

Лабораторна робота № 11

ПРОЕКТУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ІЗ НЕСКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ (НІХ-ФІЛЬТРІВ)

Мета роботи: ознайомитись з процедурою у синтезу НІХ-фільтрів і опанувати програмними засобами MATLAB для синтезу та аналізу НІХ-фільтрів.

Хід роботи:

1. Синтезувати НІХ фільтри (НЧ, ВЧ, смугові і режекторні) з наступними параметрами

Варіант	Для фільтрів НЧ та ВЧ					Для смугового / режекторного				
	гранична частота смуги пропускання, кГц	ширина смуги переходу, кГц	нерівномірність у смугі пропускання, дБ	загасання в смугі заглушення, дБ	частота дискретизації, кГц	Смуга пропускання /	ширина смуги переходу, Гц	нерівномірність у смугі пропускання, дБ	загасання в смугі заглушення, дБ	частота дискретизації, кГц
3	1,2	0,35	3	>50	6,5	70-170	50	0,1	>60	0,68

Табл.11.1

Програма, за допомогою якої можна обчислити ПФ заданого НІХ-фільтра методом інваріантного перетворення ІХ, а також групову та фазову затримки.

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp=0.35; %частота зрізу
Fs=1.2; %частота початку заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смугі пропускання
As=20; %загасання в смугі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
wp=2*pi*Fp; %колова частота зрізу
ws=2*pi*Fs; % колова частота початку заглушення
% визначення порядку фільтра
[N,w] = buttord(wp, ws,Ap,As, 's');
[b,a]=butter(N,wp, 's'); %обчислення ПФ аналогового фільтра
[bz,az]=impinvar(b,a,Fc); %інваріантне перетворення ІХ
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика ЦФ
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1);
plot(f,mag), grid on; %виведення АЧХ
    
```

МММТ.420.003.003 – 3/11				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Дрозд М.В.		
Перевір.		Воронова Т.С.		
Н. Контр.				
Затверд.				
Цифрова обробка сигналів у інформаційно-вимірювальній техніці Звіт з лабораторних робіт				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			1	8
ДУ "Житомирська політехніка", МТ-4				

```

xlabel('Frequency (khz)'),
ylabel('Magnitude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; %виведення ФЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2);
gd = grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd = -unwrap(angle(H))./f; % фазова затримка
% виведення групової і фазової затримок
plot(f,gd,f,pd,':'), grid on; legend('Group Delay','Phase Delay');
subplot(2,2,4); zplane(bz,az);% виведення нулів і полюсів ПФ

```

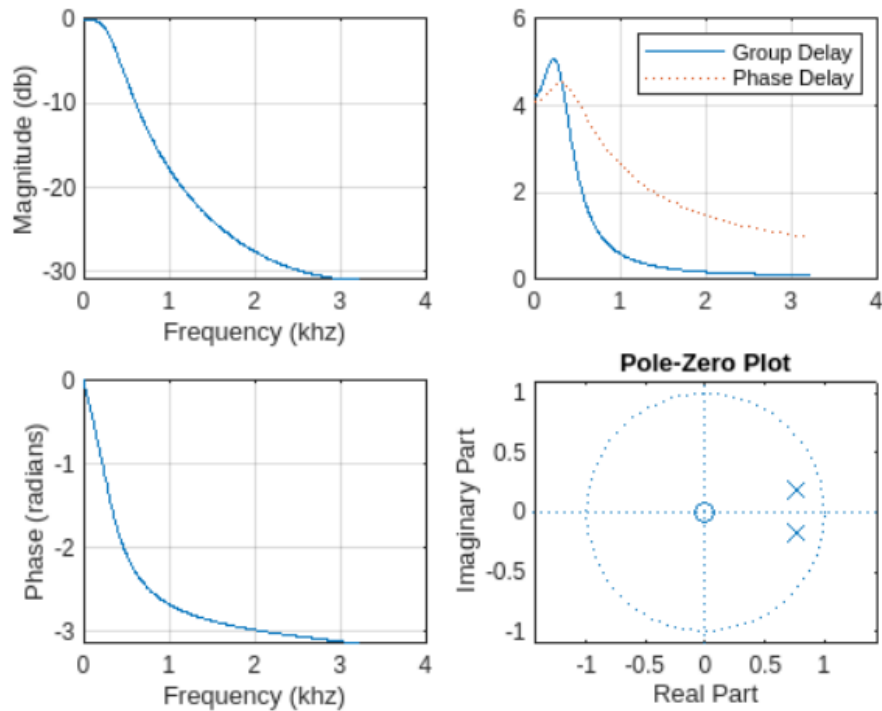


Рис. 11.1. АЧХ, ФЧХ (ліворуч), групова та фазова затримки

Програма , за допомогою якої можна обчислити ПФ заданого НІХ-фільтра методом інваріантного перетворення ІХ, а також групову та фазову затримки.

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp=0.35; %частота зрізу
Fs=1.2; %частота початку заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смузі пропускання
As=20; %загасання в смузі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
wp=2*pi*Fp; % колова частота зрізу
ws=2*pi*Fs; % колова частота початку заглушення
%визначення порядку фільтра
[N,w]=buttord(Fp/FN,Fs/FN,Ap,As);
[b, a]=butter(N,wp,'s'); %обчислення ПФ аналогового фільтра
[bz, az]=bilinear(b,a,Fc,Fp); %білінійне перетворення
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика ЦФ
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1); plot(f,mag), grid on; %виведення АЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Magnitude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; %виведення ФЧХ

```

										Арк.
										2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МММТ.420.003.003-3/11					

```

xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2); gd=grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd=-unwrap(angle(H))./f; %фазова затримка
% виведення групової та фазової затримок
plot(f,gd,f,pd,':'), grid on; legend('Group Delay','Phase Delay');
subplot(2,2,4); zplane(bz,az);% виведення нулів і полюсів ПФ

```

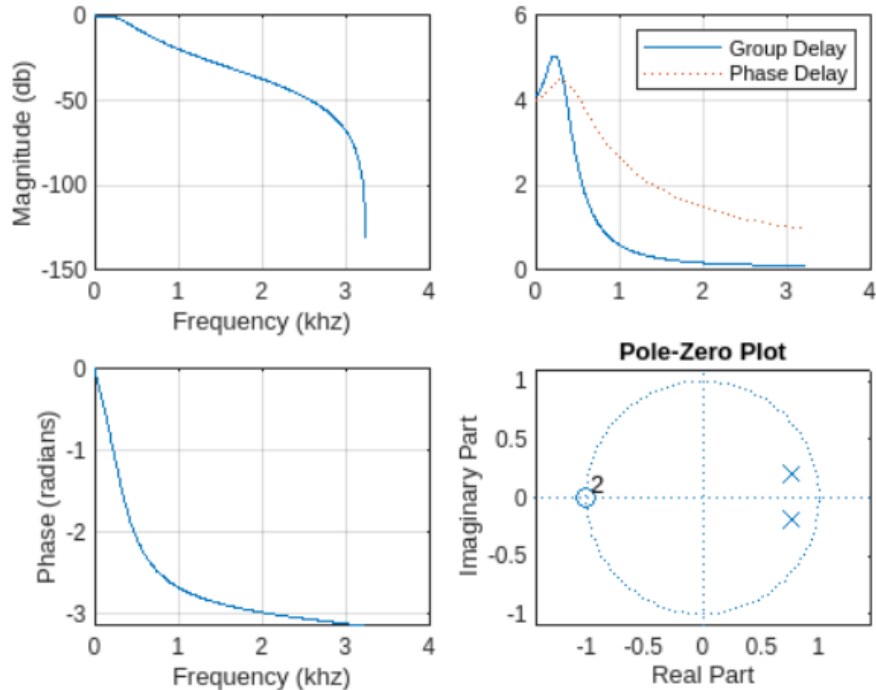


Рис.11.2. Результати роботи програми розрахунку низькочастотного ПНХ-фільтра, отриманого методом білінійного перетворення

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp=0.35; %частота зрізу
Fs=1.2; %частота початку заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смузі пропускання
As=20; %загасання в смузі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
wp=Fp/FN; %нормована частота зрізу
ws=Fs/FN; %нормована частота початку заглушення
[N,w]=buttord(wp,ws,Ap,As); %визначення порядку фільтра
%розрахунки методом білінійного перетворення
[bz,az]=butter(N,wp);
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1); plot(f,mag), grid on; % виведення АЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Magnitude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; % виведення ФЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2); gd = grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd = -unwrap(angle(H))./f; %фазова затримка
% виведення групової та фазової затримок
plot(f,gd,f,pd,':'), grid on; legend('Group Delay','Phase Delay');
subplot(2,2,4); zplane(bz,az); % виведення нулів і полюсів ПФ

```

Результат програми збігається з результатом попередньої програми.

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp=0.35; %частота зрізу
Fs=1.2; %частота початку заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смузі пропускання
As=20; %загасання в смузі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
wp=Fp/FN; %нормована частота зрізу
ws=Fs/FN; %нормована частота початку заглушення
[N,w] = buttord(wp,ws,Ap,As); %визначення порядку фільтра
%розрахунки методом білінійного перетворення
[bz, az]=butter(N,wp, 'high');
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1); plot(f,mag), grid on; % виведення АЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Magnitude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; % виведення ФЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2); gd = grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd = -unwrap(angle(H))./f; %фазова затримка
% виведення групової та фазової затримок
plot(f,gd,f,pd, ':'), grid on; legend('Group Delay','Phase Delay');
subplot(2,2,4); zplane(bz,az); % виведення нулів і полюсів ПФ

```

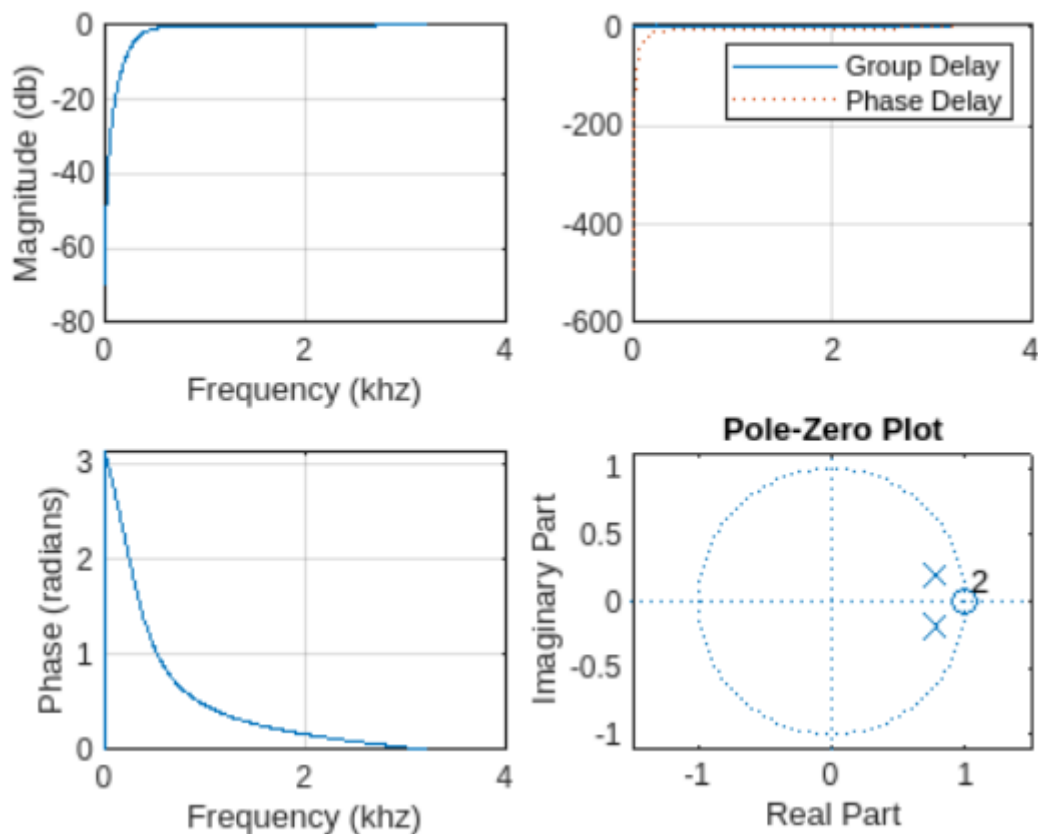


Рис. 11.3. Результати роботи програми розрахунків високочастотного НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного перетворення

Програма, за допомогою якої можна обчислити ПФ заданого НІХ-фільтра методом інваріантного перетворення ІХ, а також групову і фазову затримки.

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp1=1.2; Fp2=2.2; %смуга пропускання
Fs1=1; Fs2=3; %межі смуги заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смузі пропускання
As=20; %загасання в смузі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
Fp=[Fp1 Fp2]; Fs=[Fs1 Fs2];
wp=2*pi*Fp; %колова частота смуги пропускання
ws=2*pi*Fs; %колова частота смуги заглушення
%визначення порядку фільтра
[N,w]=cheb1ord(wp,ws,Ap,As,'s');
%обчислення ПФ аналогового фільтра
[b, a]=cheby1(N,As,wp,'s');
[bz, az]=impinvar(b,a,Fc); %інваріантне перетворення ІХ
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика ЦФ
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1); plot(f,mag), grid on; % виведення АЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Magnitude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; % виведення ФЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2); gd = grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd = -unwrap(angle(H))./f; %фазова затримка
% виведення групової та фазової затримок
plot(f,gd,f,pd,':'), grid on; legend('Group Delay', 'Phase Delay');
subplot(2,2,4); zplane(bz,az); % виведення ну

```

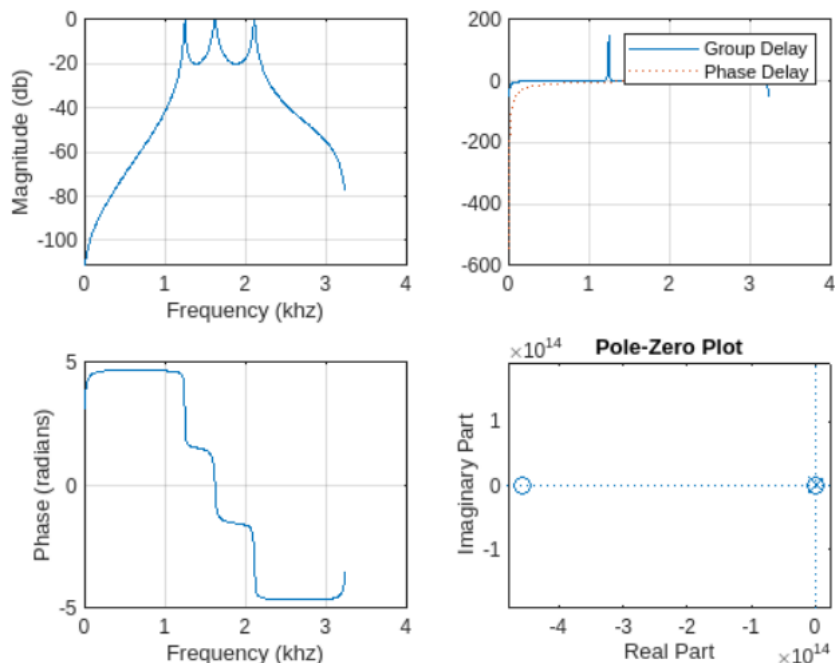


Рис. 11.4. Результати роботи програми розрахунку смугового НІХ-фільтра, отриманого методом інваріантного перетворення ІХ

Програма для обчислення ПФ заданого НІХ- фільтра методом білінійного z -перетворення, групової та фазової затримки.

```

Fc=6.5; %частота дискретизації
Fp1=1.2; Fp2=2.2; %смуга пропускання
Fs1=1; Fs2=3; %межі смуги заглушення
Ap=3; %нерівномірність у смузі пропускання
As=20; %загасання в смузі заглушення
FN=Fc/2; %частота Найквіста
wp=[Fp1/FN Fp2/FN]; %нормована смуга пропускання
ws=[Fs1/FN Fs2/FN]; %нормовані межі смуги заглушення
[N,w]=cheb1ord(wp,ws,Ap,As); %визначення порядку фільтра
[bz,az]=cheby1(N,As,wp); %метод білінійного перетворення
[H,f]=freqz(bz,az,512,Fc); %частотна характеристика
mag=20*log10(abs(H)); %АЧХ у логарифмічному масштабі
subplot(2,2,1);
plot(f,mag), grid on; % виведення АЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Magnititude (db)')
subplot(2,2,3);
plot(f,unwrap(angle(H))), grid on; % виведення ФЧХ
xlabel('Frequency (khz)'), ylabel('Phase (radians)')
subplot(2,2,2);
gd = grpdelay(bz,az); %групова затримка
pd = -unwrap(angle(H))./f; %фазова затримка
% виведення групової та фазової затримок
plot(f,gd,f,pd,':'), grid on;
ylim([-150 150]); legend('Group Delay','Phase Delay');
subplot(2,2,4);
zplane(bz,az); % виведення нулів і полюсів ПФ
    
```

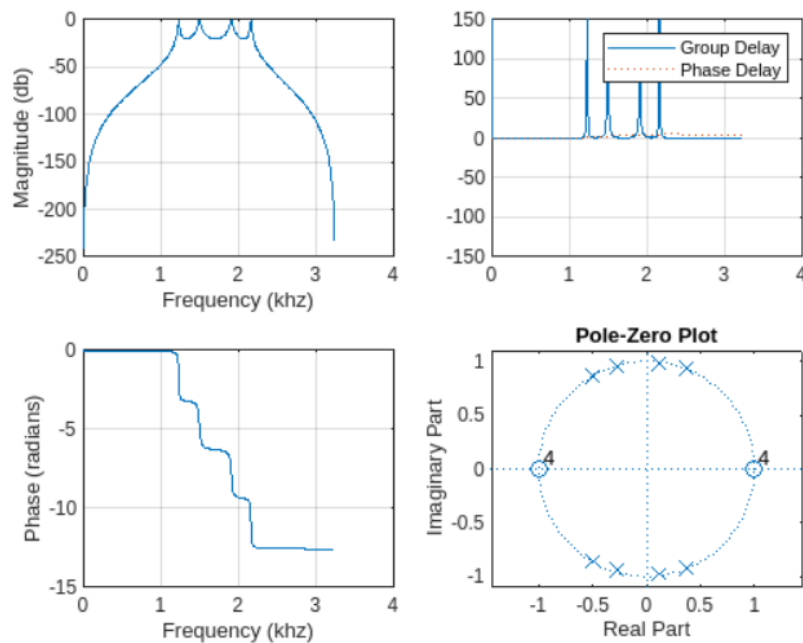


Рис.11.5. Результати роботи програми розрахунку смугового НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного z -перетворення

Висновок: ознайомилась з процедурою у синтезу НІХ-фільтрів і опанувала програмні засобами MATLAB для синтезу та аналізу НІХ-фільтрів.

					МММТ.420.003.003-3/11	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8