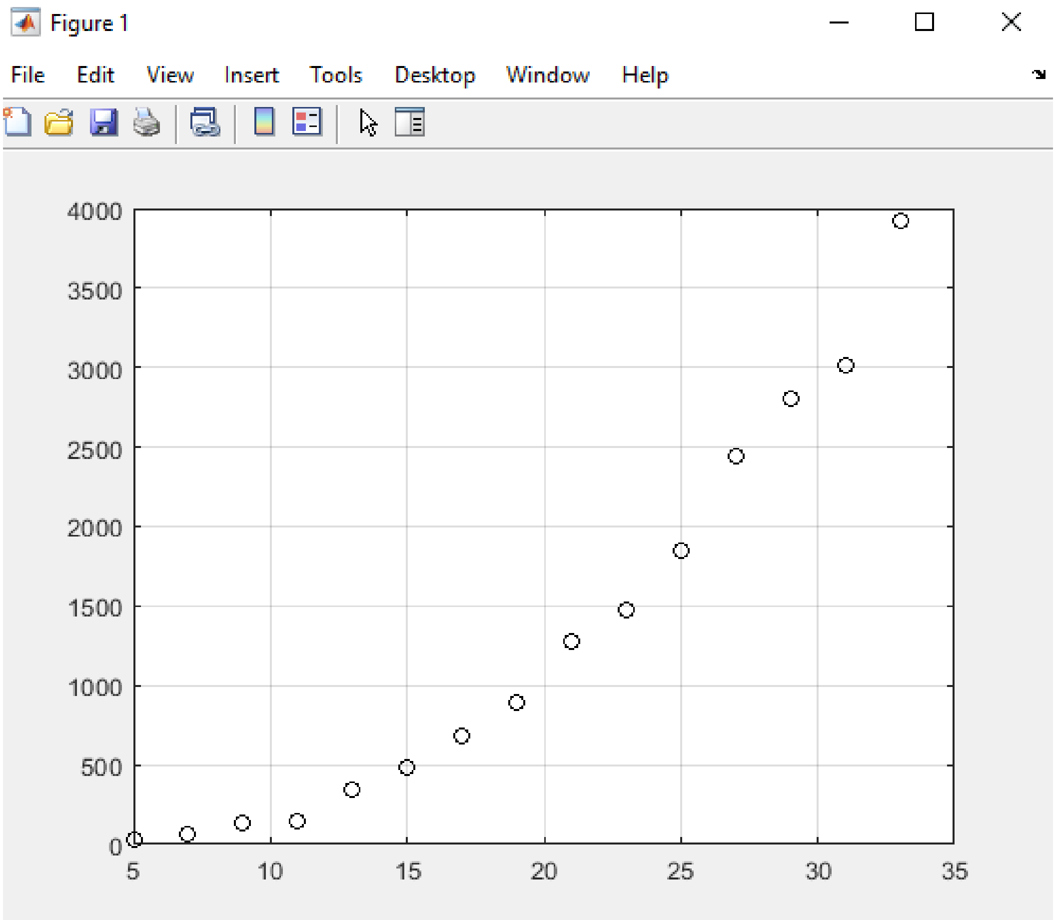


Рисунок 26.1 – Нанесення експериментальних даних на координатну сітку

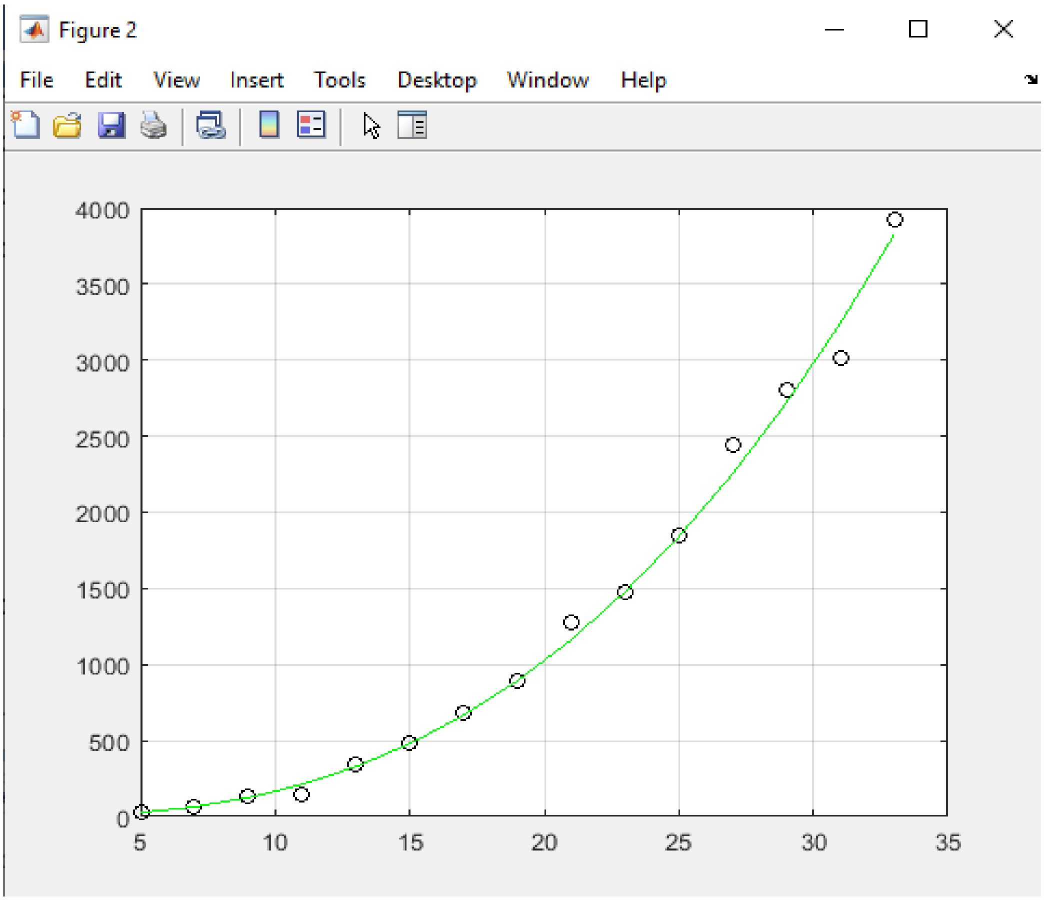


Рисунок 26.2 – Графіки експериментальної та теоретичної залежностей

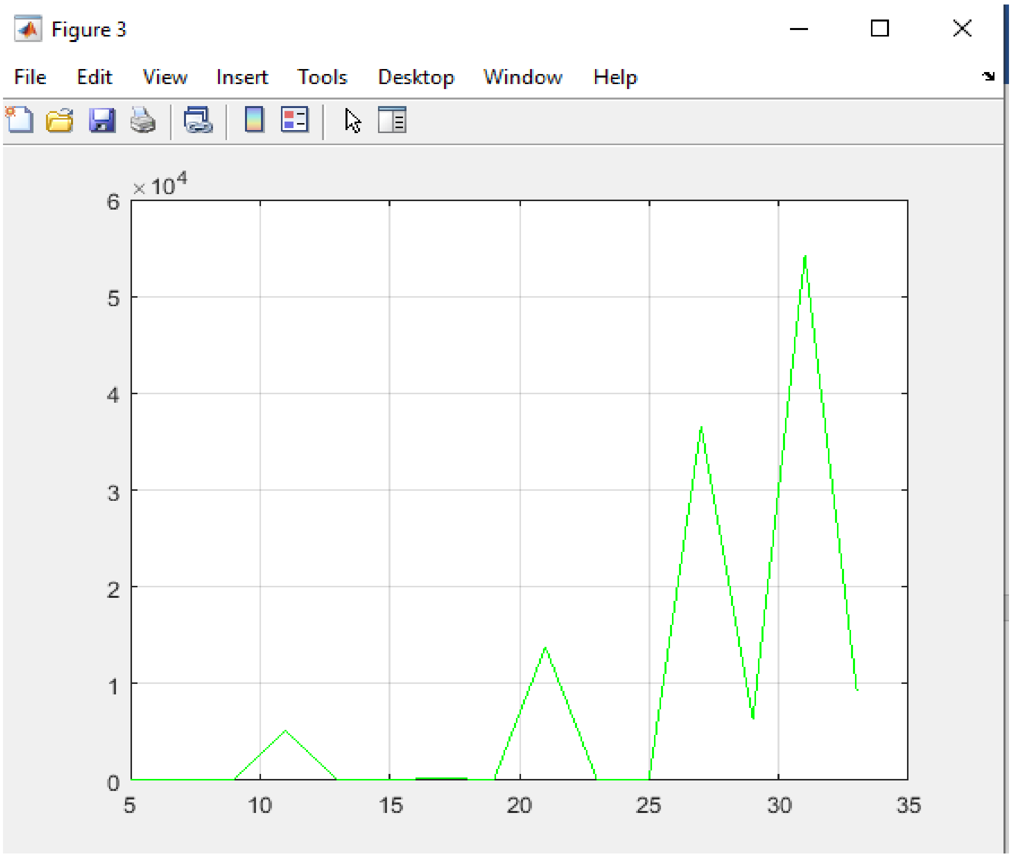


Рисунок 26.3 – Графіки відхилень експериментальної залежності від теоретичної

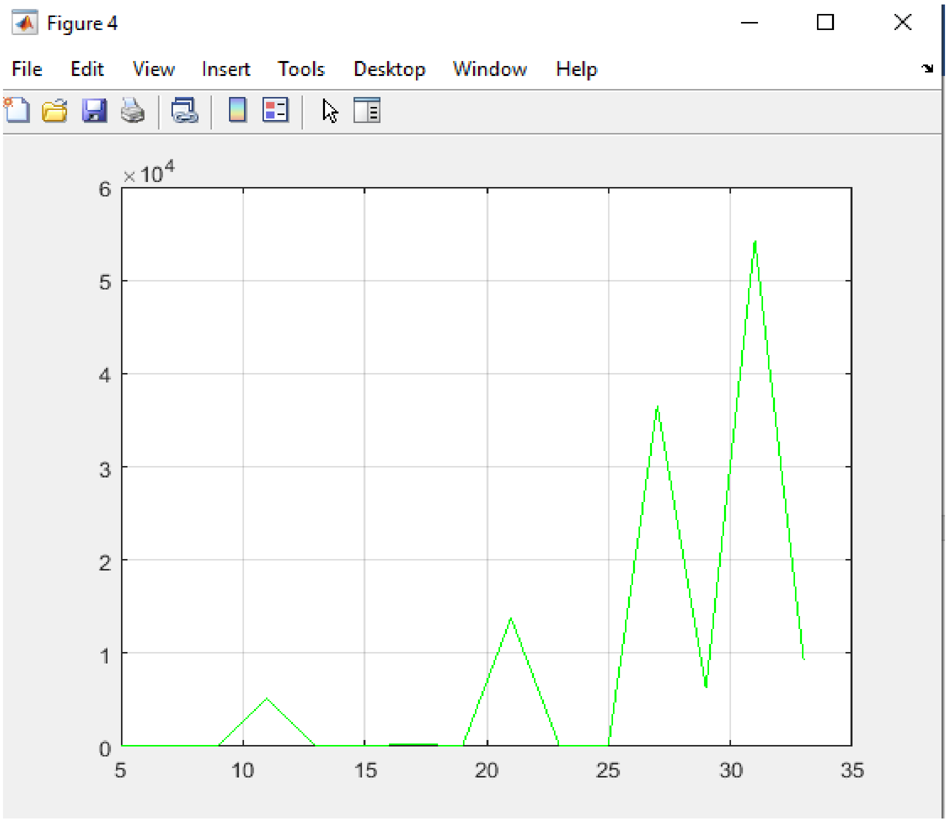


Рисунок 26.4 – Графіки квадратів відхилень експериментальної залежності від теоретичної

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Апроксимувати степеневою функцією експериментальні дані, наведені нижче у таблиці (В – варіант, який дорівнює порядковому номеру студента за списком у журналі, записаний двома цифрами, наприклад, якщо варіант 5, то В=05):

x_i	5,В	7,В	9,В	11,В	13,В	15,В	17,В	19,В
y_i	25,В	65,В	120,В	205,В	300,В	440,В	590,В	790,В

Розробити таблиці:

- для розрахунку коефіцієнта кореляції;
- розрахунку параметрів степеневої функції;
- для побудови графіків експериментальної та теоретичної залежностей.

Програму обчислень зберегти в *m*-файлі під назвою `ind_work_26_01`.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №27:
“РОЗРОБЛЕННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK МОДЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ СИГНАЛУ, ЗАДАНОГО ПЕВНОЮ ФУНКЦІЄЮ”

МЕТА РОБОТИ

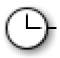
1. Вивчити метод найменших квадратів і його застосування для апроксимації експериментальних даних степеневою залежністю.
2. Навчитися складати СЛАР для визначення коефіцієнтів степенеової функції.
3. Навчитися розв’язувати СЛАР і визначати коефіцієнти моделі засобами `Matlab Simulink`.
4. Опнувати технологією складання та тестування програм для апроксимації експериментальних даних степеневою залежністю.

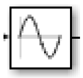
ХІД РОБОТИ

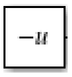
Завдання 1. Дано сигнал, що описується функцію $y = \frac{arcos\, x^{0.5}}{2} - \frac{3*arcsh\, x}{5}$ $y = \frac{arcos\, x^{0.5}}{2} - \frac{3*arcsh\, x}{5}$ на інтервалі зміни значення аргумента $x \in [0.1;\ 1]$.$x \in [0.1;\ 1]$.

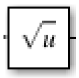
Необхідно: вибрати необхідні компоненти з відповідних біблітек `Matlab Simulink`, побудувати модель для генерування сигналу, заданого функцією, та виконати його симуляцію.

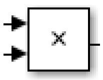
Для розв’язування даного завдання нам потрібні блоки:

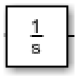

- блок генерування вхідного сигналу *x* з бібліотеки `Sources`;

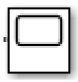

- блок формування значення функції $\sin x \sin x$з бібліотеки `Math Operations;`

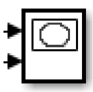

- блок зміни знаку функції $sinx\ sinx$ на протилежний з бібліотеки `Math Operations;`


- блок формування значення функції $\sqrt{y}\sqrt{y}$ з бібліотеки `Math Operations`;


- блок формування добутку значень функцій $\sqrt{y} * (-\sin x)\sqrt{y} * (-\sin x)$ з бібліотеки `Math Operations`;


- блок інтегрування функції $\sqrt{y} * (-\sin x)\sqrt{y} * (-\sin x)$з бібліотеки Continuous;


- блок виведення вихідного сигналу *y* на Осцилограф з бібліотеки `Sinks;`


- блок виведення вихідного сигналу у вигляді *y=f(x)* з бібліотеки `Sinks`.

Вигляд моделі засобами `Matlab Simulink` для симуляції сигналу, заданого функцією, показано на рис. 27.1.

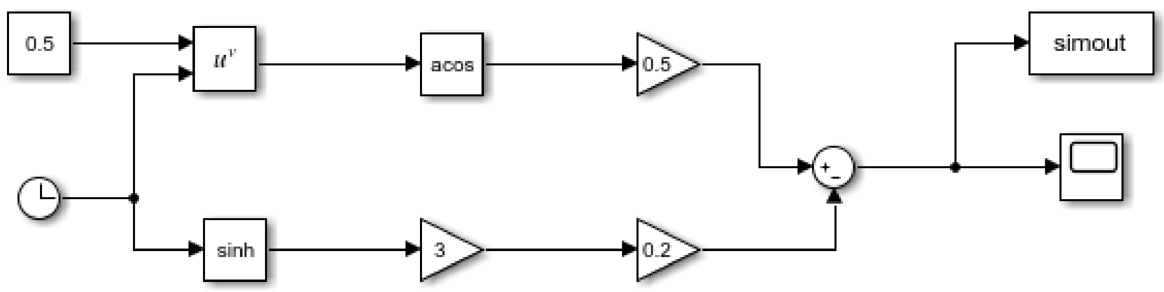


Рисунок 27.1 – Модель засобами `Matlab Simulink` для симуляції сигналу, заданого функцією $y = \frac{\arccos x^{0.5}}{2} - \frac{3*\operatorname{arcsh} x}{5}$ $y = \frac{\arccos x^{0.5}}{2} - \frac{3*\operatorname{arcsh} x}{5}$

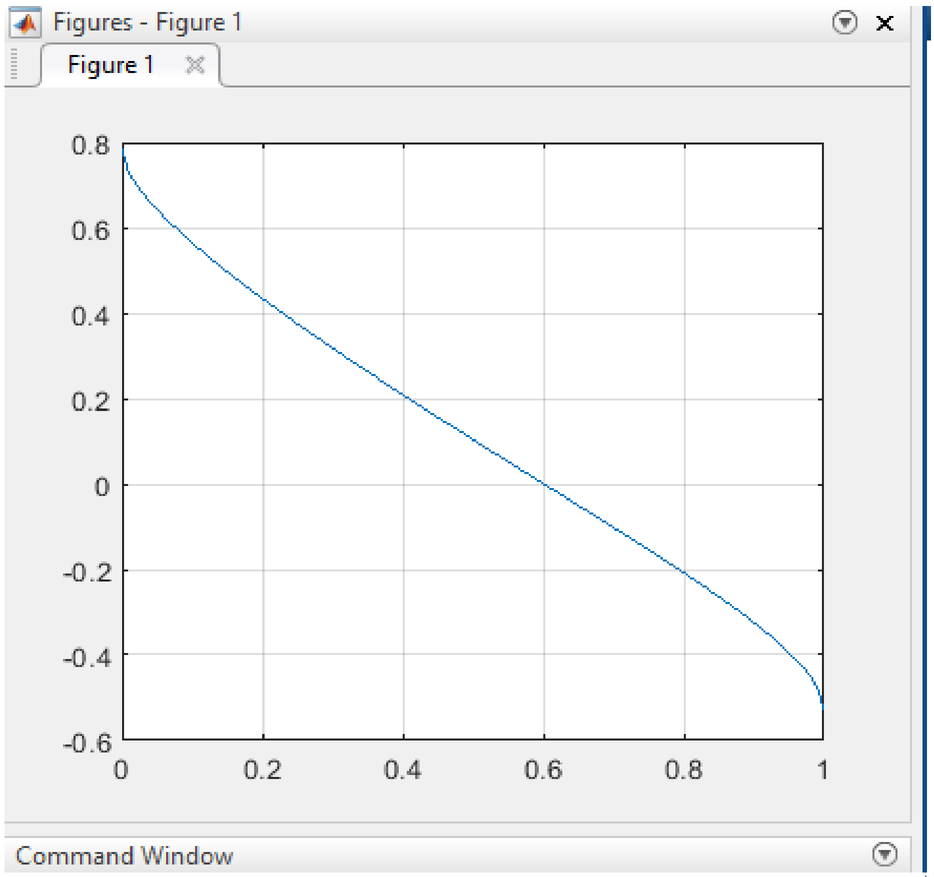


Рисунок 27.2 – Графічне зображення сигналу, заданого функцією $y = \frac{\arccos x^{0.5}}{2} - \frac{3*\operatorname{arcsh} x}{5}$ $y = \frac{\arccos x^{0.5}}{2} - \frac{3*\operatorname{arcsh} x}{5}$ за значень змінної x=0:0.01:1

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №28:
"МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ЗДР ПЕРШОГО ПОРЯДКУ"

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити методику побудови засобами `Matlab Simulink` моделі процесу функціонування комп'ютерних систем, що описуються звичайними диференціальними рівняннями першого порядку.
2. Ознайомится з компонентами, потрібними для створення моделі.
3. Виконати симуляцію і проаналізувати графіки отриманого вихідного сигналу та фазового портрету системи.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Робота комп'ютерного пристрою описується звичайним диференціальним рівнянням першого порядку:

$$\frac{dy}{dx} = x + \sin\left(\frac{y}{2.25}\right)$$

при початкових умовах $y(1.4) = 2.2$ на інтервалі $[1.4; 2.4]$ з кроком $h = 0.1$

Необхідно засобами `Matlab Simulink` розробити структурну схему моделі процесу функціонування цієї комп'ютерної системи.

Вигляд моделі для симуляції розв'язування заданого рівняння показано на рис. 28.1.

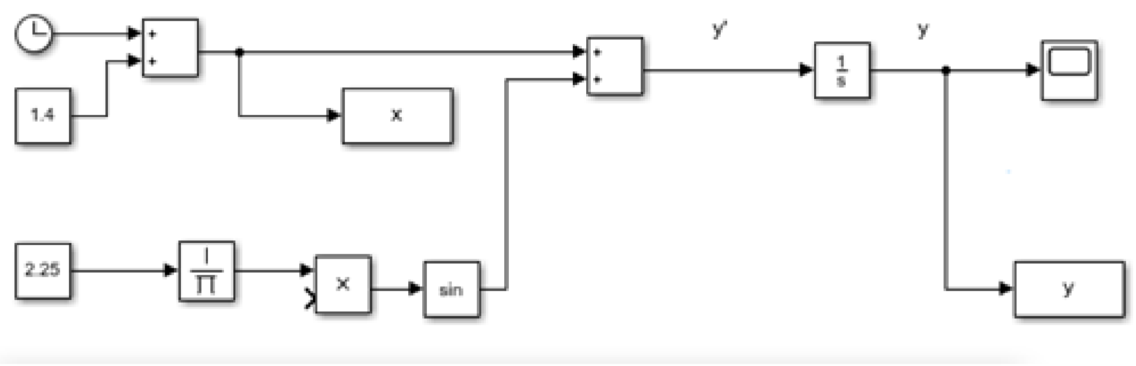


Рисунок 28.1 – Вигляд стуктурної схеми для моделювання процесу функціонування пристрою

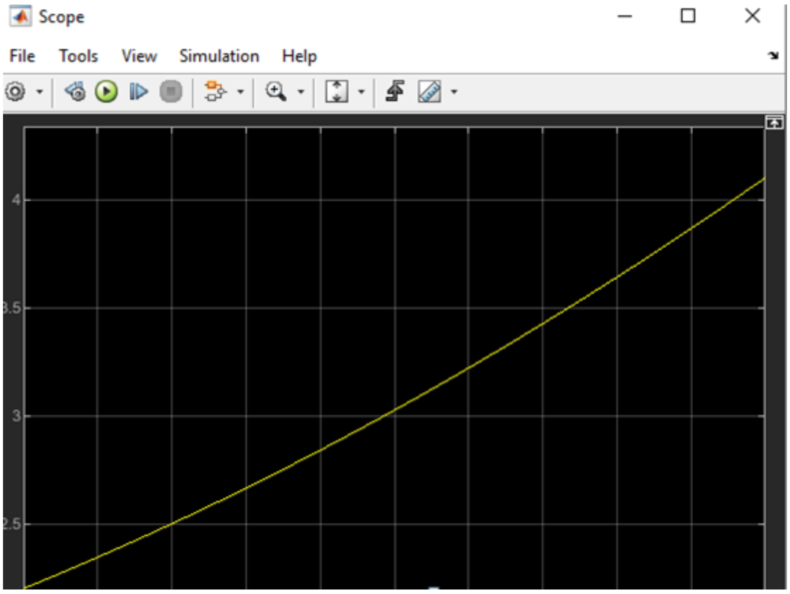


Рисунок 28.2 – Графік фукції,яка є розв’язком диференціального рівняння на заданому діапазоні

Завдання 2. Робота комп’ютерного пристрою описується звичайним диференціальним рівнянням першого порядку:

$$\frac{dy}{dx} = 1 + 0.2 * y * \sin(x) - 1.5 * y^2$$

при початкових умовах $y(0) = 0$ на інтервалі $[0; 1]$ з кроком $h = 0.1$.

Необхідно засобами `Matlab Simulink` розробити структурну схему моделі процесу функціонування цієї комп’ютерної системи.

Вигляд моделі для симуляції розв’язування заданого рівняння показано на рис. 28.3.

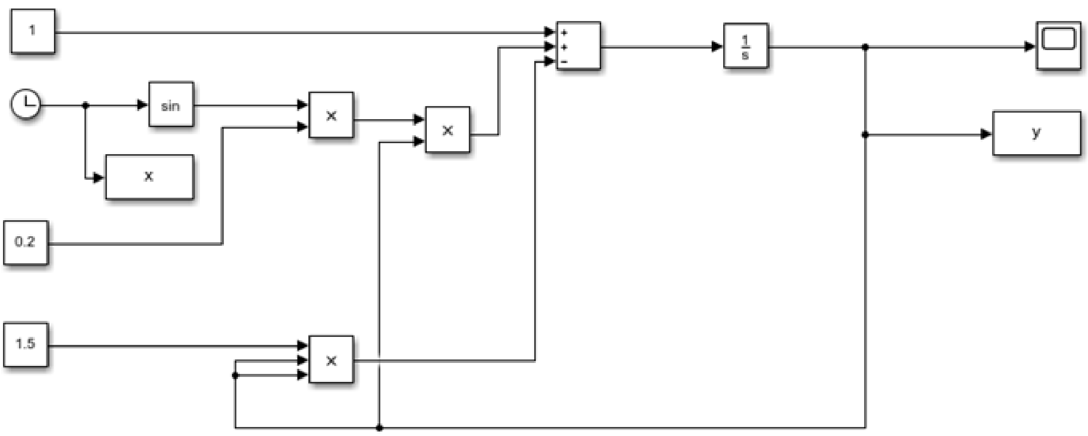


Рисунок 28.3 – Вигляд стуктурної схеми для моделювання процесу функціонування пристрою

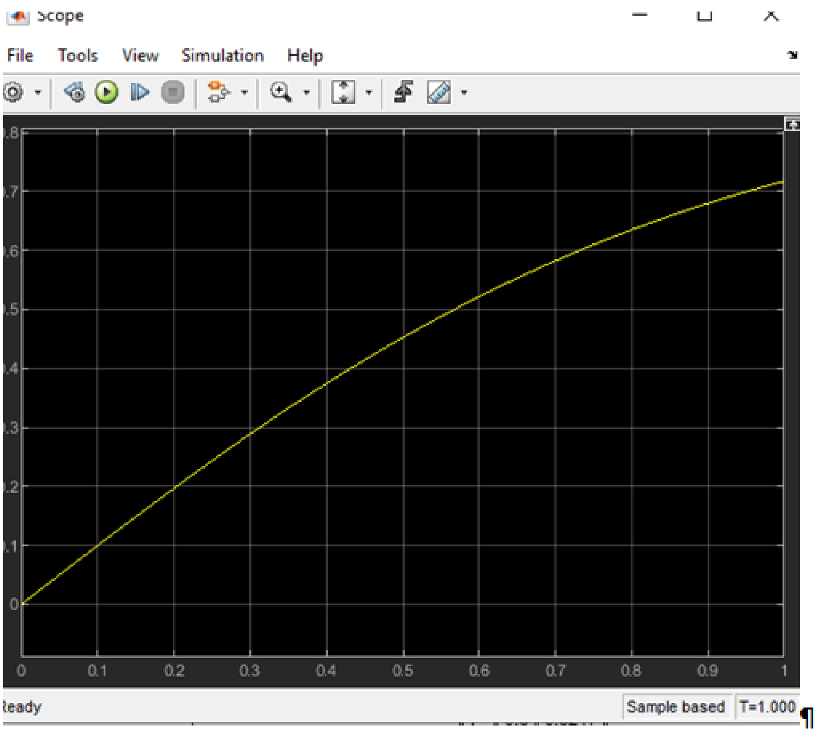


Рисунок 28.4 – Графік фукції,яка є розв’язком диференціального рівняння на заданому діапазоні

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №29:
“МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ЗДР ДРУГОГО ПОРЯДКУ”

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити методику побудови засобами `Matlab Simulink` моделі процесу функціонування комп’ютерних систем, що описуються звичайними диференціальними рівняннями другого порядку.
2. Ознайомится з компонентами, потрібними для створення моделі.
3. Виконати симуляцію і проаналізувати графіки отриманого вихідного сигналу та фазового портрету системи.

ХІД РОБОТИ

1. Робота комп’ютерного пристрою описується звичайним диференціальним рівнянням другого порядку

$$\begin{cases} y'' + a_1 y' + a_2 y = a_3 e^{-a_4 t} cos(a_5 t), \\ y(0) = y_0; \ y'(0) = y'_0. \end{cases} \begin{cases} y'' + a_1 y' + a_2 y = a_3 e^{-a_4 t} cos(a_5 t), \\ y(0) = y_0; \ y'(0) = y'_0. \end{cases})$$

у якому $a_1 = a_2 = 1; \ a_{13} = -5; \ a_4 = 1; \ a_5 = 0.1; \ y_0 = -1.5; \ y'_{0.} = 2.$ $a_1 = a_2 = 1; \ a_{13} = -5; \ a_4 = 1; \ a_5 = 0.1; \ y_0 = -1.5; \ y'_{0.} = 2.$ тобто рівняння набуває вигляду:

$$\begin{cases} y'' + 0.1y' + 0.1y = -5e^{-t}\cos(0.1t), \\ y(0) = -1.5; \ y'(0) = 2. \end{cases}$$

Вигляд моделі для симуляції процесу функціонування пристрою показано на рис. 28.1. На рис 28.2 показано результати моделювання, а на рис. 28.3 – фазовий портрет системи.

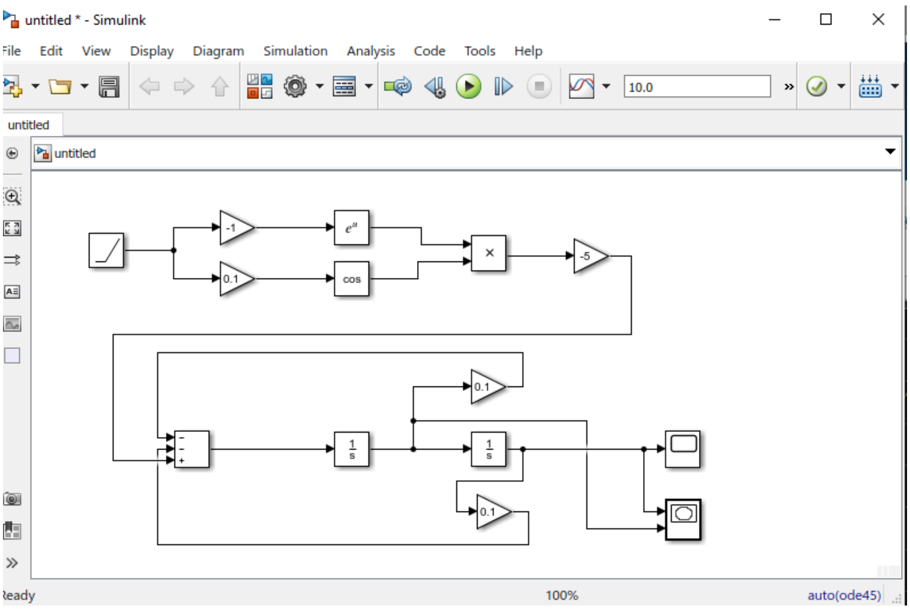


Рисунок 28.1 – Вигляд моделі для симуляції процесу функціонування пристрою, що описується ЗДР другого порядку

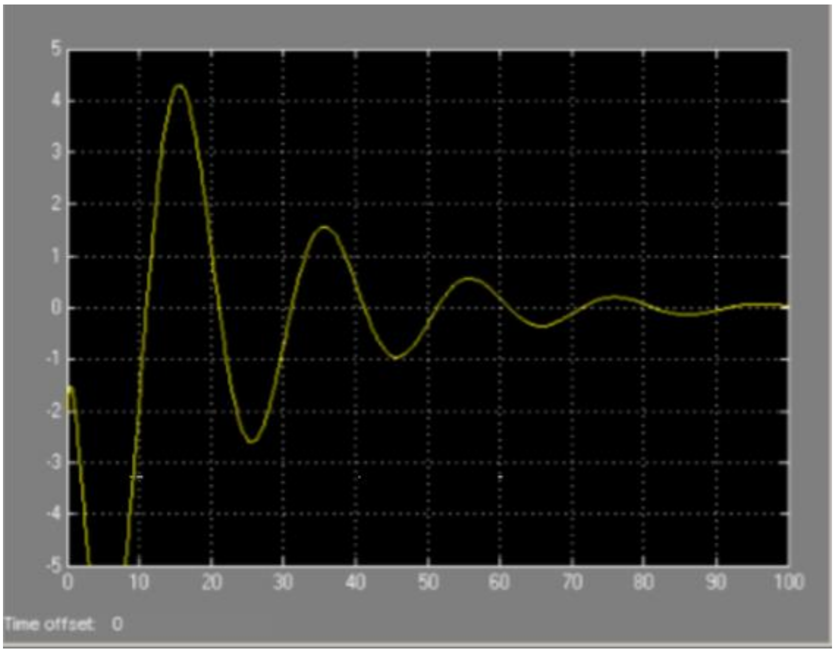


Рисунок 28.2 – Результати симуляції моделі, заданої ЗДР другого порядку

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Розв’язати задачу з самостійної роботи №22 за індивідуальним варіантом прредставививши дані не у вигляді масиву структур, а у вигляді однозв’язного списку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №30:
“МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ MATLAB SIMULINK ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ СИСТЕМОЮ ЛДР ПЕРШОГО ПОРЯДКУ”

МЕТА РОБОТИ

1. Вивчити методику побудови засобами `Matlab  Simulink` моделі процесу функціонування комп’ютерних систем, що описуються системою лінійних диференціальних рівнянь першого порядку.
2. Ознайомится з компонентами, потрібними для створення моделі.
3. Виконати симуляцію і проаналізувати графіки отриманого вихідного сигналу та фазового портрету системи.

ХІД РОБОТИ

1. Робота комп’ютерного пристрою описується системою двох лінійних диференціальних рівнянь першого порядку

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dt} = y_1 - y_2 + \dfrac{3}{2}t^2; \\ \dfrac{dy_2}{dt} = 4y_1 - 2y_2 + 4t + 1, \end{cases}$$

при початкових умовах $y_1(0) = 0;\ y_2(0) = 1.y_1(0) = 0;\ y_2(0) = 1.$

Необхідно засобами `Matlab  Simulink` розробити модель процесу функціонування комп’ютерної системи, що описується заданою системою лінійних диференціальних рівнянь першого порядку.

Зазначимо, що задана система має такий загальний розв’язок:

$$\begin{cases} y_1 = C_1e^{2t} + C_2e^{-3t} - \dfrac{1}{2}t^2; \\ y_2 = -C_1e^{2t} + 4C_2e^{-3t} + t^2 + t, \end{cases}$$

який при заданих початкових умовах набуває вигляду:

$$\begin{cases} y_1 = -\dfrac{1}{5}e^{2t} + \dfrac{1}{5}e^{-3t} - \dfrac{1}{2}t^2; \\ y_2 = \dfrac{1}{5}e^{2t} + \dfrac{4}{5}C_2e^{-3t} + t^2 + t. \end{cases}$$

Вигляд моделі для симуляції розв’язування заданої системи двох лінійних диференціальних рівнянь показано на рис. 30.1.

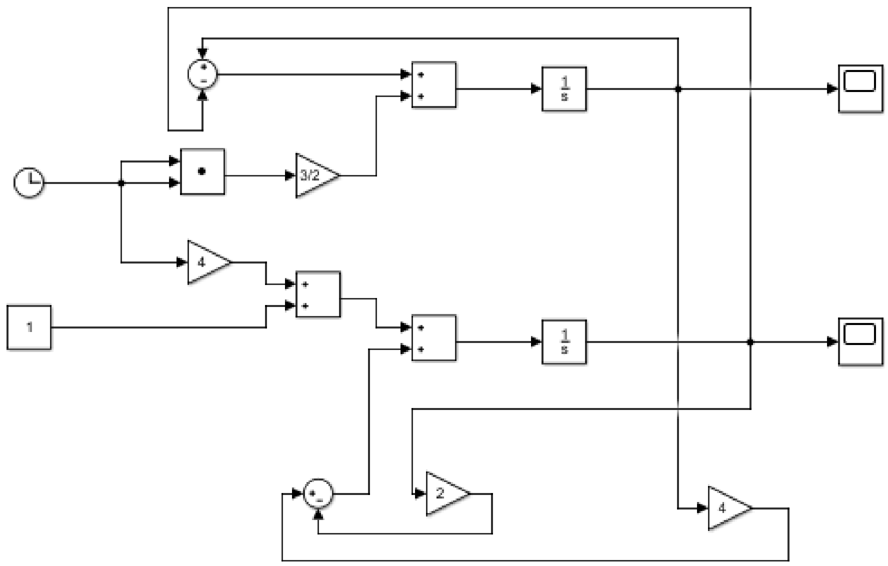


Рисунок 30.1 – Модель для симуляції процесу функціонування пристрою, що описується системою двох лінійних диференціальних рівнянь

Графіки обох функцій, які побудовані засобами Matlab, показані на рис. 30.2.

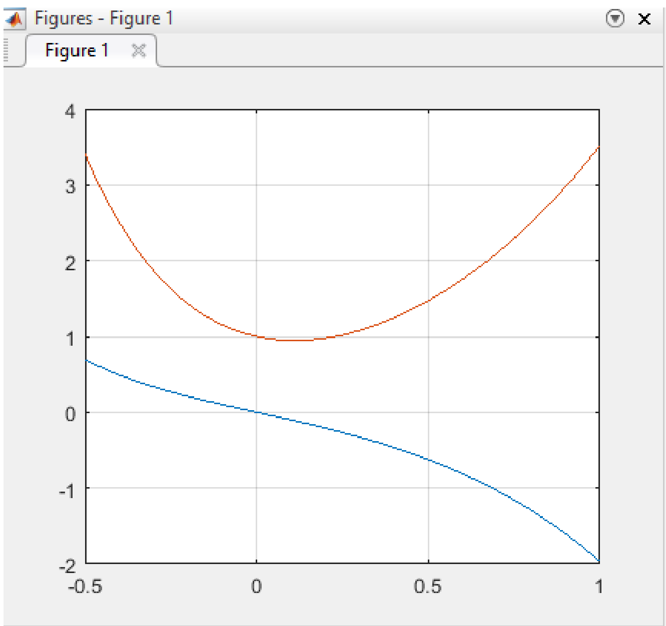


Рисунок 30.2 – Графіки функцій $\begin{cases} y_1 = -\frac{1}{5}e^{2t} + \frac{1}{5}e^{-3t} - \frac{1}{2}t^2; \\ y_2 = \frac{1}{5}e^{2t} + \frac{4}{5}C_2e^{-3t} + t^2 + t. \end{cases}$ $\begin{cases} y_1 = -\frac{1}{5}e^{2t} + \frac{1}{5}e^{-3t} - \frac{1}{2}t^2; \\ y_2 = \frac{1}{5}e^{2t} + \frac{4}{5}C_2e^{-3t} + t^2 + t. \end{cases}$

ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с. ISBN 978-617-7789-18-4

2. Гончаров О. А. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с. ISBN 978-966-657-828-3.

3. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані (Data Science) та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138 с.

4. Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках:навчальний посібник Том 2 за ред. В. В. Пасічника / В. А. Андруник, В. А.Висоцька, В. В.Пасічник, Л. Б. Чирун, Л. В. Чирун. – Львів: Видавництво «Новий світ -2000», 2020. – 536 с. ISBN 978-617-7519-12-5.

Додаткова література

1. Пех П.А. Методи обчислень та моделювання: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» денної та заочної форм навчання – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 162 с. Формат А4

2. Пех П.А. Методи обчислень та моделювання: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» денної та заочної форм навчання – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 162 с. Формат А4

3. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи : підручник / С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с. ISBN 978-966-990-028-9.

4. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Д.О. Півторак, Ю.Ф. Лазарєв, С.Л. Лакоза ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 207 с.

5. Богач І. В. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD : навчальний посібник / І. В. Богач, О. Ю. Краковецький, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 106 с. ISBN 978-966-641-802-2.

6. Дубовой В. М. Моделювання та оптимізація систем: підручник/ В. М. Дубовой, Р. Н. Квєтний, О. І.Михальов, А. В. Усов – Вінниця: ПП «ТДЕдельвейс», 2017. – 804. с. ISBN 978-617-7237- 23-4.

7. Третиник В. В. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані (DataScience) та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138 с.

8. Рибачук Л. В. Навчальний посібник з дисципліни «Спеціальні розділи математики-2 Чисельні методи» для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» освітньо-професійної програми «Інформаційні управляючі системи та технології» / Л. В. Рибачук – Київ: КПІ, 2020. – 74 с.

9. Мусіяка В. Г. Основи числових методів [Текст] підручник / В. Г. Мусіяка. – Дніпро : ЛІРА, 2017. – 256 с.

10. K. Akbar Ansari. An Introduction to Numerical Methods Using MATLAB / K. Akbar Ansari Ph.D., P.E., Bonni Dichone Ph.D. – Published January 7, 2019. –368 Pages. ISBN: 978-1-63057-245-7

11. Shawna Lockhart. An Engineer's Introduction to Programming with MATLAB 2018/ Shawna Lockhart, Eric Tilleson – SDC Publications, May 9, 2018. 256 Pages. ISBN: 978-1-63057-206-8

12. Huei-Huang Lee. Programming and Engineering Computing with MATLAB 2021/ Huei-Huang Lee. – SDC Publications, September 17, 2021. 532 Pages. ISBN: 978-1-63057-491-8

13. Vuik C. Numerical Methods for Ordinary Differential Equations/ C. Vuik, F.J. Vermolen, M.B. van Gijzen, M.J. Vuik. – February 8, 2023. ISBN:978-94-6366-665-7

14. Sulaymon L. Eshkabilov. Practical MATLAB Modeling with Simulink/ Sulaymon L. Eshkabilov. Apress Berkeley, CA, Published: 08 April 2020. ISBN978-1-4842-5798-2

15. Lee, S., Buzby, M. (2021). Mathematical Modeling and Simulation with MATLAB. ©2021 by Sheldon Lee and Megan Buzby. This book is Licensed under CC BY-SA 4.0

ДЛЯ НОТАТОК

Методи обчислень та моделювання. Лабораторний практикум. Для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Комп'ютерна інженерія» денної та заочної форм навчання / Петро Антонович Пех, Наталія Леонідівна Чернящук, Сергій Васильович Гринюк, Людмила Миколаївна Конкевич, Катерина Вікторівна Мельник, Наталія Анатоліївна Христинець. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 168 с.

Підп. до друку «30» червня 2023р.
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. 21,75. Тираж 20 прим. Зам. ____

Відділ іміджу та промоцій
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
ВІП ЛНТУ