Практична робота №5
Функції функцій

Мета роботи: вивчити процедуру **розроблення функцію функцій в середовищі MATLAB**

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

5.1 Загальні відомості

Деякі важливі універсальні процедури в MatLAB використовують як змінний параметр ім'я функції, із яким вони оперують, і тому потребують при зверненні до них указівки імені М-файлу, у якому записаний текст програми обчислення деякої іншої процедури (функції). Такі процедури називають **функціями функцій.**

Щоб скористатися такою функцією від функції, необхідно, щоб користувач попередньо створив М-файл, у якому обчислювалося б значення потрібної функції за відомим значенням її аргументу.

5.2 Стандартні функції від функцій Matlab

Перелікуємо деякі зі стандартних функцій від функцій, передбачених у MatLAB.

Обчислення інтеграла методом квадратур здійснюється процедурою

[I, cnt] = quad('<ім'я функції>',a,b).

Тут a і b - нижня й верхня межа змінювання аргументу функції; I - отримане значення інтеграла; cnt - кількість звернень до обчислення функції, поданої М-файлом із назвою, указаним у <ім'я функції>. Функція **quad** використовує квадратурні формули Ньютона-Котеса четвертого порядку.

Аналогічна процедура **quad8** використовує більш точні формули 8-го порядку.

Інтегрування звичайних диференціальних рівнянь здійснюють функції **ode23** і **ode45.** Вони можуть застосовуватися як для розв'язування простих диференціальних рівнянь, так і для моделювання складних динамічних систем, тобто систем, поводження яких можна описати сукупністю звичайних диференціальних рівнянь.

Відомо, що будь-яка система звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) може бути подана як система рівнянь 1-го порядку у формі Коші:

$$\frac{dy}{dt} = f(y,t),$$

де **y** - вектор змінних стану (фазових змінних системи);

t - аргумент (зазвичай -час);

f - нелінійна вектор-функція від змінних стану **y** і аргументу t.

Звернення до процедур чисельного інтегрування ЗДР має вид:

[t,y]=ode23('<ім'я функції>',tspan,y0,options)
[t,y]=ode45('<ім'я функції>',tspan,y0,options),

де використані параметри мають такий зміст: <ім'я функції> - рядок символів, що є ім'ям М-файла, у якому обчислюється вектор-функція fy,t), тобто праві частини системи ЗДР; у0 - вектор початкових значень змінних стану; t - масив кінцевих значень аргументу, що відповідають крокам інтегрування; у - матриця проінтегрованих значень фазових змінних, в якій кожний стовпчик відповідає одній зі змінних стану, а рядок містить значення змінних стану, що відповідають певному кроку інтегрування; tspan - вектор-рядок [t0 tfinal], що містить два значення: t0 - початкове значення аргументу t; tfinal - кінцеве значення аргументу; ortions - рядок із параметрів, що визначають значення припустимої відносної й абсолютної похибки інтегрування.

Параметр ortions можна не вказувати. Тоді за замовчуванням припустима відносна похибка інтегрування приймається рівною 1 • 10   , абсолютна (по кожній із змінних стану) - 1 • 10_^{6}. Якщо ж по якихось параметрах ці значення не влаштовують користувача, треба перед зверненням до процедури чисельного інтегрування встановити нові значення припустимих похибок за допомогою процедури **odeset** у такий спосіб:

options=odeset('RelTol',1e-4,'AbsTol',[1e-4 1e-4 1e-5]).

Параметр RelTol визначає відносну похибку чисельного інтегрування по усіх фазових змінних одночасно, а AbsTol є вектором-рядком, що складається з абсолютних припустимих похибок чисельного інтегрування по кожній з фазових змінних.

Функція **ode23** здійснює інтегрування чисельним методом Рунге-Кутта 2-го порядку, а за допомогою методу 3-го порядку контролює відносні й абсолютні похибки інтегрування на кожному кроці і змінює величину кроку інтегрування так, щоб забезпечити задані межі похибок інтегрування.

Для функції **ode45** основним методом інтегрування є метод Рунге-Кутта 4-го порядку, а величина кроку контролюється методом 5-го порядку.

Обчислення мінімумів і коренів функції здійснюється такими функціями
MatLAB:

fmin - відшукування мінімуму функції одного аргументу;

fmins - відшукування мінімуму функції кількох аргументів;

fzero - відшукування нулів (коренів) функції одного аргументу.

Звернення до першої з них у загальному випадку має такий вид:

Xmin = fmin ('<ім'я функції>', X1, X2).

Результатом цього звернення буде значення Xmin аргументу функції, яке відповідає локальному мінімуму в інтервалі X1<X<X2 функції, заданої М-файлом із зазначеним ім'ям.

Як приклад розглянемо відшукання значення числа п як значення локального мінімуму функції **y** = **cos(x)** на відрізку [3, 4]:

» Xmin = fmin('cos',3,4)
Xmin = 3. 1416e+000

Звернення до другої процедури повинно мати форму:

Xmin = fmins ('<ім'я функції>', X0),

при цьому X є вектором аргументів, а X0 означає початкове (первинне) значення цього вектора, в околі якого відшукується найближчий локальний мінімум функції, заданої М-файлом із зазначеним ім'ям. Функція **fmins** знаходить вектор аргументів Xгпіп, який відповідає знайденому локальному мінімуму.

Звернення до функції **fzero** повинно мати вид:

z = fzero ('<ім'я функції>', x0, tol, trace).

Тут позначено: x0 - початкове значення аргументу, в околі якого відшукується дійсний корінь функції, значення якої обчислюються в М-файлі із заданим ім'ям; tol - задана відносна похибка обчислення кореня; trace - позначення необхідності виводити на екран проміжні результати; z - значення шуканого кореня.

Побудова графіків функції однієї змінної може бути здійснена за допомогою процедури **fplot.** Відмінність її від процедури **plot** у тому, що для побудови графіка функції немає необхідності в попередньому обчисленні значення функції й аргументу. Звернення до неї має вид:

fplot('<ім'я функції>',[<інтервал>],n),

де **<інтервал>** - це вектор-рядок із двох чисел, що задають, відповідно, нижню й верхню межі змінювання аргументу; <ім'я функції> - ім'я М-файла з текстом процедури обчислення значення бажаної функції за заданим значенням її аргументу; n - бажане число частин розбиття зазначеного інтервалу. Якщо останню величину не задати, за замовчуванням інтервал розбивається на 25 частин. Хоча кількість частин "n", на які розбито інтервал змінювання аргументу, визначено, проте насправді кількість значень вектора "x" може бути значно більшою за рахунок того, що функція **fplot** проводить обчислення з додатковим обмеженням, щоб збільшення кута нахилу графіка функції на кожному кроці не перевищувало 10 градусів. Якщо ж воно виявилося більшим, здійснюється роздрібнення кроку змінювання аргументу, але не більше ніж у 20 разів. Останні два числа (10 і 20) можуть бути змінені користувачем, для цього при зверненні слід додати ці нові значення в заголовок процедури в зазначеному порядку.

Якщо звернутися до цієї процедури так:

[x, Y] = fplot ('<ім'я функції>', [<інтервал>], n),

то графік зазначеної функції не відображується на екрані (у графічному вікні). Замість цього обчислюється вектор "x" аргументів і вектор (або матриця) Y відповідних значень зазначеної функції. Щоб при зверненні останнього виду побудувати графік, необхідно зробити це у подальшому за допомогою процедури **plot**(x, Y).

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

5.3 Завдання для виконання

5.3.1 Завдання 1

Створіть М-файл, що обчислює функцію із завдання 1.5. побудуйте графік цієї функції за допомогою процедури **fplot** у межах, визначених у завданні 1.5. Обчисліть інтеграл від функції у тих же межах, використовуючи процедури **quad** і **quad8.** Знайдіть точку локального мінімуму і локальний мінімум функції і найближчий корінь (нуль).

5.3.2 Завдання 2

Знайдіть точку локального мінімуму і локальний мінімум функції двох змінних, прийнявши за початкову точку із заданими координатами (таблиця 2.2). Попередньо створіть відповідну файл-функцію.

Таблиця 5.1 – Завдання до практичної роботи №5

Варіант	x_o	y_o	$f(x,y)$
1	0	1	$e^{x+y}+(x-y)^2-2x-2y$
2	0.7	-1. 2	$(x-y)^2-\cos(x-y-1)$
3	1.5	-0. 5	$e^{x+y}-2x-2y-\cos(x-y-1)$
4	0.5	1.5	$e^{x+y}+4x^2-3x-3y$
5	0	1	$4x^2+\ln(x+y)+\dfrac{1}{x+y}$
6	1.2	0.7	$2^{x+y}-2x-2y+2(x-y)^2$
7	0	-0. 9	$e^{x-y}+2x+2y+(x+y)^2$
8	0.8	1.3	$(x-y)^2-\cos(x+y-1)$
9	1.5	0.5	$e^{x-y}-2x+2y-\cos(x+y-1)$
10	0.5	-1. 5	$e^{x-y}-3x+3y+4x^2$
11	0	-1	$4x^2+\ln(x-y)+\dfrac{1}{x-y}$
12	1.2	-0. 8	$2^{x-y}-2x+2y+2(x+y)^2$