

## Лабораторна робота №10

### ПРОЕКТУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ЗІ СКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ (СІХ-ФІЛЬТРІВ) МЕТОДОМ ЗВАЖУВАННЯ (МЕТОДОМ ВІКОН)

**МЕТА:** ознайомитись з процедурою у синтезу КІХ-фільтрів методом вікон і опанувати програмними засобами MATLAB для синтезу та аналізу КІХ-фільтрів.

#### Короткі теоретичні відомості

В MATLAB математичною моделлю ЛДС називають співвідношення вхід/вихід у вигляді рівняння або системи рівнянь, які дозволяють обчислити реакцію на заданий вплив.

В часовій області основною характеристикою ЛДС є імпульсна характеристика  $h(n)$ , а моделювання роботи ЛДС (розрахунок реакції) виконується на основі одного з наступних співвідношень вхід / вихід:

∇ різницевого рівняння

$$y(n) = b_x(n) + b_1x(n-1) + \dots + b_ix(n-i) + \dots + b_{N-1}x[n-(N-1)] - a_1y(n-1) + a_2x(n-2) - \dots - a_kx(n-k) - \dots - a_{m-1}x[n-(M-1)],$$

Яке задається вектором коефіцієнтів впливу

$$b = [b_0 \ b_1 \ \dots \ b_i \ \dots \ b_{N-1}]$$

і вектором коефіцієнтів реакції

$$a = [a_0 \ a_1 \ \dots \ a_k \ \dots \ a_{M-1}]$$

Перший елемент вектора  $a$  завжди рівний 1.

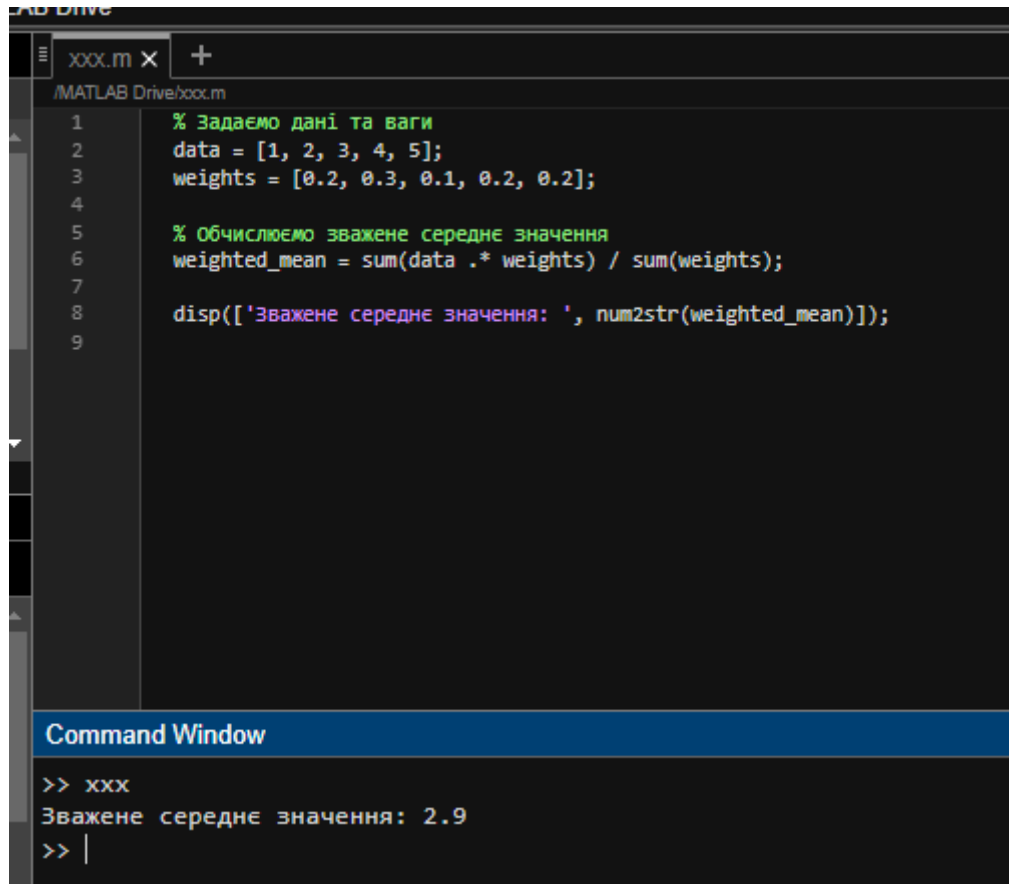
					МММТ.420.024.036-3Л10			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Цифрова обробка сигналів у інформаційно- вимірювальній техніці	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ярошевський О.В.					1	7
Перевір.		Воронова Т.С.						
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.								ДУ «Житомирська політехніка» ІВТК-4

## Порядок виконання:

### 1. Реалізація методу зважування в пакеті MATLAB

У коді data представляє собою вхідний набір даних, а weights - ваги для кожного елемента вхідних даних. Зважене середнє значення обчислюється за допомогою формули

$$\text{Зважене середнє} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{data}_i \times \text{weights}_i)}{\sum_{i=1}^n \text{weights}_i}$$



```
1 % Задаємо дані та ваги
2 data = [1, 2, 3, 4, 5];
3 weights = [0.2, 0.3, 0.1, 0.2, 0.2];
4
5 % Обчислюємо зважене середнє значення
6 weighted_mean = sum(data .* weights) / sum(weights);
7
8 disp(['Зважене середнє значення: ', num2str(weighted_mean)]);
9
```

Command Window

```
>> xxx
Зважене середнє значення: 2.9
>> |
```

Рис. 10.1

					МММТ.420.024.036-ЗЛ10	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Проектування фільтрів нижніх частот із скінченною імпульсною характеристикою

Проектування фільтрів нижніх частот із скінченною імпульсною характеристикою (ФІХ-фільтрів) може включати в себе використання різних методів, таких як метод вагових коефіцієнтів, метод вікна, апроксимаційні методи, і так далі

```
xxx.m x +
/MATLAB Drive/xxx.m
1 % Параметри фільтра
2 cutoff_frequency = 1000; % частота зрізу в Гц
3 order = 4; % порядок фільтра
4
5 % Проектування аналогового Баттерворта фільтра
6 [b, a] = butter(order, cutoff_frequency, 'low', 's');
7
8 % Перетворення аналогового фільтра в цифровий
9 [bd, ad] = bilinear(b, a, 1);
10
11 % Вивід коефіцієнтів цифрового фільтра
12 disp('Коефіцієнти цифрового фільтра:');
13 disp('b = ');
14 disp(bd);
15 disp('a = ');
16 disp(ad);
17
18 % Графік амплітудно-частотної характеристики
19 figure;
20 freqz(bd, ad, 'whole');
21 title('Амплітудно-частотна характеристика цифрового фільтра');
22 |
```

Рис. 10.2 Код

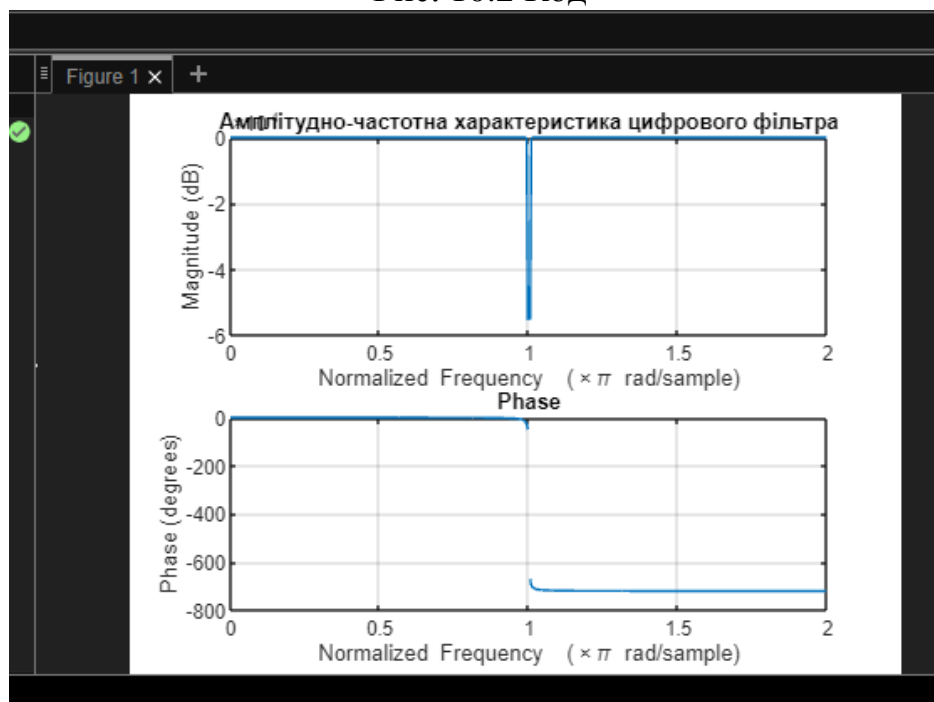


Рис. 10.3 Графік

					МММТ.420.024.036-3Л10	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

### 3. Проектування фільтра верхніх частот із скінченною імпульсною характеристикою

Проектування фільтра верхніх частот із скінченною імпульсною характеристикою (ФІХ-фільтрів) також може використовувати різні методи, подібні до тих, які використовуються для фільтрів нижніх частот. Одним із звичайних методів є використання функції Чебишева або Баттерворта для проектування аналогового фільтра та його перетворення в цифровий.

```
xxx.m × +
/MATLAB Drive/xxx.m
2  cutoff_frequency = 1000; % частота зрізу в Гц
3  order = 4; % порядок фільтра
4
5  % Проектування аналогового Баттерворта фільтра
6  [b, a] = butter(order, cutoff_frequency, 'high', 's');
7
8  % Перетворення аналогового фільтра в цифровий
9  [bd, ad] = bilinear(b, a, 1);
10
11 % Вивід коефіцієнтів цифрового фільтра
12 disp('Коефіцієнти цифрового фільтра:');
13 disp('b = ');
14 disp(bd);
15 disp('a = ');
16 disp(ad);
17
18 % Визначення імпульсної відповіді (ІХ)
19 figure;
20 impz(bd, ad);
21 title('Імпульсна відповідь фільтра');
22
23 % Визначення амплітудно-частотної характеристики (АЧХ)
24 figure;
25 freqz(bd, ad, 'whole');
26 title('Амплітудно-частотна характеристика фільтра');
27
```

Рис. 10.4 Код

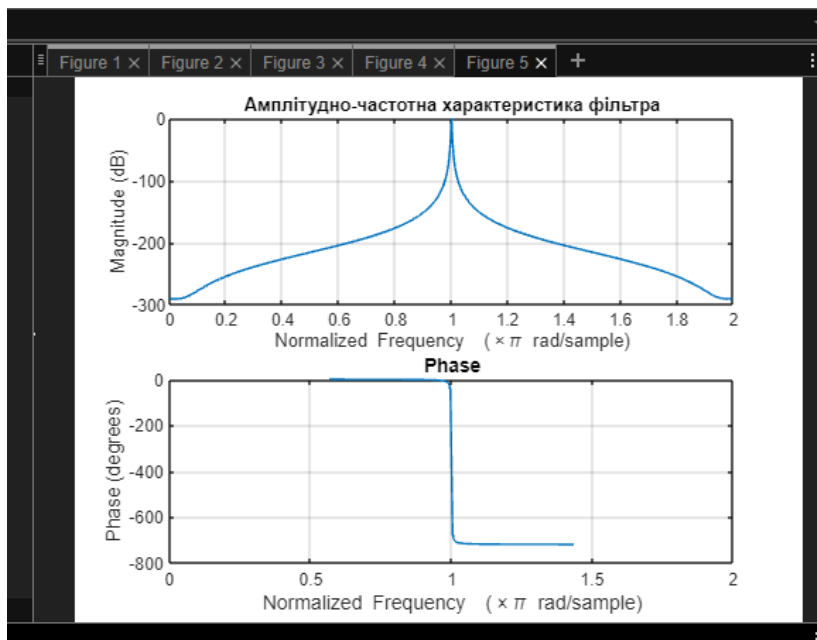


Рис.10.6 Графік

#### 4. Проектування смугового фільтра із скінченною імпульсною характеристикою

Нижче наведено текст програми, який дозволяє спроектувати заданий СФ за допомогою функції `fir1`.

```
AB Drive
xxx.m x +
MATLAB Drive/xxx.m
1 % Filter specifications
2 F1 = 150; % Lower cutoff frequency
3 F2 = 250; % Upper cutoff frequency
4 d = 50; % Transition band width
5 Fc = 1000; % Sampling frequency
6 FN = Fc / 2; % Nyquist frequency
7
8 % Normalized cutoff frequencies
9 f1 = (F1 - d / 2) / FN;
10 f2 = (F2 + d / 2) / FN;
11
12 % Filter parameters
13 N = 73; % Number of filter coefficients
14 n = 0:(N-1);
15 beta = 5.65; % Kaiser window parameter
16
17 % Kaiser window coefficients
18 w = kaiser(N, beta);
19
20 % Design the FIR filter
21 h = fir1(N-1, [f1, f2], w, 'noscale');
22
23 % Frequency response analysis
Command Window
a =
1.0000 3.9895 5.9687 3.9688 0.9896
```

Рис. 10.7 Код

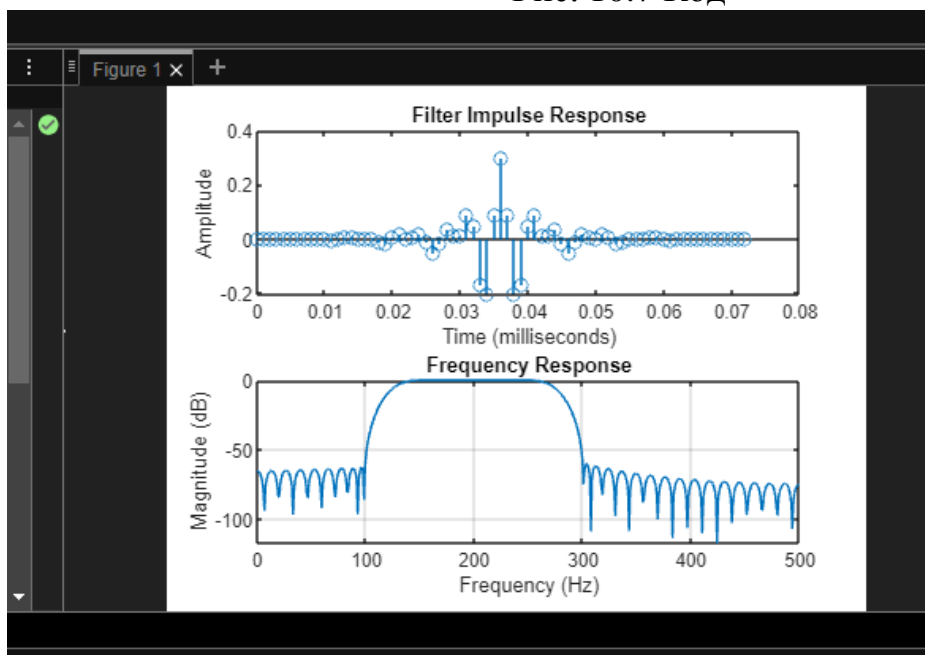


Рис. 10.7 Фільтер

**ВИСНОВОК:** З використанням вікна Кайзера та уважного врахування параметрів, таких як нижня та верхня частоти зрізу, ширина переходової смуги та порядок фільтра, програма створює фільтр, який задовольняє вказаним вимогам. Результати виведення графіків імпульсної відповіді та частотної характеристики ілюструють ефективність розробленого фільтра у відповідності із заданими технічними характеристиками.

					МММТ.420.024.036-3Л10	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

