МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

**Лабораторна робота № 5**

з дисципліни «Методи моделювання та оптимізації безпечних комп'ютерних систем»

(назва дисципліни)

на тему: «Рішення задач нелінійної оптимізації

з використанням пакета Optimization Toolbox

програмного середовища MATLAB»

Виконав: студент 5 курсу групи № 555ім

напряму підготовки (спеціальності)

125 Кібербезпека та захист інформації

(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності))

Орлов Станіслав Валерійович

(прізвище й ініціали студента)

Прийняв: д.т.н., професор

Морозова Ольга Ігорівна

(посада, науковий ступінь, прізвище й ініціали)

Національна шкала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Харків – 2023

**Тема**: Рішення задач нелінійної оптимізації з використанням пакета Optimization Toolbox програмного середовища MATLAB

**Мета** **роботи**: придбання навичок рішення задач нелінійної оптимізації різного класу за допомогою програмного середовища МАТLAB

**Постановка завдання:**

Задача 1. Знайти мінімум функції f(x) при заданому векторі початкових

значень змінних X0 = (x01,x02) і відсутності обмежень. Вирішити дану задачу аналітично за допомогою метода найскорішого спуску при заданій точності обчислень e (див. лекцію «Метод найскорішого спуска») і порівняти дане рішення з рішенням, отриманим за допомогою пакета Optimization Toolbox. Знайти рішення даної задачі при іншому (довільному) значенні X0 і порівняти його з раніше отриманим рішенням, а також порівняти кількість виконаних ітерацій, при яких досягається рішення задачі, для заданого і обраного значення X0. Показати, що знайдений локальний мінімум цільової функції співпадає з глобальним (див. виділений жовтим кольором фрагмент лекції «Нелинейная оптимизация»).

Варіант 22

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 22 |  | (0;-1) | 0,1 |

Задача 2. Знайти мінімум функції f(x) в інтервалі (0, N/2), де N – номер

варіанта виконання завдання. Побудувати графік функції, що мінімізується і

вустановити, чи співпадає мінімальне значення функції в заданому інтервалі з дійсним мінімумом функції і якщо не співпадає, то візуально визначити дійсний мінімум функції.

Варіант 10

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *10* |  | *22* |  |

Задача 3. Знайти мінімум функції f(x) при системі обмежень G(x) і

початкових значеннях змінних x1(0) = 1, x2(0) = 2, x3(0) = 1.

Варіант 22

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *22* |  |  |

Задача 4. Знайти мінімум функції f(x) при системі обмежень G(x).

Варіант 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *1* |  |  |

**Порядок виконання завдань:**

**Задача 1**

Виконаємо пошук мінімального значення за допомогою системи MatLab.

function f = task1(x)

f = 4\*x(1)^2+4\*x(2)^2+6\*x(2)+3;

[x, fval] = fminunc(@task1,x)

[x1,x2] = meshgrid([-10:1:10])

z = 4\*x(1)^2+4\*x(2)^2+6\*x(2)+3;

surf(x1, x2, z);

hold on;

zlabel('z');

hold off;

function f = task(point)

f = 4\* point (1)^2 + 4\* point (2)^2 + 6\* point (1) + 3;

end

Функція має мінімальне значення 0.7500 у точці (-0.7500,0)

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

Рис. 1 – знайдене мінімальне значення та побудований графік функції

**Задача 2**

Знайшов мінімум функції f(x) в інтервалі (0, 5)



function f = task2(x)

f = (2\*x+1).^3-1;

xmin = fminbnd(@task2,0,5)

A white background with black text

Description automatically generated

Рис. 2 – мінімальне значення функції

x = 0:1:5;

y = (2\*x+1).^3-1;

plot(x,y,'K.-')

A screen shot of a computer

Description automatically generated

Рис. 3 – побудований графік функції

**Задача 3**

Тепер знайдемо мінімум функції при системі обмежень G(x) і початкових значеннях x1(0) = 1, x2(0) = 2, x3(0) = 1.

**,** 

>> x0 = [1,2,1];

>> A = [-2 -1 1; 2 1 -1];

>> b = [0;50];

>> [x, fval] = fmincon(@task3,x0,A,b)

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рис. 4 – мінімум функції при системі обмежень

**Задача 4**

Знайшов мінімум функції f(x) при системі обмежень G(x)

>> syms f(a,b,c)

>> f(a,b,c) = a^2+2\*b^2-a\*b-a\*c-3\*b\*c+2\*a-b+6\*c

f(a, b, c) = 2\*a - b + 6\*c - a\*b - a\*c - 3\*b\*c + a^2 + 2\*b^2

>> hessian(f,[a,b,c])

ans(a, b, c) =

[ 2, -1, -1]

[-1, 4, -3]

[-1, -3, 0]

>> H = [2 -1 -1; -1 4 -3; -1 -3 0];

>> f = [2; -1; 6];

>> A = [-1 0 0; 0 -1 1; 1 0 -1];

>> b = [-2; 4; 2];

>> [x,fval,exitflag,output] = quadprog(H,f,A,b, [], [])

x =

3.0000

0.9677

1.3548

fval =

13.1332

exitflag =

-6

output =

struct with fields:

message: 'The problem is non-convex.'

algorithm: 'interior-point-convex'

firstorderopt: 9.4402

constrviolation: 0

iterations: 0

linearsolver: 'dense'

cgiterations: []

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Рисунок 5 – мінімум функції при системі обмежень

**Висновок:** у ході виконання лабораторної роботи ознайомився та придбав навички рішення задач нелінійної оптимізації різного класу за допомогою програмного середовища MATLAB. Ознайомився та отримав навичик роботи з пакетом Optimization Toolbox для пошуку мінімумального значення на обмеженому інтервалі.