Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет комп`ютерних наук та кібернетики

Лабораторна робота №1(в. 9)
із курсу «Моделювання систем»

Виконала
студентка 3 курсу
групи ІПС-33
Постернак Таїсія

Київ, 2022

Постановка задачі. Визначити модель в класі функцій

$$y(t) = a_1 t^3 + a_2 t^2 + a_3 t + \sum_{i=4}^{k} a_i \sin(2\pi f_{i-3} t) + a_{k+1}$$

для спостережуваної дискретної функції $\hat{y}(t_i),\ i = 1,2,\ldots,N$, $t_{i+1} - t_i = \Delta t = 0.01$,

інтервал спостереження $[0, T]$, $T = 5$.

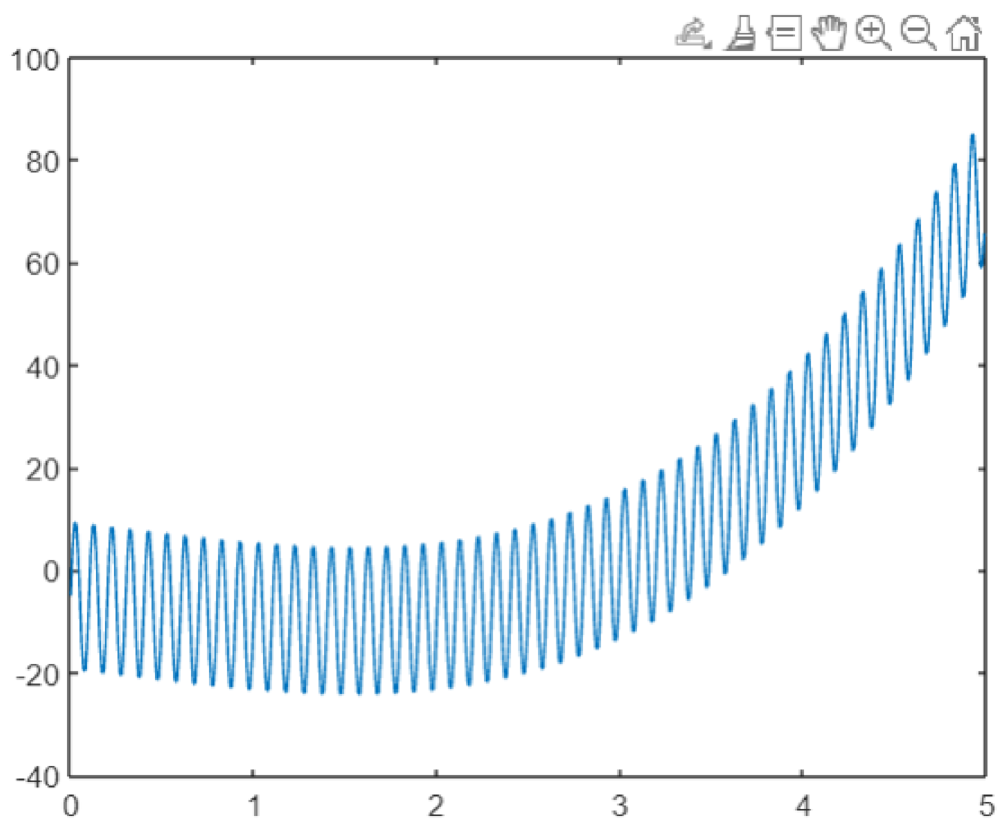
Дискретне перетворення Фур'є для дискретної послідовності

$x(i),\ \ i = 0,1,2,\ldots,N-1$

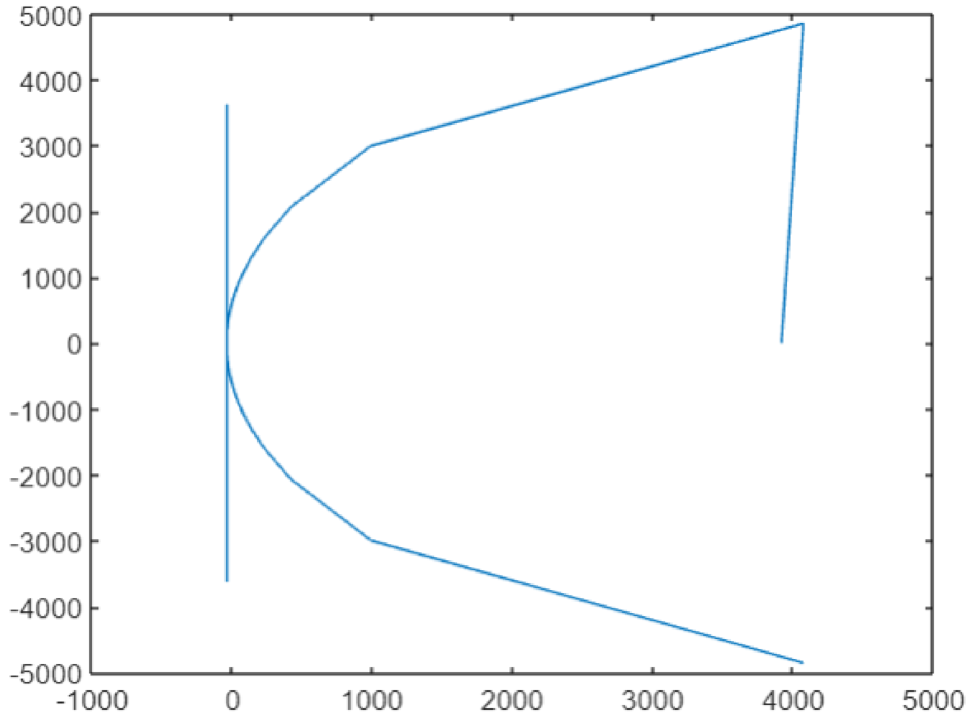
$$c_x(k) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x(m) e^{-i2\pi km/N}.$$

Хід роботи.

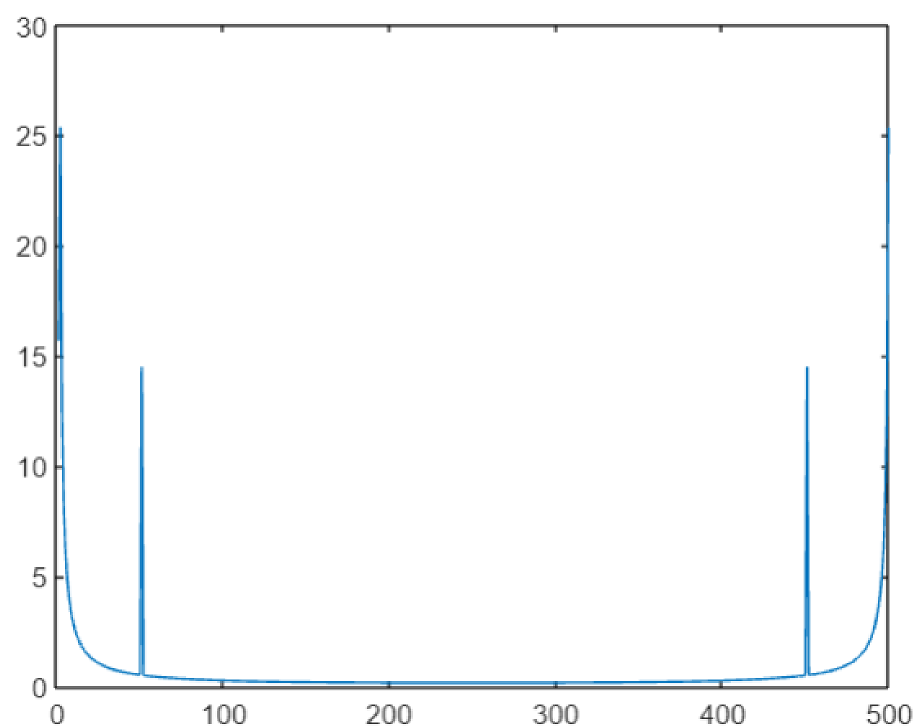
Розглянемо графік, побудований за заданим спостереженням.



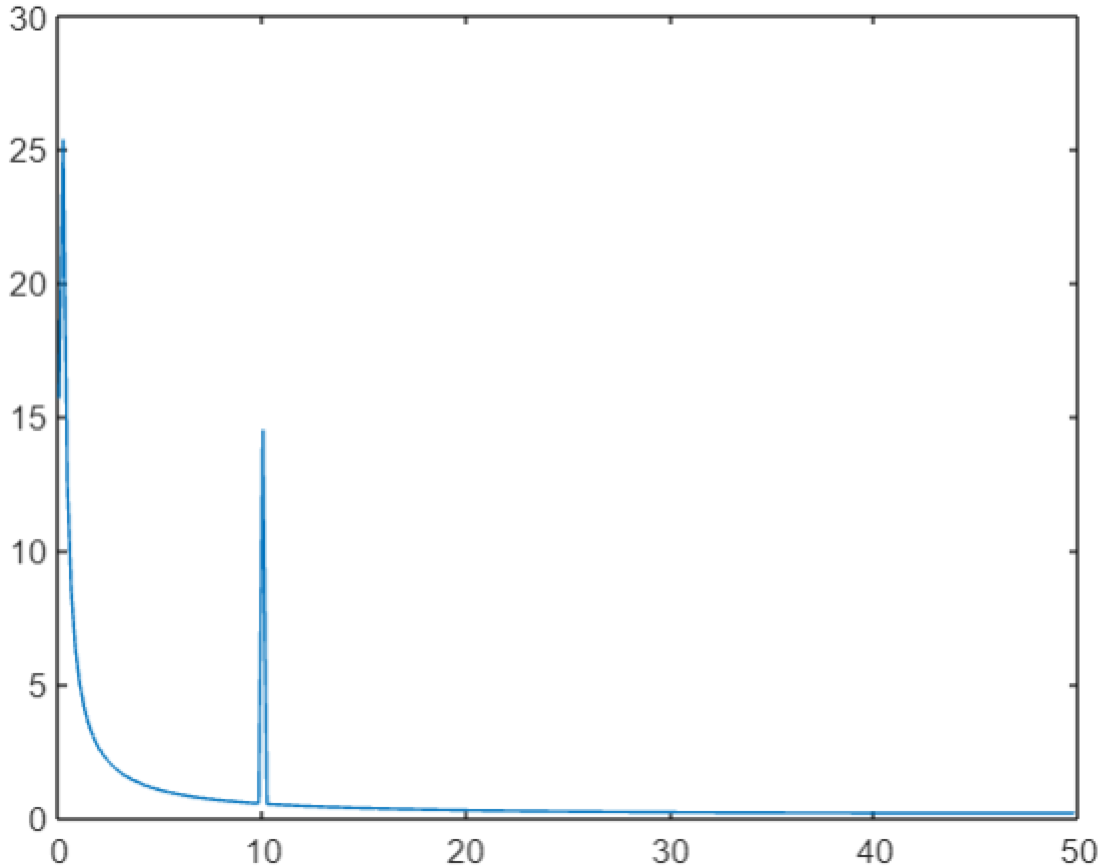
Спершу застосуємо дискретне перетворення Фур’є, тоді отримаємо



Візьмемо модуль, щоб від комплексних чисел повернутися до дійсних.



Достатню розглянути лише першу половину видозміненого масиву даних.



Бачимо, що найбільший вклад мають частоти 0 та 10, однак вклад частоти 0 пов'язаний із вкладом поліноміальної частини моделі, а тому її відкидаємо.

Знайдімо локальний максимум за допомогою відповідної функції:

```
Local maximum: 10
```

– відповідає графіку вище.

Отже, у періодичну частину моделі включаємо sin(2π * 10) та маємо

$$f(a,t) = a_1 t^3 + a_2 t^2 + a_3 t + a_4 sin\, bt + a_5 cos\, bt + a_6$$, де *b=10*, а вектор коефіцієнтів a знаходимо за МНК.

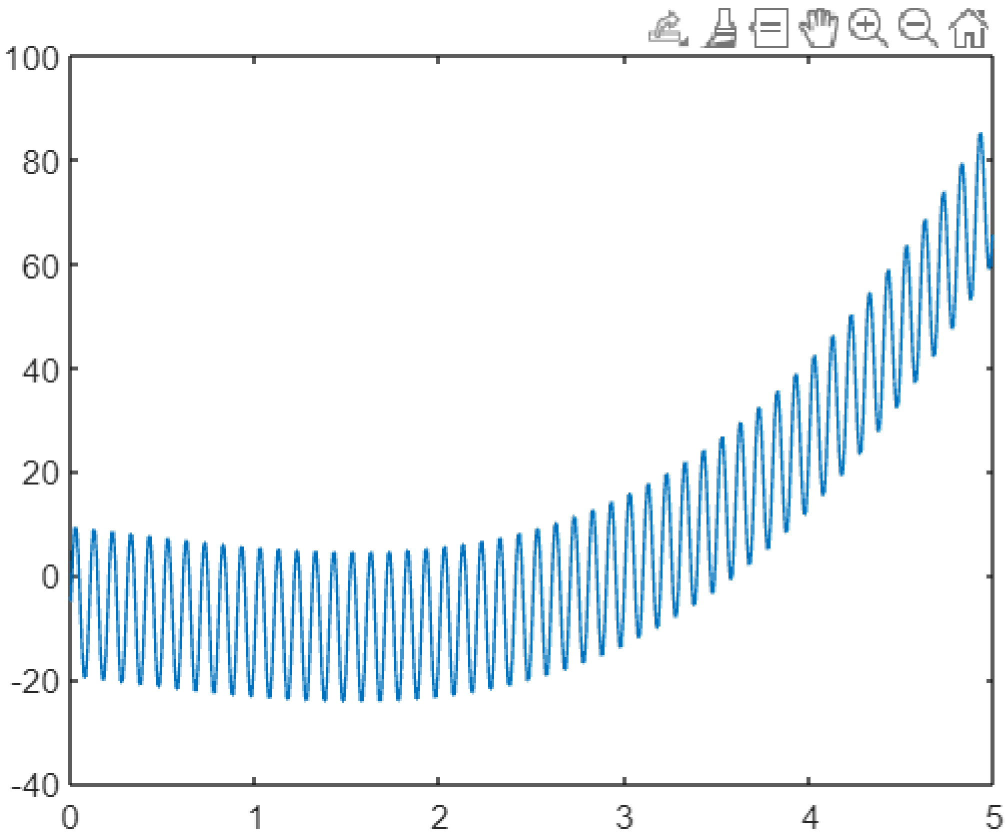
```
Coefficients:
    1.0022
   -1.0181
   -3.9593
   15.0002
   -0.0280
   -5.0213
```

У МНК отримуємо, що

```
lsqr stopped at iteration 6 without converging to the desired tolerance 1e-06
because the maximum number of iterations was reached.
The iterate returned (number 6) has relative residual 0.00079.
```

Отже, можемо вважати модель досить точною.

Графік отриманої функції має наступний вигляд:



Код програми (MATLAB).

```
clear
Y = dlmread('f9.txt',' ');
Y = Y(1 : end-1);

LEN = 500;
t = (0 : LEN-1)/100;
plot(t, Y);

YFourier = fft(Y);
plot(YFourier);

YFourAbs = abs(YFourier) * 2 / LEN;
```

```
t2 = (0 : LEN-1) * 1/5;
plot(YFourAbs);

YFourAbs = YFourAbs(1 : LEN/2);
t2 = t2(1 : LEN/2);
plot(t2, YFourAbs)
max = fix(localmax(YFourAbs, LEN/2 - 2)/5);
disp("Local maximum: " + max);

size = 6;
A = zeros(LEN, size);
b = zeros(LEN, 1);
for i = 1 : LEN
    A(i, 1) = t(i)^3;
    A(i, 2) = t(i)^2;
    A(i, 3) = t(i);
    A(i, 4) = sin(2*pi * max * t(i));
    A(i, 5) = cos(2*pi * max * t(i));
    A(i, 6) = 1;
    b(i, 1) = Y(i);
end
a = lsqr(A, b);

fRes = a(1)*t.^3 + a(2)*t.^2 + a(3)*t + a(4)*sin(2*pi * max * t) + a(5)*cos(2*pi *
max * t) + a(6)*1;
plot(t, fRes);

disp("Coefficients: ");
disp(a);

function max = localmax(arr, n)
    res = 0;
    for i = 2 : n
        if arr(i) < arr(i+1) && arr(i+1) > arr(i+2)
            res = i + 1;
        end
    end
    max = res;
end
```