

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

# Лабораторна робота №5

***з дисципліни «Моделювання та оптимізація комп’ютерних систем»***

**«РЕКОНСТРУКЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПО ЧАСОВОМУ РЯДІ.»**

Виконав студент групи: КВ-11

ПІБ: Терентьєв Іван Дмитрович

Перевірив: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Київ 2024**

***Загальне завдання***

* Розробити алгоритм та написати програму в системі Matlab для розв’язання рівняння Лоренца з хаотичним аттрактором.
* Використовуючи змінну x(t) рівняння Лоренца, обчислити кореляційний інтеграл.
* Графічним способом обчислити кореляційну розмірність.

***Мета***

Ознайомитися з методом реконструкції математичної моделі по часовому ряді на прикладі системи Лоренца.

№1

sigma = 10;

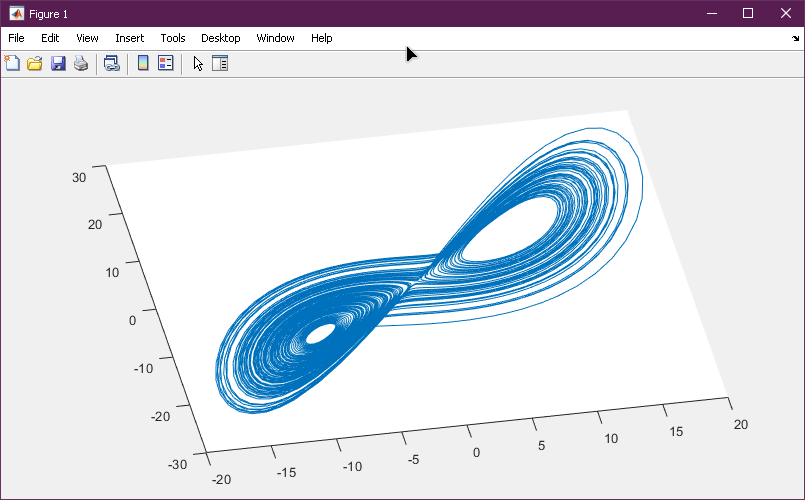
beta = 8/3;

rho = 28;

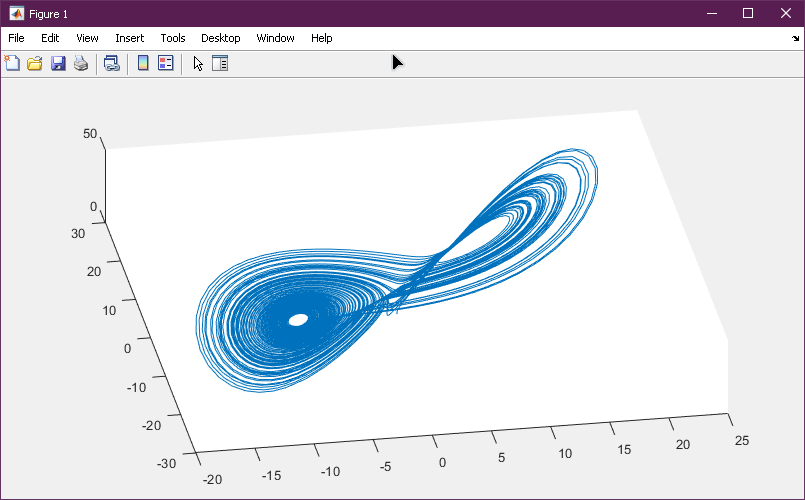
f = @(t,a) [-sigma\*a(1)+sigma\*a(2);rho\*a(1)-a(2)-a(1)\*a(3);-beta\*a(3)+a(1)\*a(2)];

[t,a] = ode45(f,[0 100],[1 1 1]);

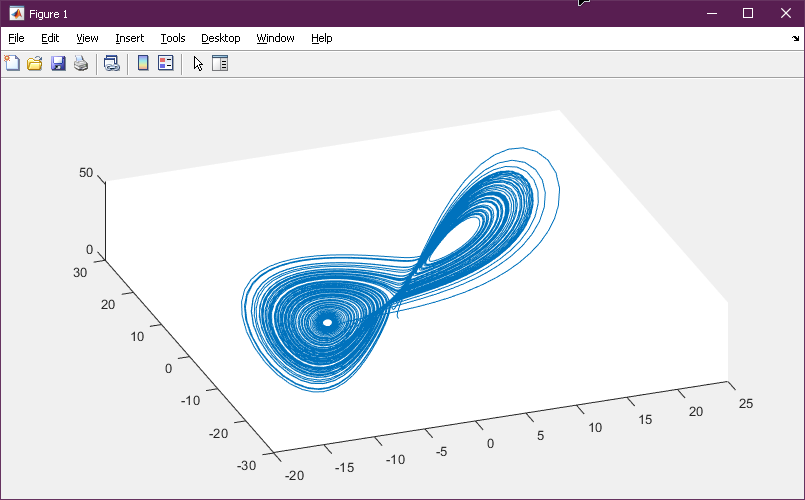
plot3(a(:,1),a(:,2),a(:,3))



rho = 28



rho = 29



rho = 30

№2 та №3

trans\_steps = 10;

num\_p = 20;

initial\_x = 0.1;

initial\_y = 0.1;

a\_k = 1.2;

b\_k = 0.4;

x\_old = initial\_x;

y\_old = initial\_y;

for j = 1:trans\_steps

    x\_new = a\_k - x\_old.^2 + b\_k \* y\_old;

    y\_new = x\_old;

    x\_old = x\_new;

    y\_old = y\_new;

end

x\_p = zeros(num\_p, 1);

y\_p = zeros(num\_p, 1);

x\_p(1) = x\_new;

y\_p(1) = y\_new;

for j = 1:num\_p - 1

    x\_p(j+1)=a\_k - x\_p(j)^2 + b\_k \* y\_p(j);

    y\_p(j+1)=x\_p(j);

end

dist\_mtrx = sparse(num\_p, num\_p);

for j = 1:num\_p

    for i = j + 1:num\_p

        dist = (x\_p(i)-x\_p(j))^2+(y\_p(i)-y\_p(j))^2;

        dist\_mtrx(i,j)=dist;

    end

end

dist\_mtrx = sqrt(dist\_mtrx);

min\_dist = min(min(dist\_mtrx + (1000\*dist\_mtrx == 0)));

max\_dist = max(max(dist\_mtrx));

max\_dist = 2^ceil(log(max\_dist) / log(2));

num\_div = floor(log(max\_dist/min\_dist)/log(2));

num\_ranges = num\_div + 1;

range\_vector = max\_dist \* 2.^(-((1:num\_ranges)' - 1));

num\_pairs = num\_p \* (num\_p - 1) / 2;

correl\_values = zeros(num\_ranges, 1);

for j = 1:num\_ranges

    range = range\_vector(j);

    num\_pairs\_within\_range = sum(sum(dist\_mtrx < range & dist\_mtrx > 0));

    correl\_values(j) = num\_pairs\_within\_range / num\_pairs;

end

correl\_integral\_val = sum(correl\_values) / num\_ranges;

disp(['Correlation integral value = ', num2str(correl\_integral\_val)]);

figure(2)

plot(range\_vector, correl\_values, 'o-');

xlabel('r');

ylabel('C(r)');

grid on

discard = 3;

n1 = discard + 1;

n2 = num\_ranges - discard;

inside\_range = n1:n2;

log\_range = log(range\_vector) / log(2);

log\_correl\_values = log(correl\_values) / log(2);

log\_inside\_range = log(inside\_range);

log\_correl\_inside = log\_correl\_values(inside\_range);

koef = polyfit(log\_inside\_range, log\_correl\_inside, 1);

fractal\_dimens = koef(1);

fitted\_values = fractal\_dimens \* log\_range + koef(2);

figure(1);

plot(log\_range,log\_correl\_values, 'o-');

hold on

plot(log\_range, fitted\_values, 'r-');

axis tight

plot([log\_range(n1), log\_range(n1), [-30 30], 'k--']);

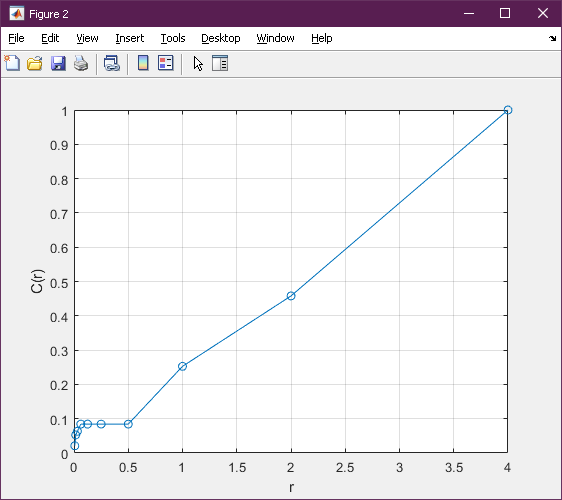
plot([log\_range(n2), log\_range(n2), [-30 30], 'k--']);

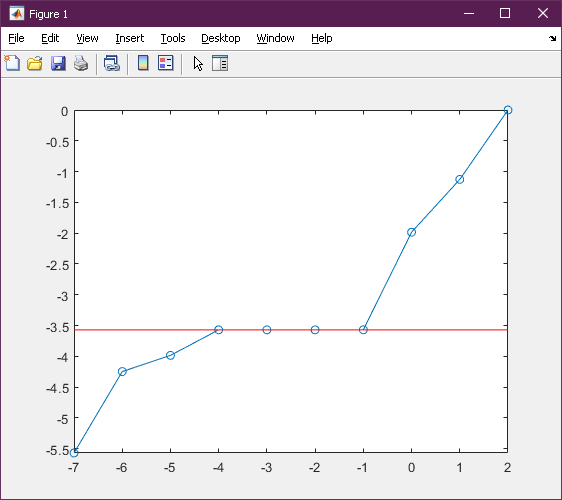
xlabel('log\_2(r)');

ylabel('log\_2(C(r))');

title(['D\_c = ', num2str(fractal\_dimens)]);

gridon





***Висновок***

Під час виконання лабораторної роботи був розроблений алгоритм та написана програма в системі Matlab для розв’язання рівняння Лоренца з хаотичним аттрактором, проаналізовані властивості стаціонарних точок отриманої системи рівнянь Лоренца, змінюючи параметр ρ. Використовуючи змінну x(t) рівняння Лоренца, був обчислений кореляційний інтеграл. Графічним способом обчислена кореляційна розмірність.