

Лабораторна робота №7 МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ І СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Мета роботи:

- Ознайомитися з особливостями роботи спеціалізованого модуля SPTool пакета прикладних програм MATLAB.
- Провести за допомогою модулів SPTool та FDATool програмного пакету MATLAB моделювання процесу цифрової фільтрації сигналів та аналіз їх часових та спектральних характеристики.

Підготовка до виконання роботи

1. Закріпити теоретичні знання, додатково опрацювавши матеріал щодо принципів цифрового представлення та опрацювання сигналів, цифрової фільтрації та оцінювання частотних характеристик методами цифрового спектрального аналізу.
2. Закріпити теоретичні знання та практичні навички роботи з програмним пакетом MATLAB та освоїти основні функціональні можливості його модуля Signal Processing Tool (SPTool) («Додаток А»).

Порядок виконання роботи

1. Включити комп'ютер, запустити програму MATLAB.
2. Викликати графічні середовища FDATool та SPTool.
3. Сформулювати (відповідно до завдання 2) цифровий сигнал та імпортувати його в модуль SPTool.
4. Здійснити (відповідно до завдання 1) за допомогою графічного середовища FDATool синтез цифрового FIR-фільтру та експортувати отримані результати в модуль SPTool.
5. Використовуючи команду *Apply* закладки *Filter* середовища SPTool здійснити фільтрацію сформованого вхідного цифрового сигналу через синтезований цифровий фільтр.
6. Використовуючи команду *Create* закладки *Spectra* середовища SPTool провести на основі застосування швидкого ДПФ (FFT) та метода Уелча (Welch) цифровий спектральний аналіз сигналів, отриманих до та після фільтрації.
7. Отримати графічні залежності часового та частотного представлення вхідних та вихідних сигналів, а також амплітудно- та фазочастотні характеристики синтезованого фільтру.
8. Повторити (відповідно до завдання 1) дослідження з пунктів 4-7 для випадку синтезу фільтра за рекурсивною схемою IIR.
9. Проаналізувати отримані результати:
 - 9.1. характер часового та спектрального представлення сигналів до та після фільтрації;

9.2. різницю часових та спектральних формах представлення вихідних сигналів, отриманих після проходження через FIR та IIR цифрові фільтри.

9.3. вплив вибору метода та параметрів цифрового спектрального аналізу на точність відображення спектральних характеристик сигналів.

10.Зробити висновки.

Вихідні дані

Завдання 1

№	Вид характеристики						
	Частота д-ції Fs, кГц	Вид частотної х-ки	Частота		АЧХ		Тип фільтру/ метод розрахунку
			Fpass, кГц	Fstop, кГц	Apass, дб	Astop, дб	
1	48	ФНЧ Lowpass	1	7	3	20	FIR Window Kaiser
							IIR Eliptic
2		ФВЧ Highpass	7	1			FIR Window Kaiser
							IIR Butterworht
3		ФНЧ Lowpass	6.5	8			FIR Window Kaiser
							IIR Chebyshev Tipe I
4		ФНЧ Lowpass	0.5	6			FIR Window Kaiser
							IIR Chebyshev Tipe II
5		ФВЧ Highpass	5	2.5			FIR Window Kaiser
							IIR Eliptic

Завдання 2

№	Вид характеристики				
	Тривалість t, с	Частота д-ції Fs, кГц	Частота F ₁ , кГц	Частота F ₂ , кГц	Тип сигналу
1	1	48	1	7	$\sin(2\pi F_1 x) + \sin(2\pi F_2 x)$
2			3	4	$\sin(2\pi F_1 x) * \sin(2\pi F_2 x)$
3			1.5	8	$[1 + \sin(2\pi F_1 x)] * \sin(2\pi F_2 x)$
4			0.5	6	$\sin(2\pi F_1 x) + \cos(2\pi F_2 x)$
5			2.5	5	$\sin(2\pi F_1 x) + 2 \sin(2\pi F_2 x)$

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Вихідні дані для моделювання.
4. Графіки часового і спектрального представлення цифрових сигналів.
5. Графіки амплітудно-частотних і фазочастотні характеристик цифрових фільтрів.
6. Висновки.

Контрольні запитання

1. Опишіть механізм моделювання цифрової фільтрації в пакеті Matlab.
2. Чим функціонально відрізняються графічні середовища FDATool та SPTool?
3. Що таке спектральний аналіз? Назвіть основні методи цифрового спектрального аналізу, що застосовуються в Matlab.
4. Назвіть причини виникнення ефекту “розмиття спектру” і в чому полягають методи боротьби з цим ефектом?
5. Як впливає вибір метода та параметрів цифрового спектрального аналізу на точність відображення спектральних характеристик сигналів?
6. Як впливає рекурсивна або не рекурсивна форма реалізації цифрового фільтру на якість фільтрації?
7. Опишіть характер сигналів на вході і виході цифрового фільтру та порівняйте з виглядом АЧХ фільтру. Зробіть висновки.

Додаток А

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА SPTOOL

А1 Запуск програми

Для запуску програми SPTool необхідно набрати її ім'я в командному рядку MATLAB:

» sptool

З'явиться основне вікно програми, показане на рис. А.1.

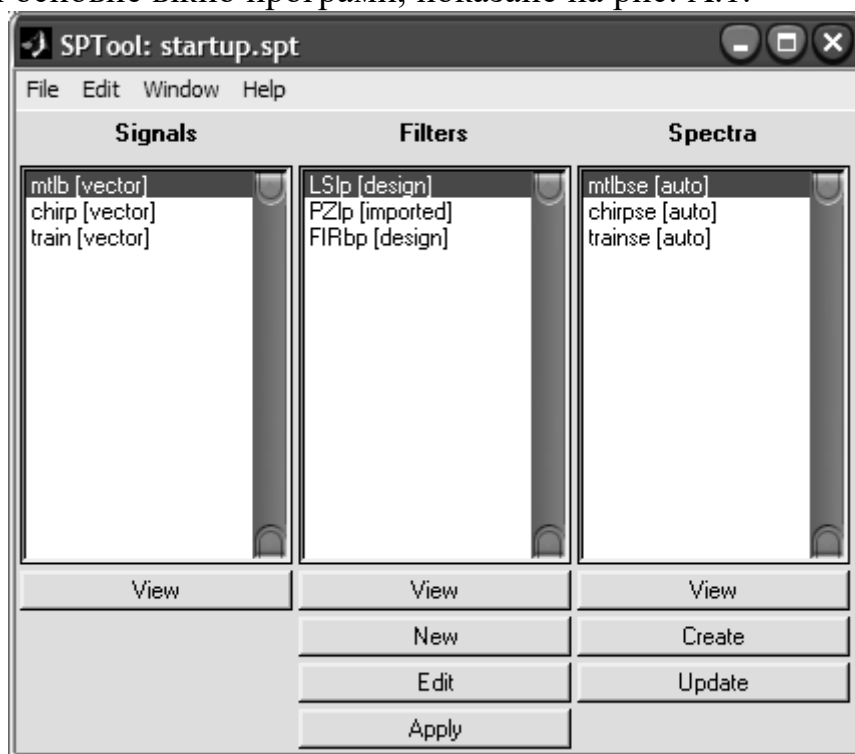


Рисунок А.1. Програма SPTool – головне вікно.

У трьох списках цього вікна перераховані завантажені в програму SPTool сигнали (Signals), фільтри (Filters) і спектри (Spectra). Розташовані під списками кнопки дозволяють виконувати різні операції, більшість з яких ми розглянемо далі.

А2 Завантаження сигналу

Для завантаження сигналу в меню File головного вікна програми SPTool необхідно вибрати команду Import. З'явиться вікно Import to SPTool, показане на рис. А.2.

Перемикач Source дозволяє вказати місце збереження сигналу, що завантажується – робочу область MATLAB (From Workspace) або М-файл (From Disk). В другому випадку стає доступним поле введення М-file Name, у яке потрібно ввести вручну або за допомогою кнопки Browse ім'я потрібного М-файлу.

У меню Workspace Contents перераховані змінні, наявні в робочій пам'яті MATLAB у даний момент. Якщо як джерело був обраний М-файл, це меню буде називатися File Contents і перелічувати змінні, збережені в обраному файлі.

В меню Import As виберіть варіант Signal. Інші два варіанти, Filter і Spectrum, дозволяють імпортувати описи фільтрів і вже розрахованих спектрів для перегляду й аналізу.

Виберіть у списку змінну, яка містить відліки сигналу, що завантажується, і клацніть на кнопці -->, яка розташована поруч з полем введення Data. Можна також вручну ввести в це поле ідентифікатор перемінної.

У полі введення Sampling Frequency за замовчуванням знаходиться значення 1. Його можна відредагувати вручну, а можна імпортувати, ввівши ідентифікатор змінної або вибравши його в списку і клацнувши на нижній кнопці -->.

У полі введення Name можна відредагувати ім'я, під яким даний сигнал буде фігурувати в програмі SPTool. Зробивши це, клацніть на кнопці OK. Імпортований сигнал з'явиться в списку Signals основного вікна програми.

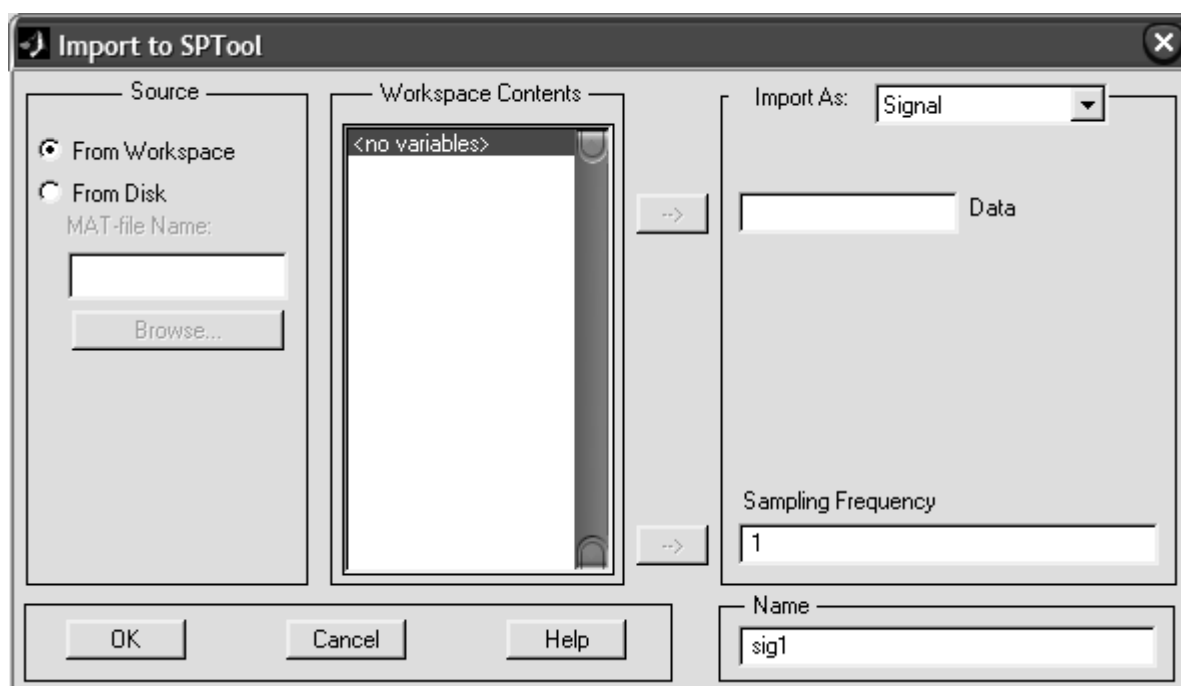


Рисунок А.2. Програма SPTool – вікно імпорту даних.

А3 Перегляд графіка сигналу

Для перегляду графіка сигналу виберіть його в списку Signals (див. рис. А.1) і клацніть на кнопці View, розташованій під цим списком. З'явиться вікно Signal Browser, показане на рис. А.3

У даному вікні виводяться два графіки. Нижній, з написом Panner, показує панораму всього сигналу. Верхній графік спочатку теж відображає весь сигнал, але масштаб відображення можна збільшити, і тоді верхній графік буде показувати лише фрагмент сигналу, а положення цього фрагмента на загальній панорамі демонструється за допомогою прямокутника на нижньому графіку. Цей прямокутник можна перетаскувати мишею, змінюючи тим самим ділянку огляду.

Кнопки панелі інструментів вікна Signal Browser дозволяють роздруковувати графік сигналу, відтворювати сигнал за допомогою звукової карти комп'ютера, керувати масштабом відображення, вибирати потрібний канал у випадку багатоканального сигналу і задавати потрібний режим відображення маркерів.

На графік можна нанести два маркери, що дозволяють робити над сигналом кількісні виміри. Маркери перетаскуються за допомогою миші, а інформація про позначені ними відліках сигналу виводиться в нижній частині вікна.

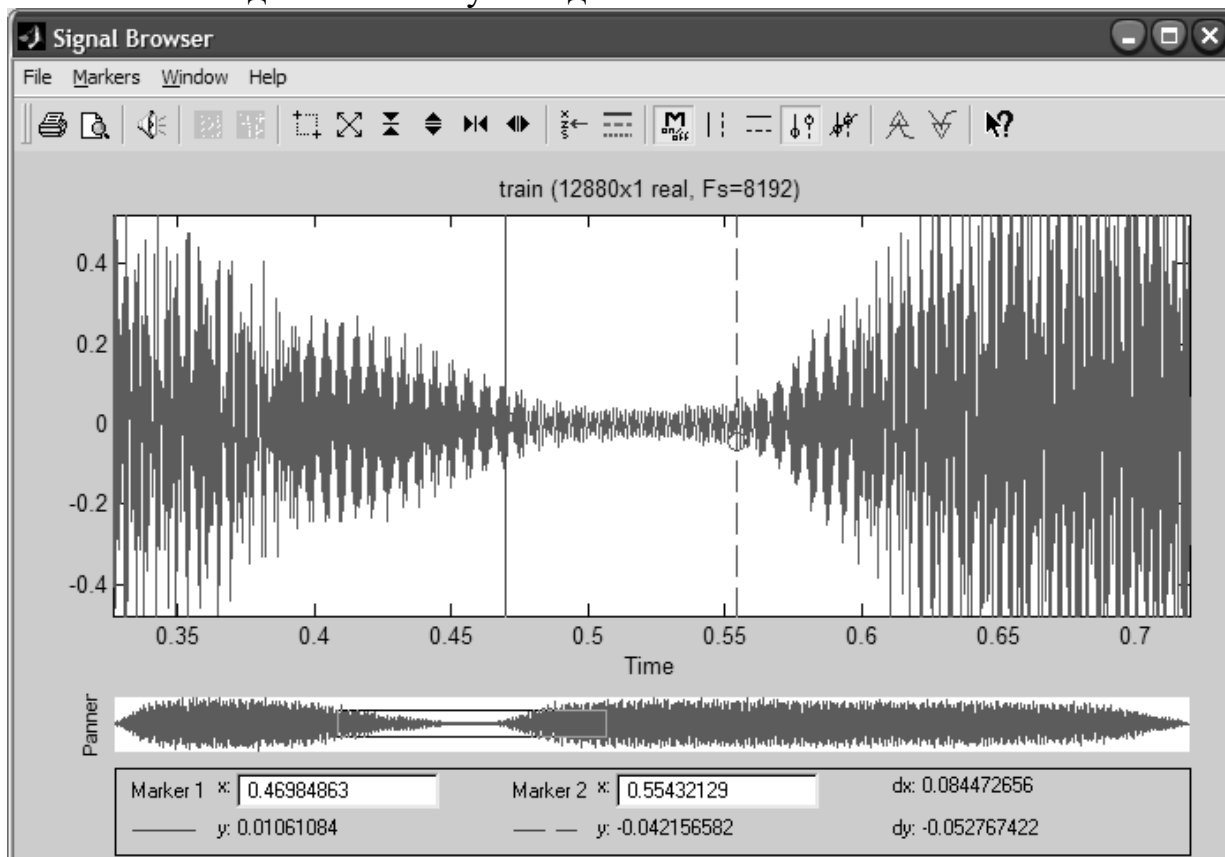


Рисунок А.3. Програма SPTool – вікно перегляду сигналів

Можна експортувати цю інформацію в робочу область пам'яті MATLAB у вигляді структури – для цього служить команда Export меню Markers.

А.3.1 Спектральний аналіз сигналу

Для аналізу спектра сигналу, завантаженого в програму SPTool, виберіть потрібний сигнал у списку Signals головного вікна програми (див. рис. А.1) і клацніть на кнопці Create, розташованій під списком Spectra. З'явиться вікно Spectrum Viewer, показане на рис. А.4. У лівій частині вікна вибирається метод спектрального аналізу і настраюються його параметри.

Меню, у якому спочатку виведений рядок Inherit from, дозволяє скопіювати повний набір налаштувань аналізатора спектра з іншого розрахунку, представленого в списку Spectra основного вікна програми. Зробивши налаштування параметрів аналізу, необхідно натиснути на кнопці Apply. При цьому буде розрахована оцінка спектра сигналу і виведений відповідний графік. Кнопки панелі інструментів дозволяють виконувати ті ж операції, що були перераховані вище, відповідно до перегляду графіків сигналів.

А.3.2 Розрахунок цифрового фільтра

Для розрахунку цифрового фільтра необхідно натиснути на кнопці New Design, що розташована під списком Filters у головному вікні програми SPTool. Можна також змінити параметри вже розрахованого фільтра, вибравши його в

списку Filters і кладнувши на кнопки Edit Design. У кожному з перерахованих випадків з'явиться вікно Filter Designer, показане на рис. А.5.

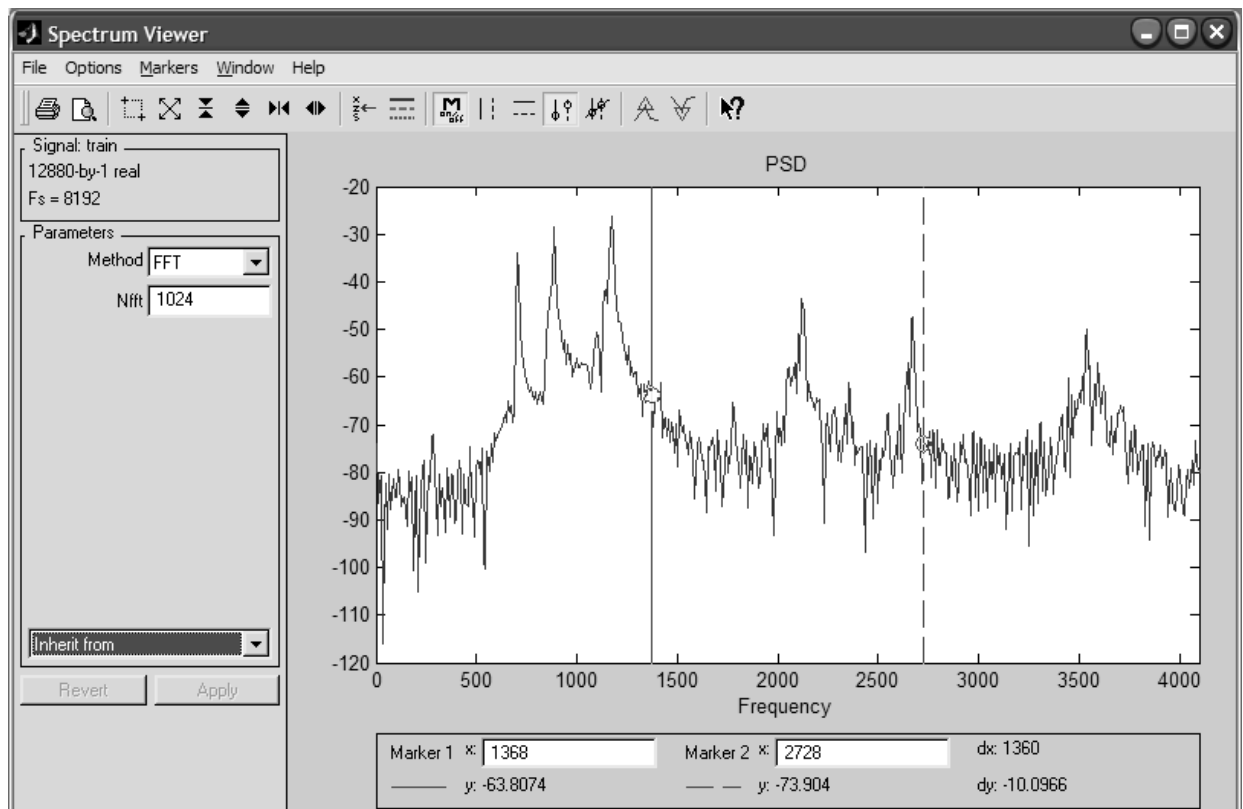


Рисунок А.4. Програма SPTool – вікно спектрального аналізу

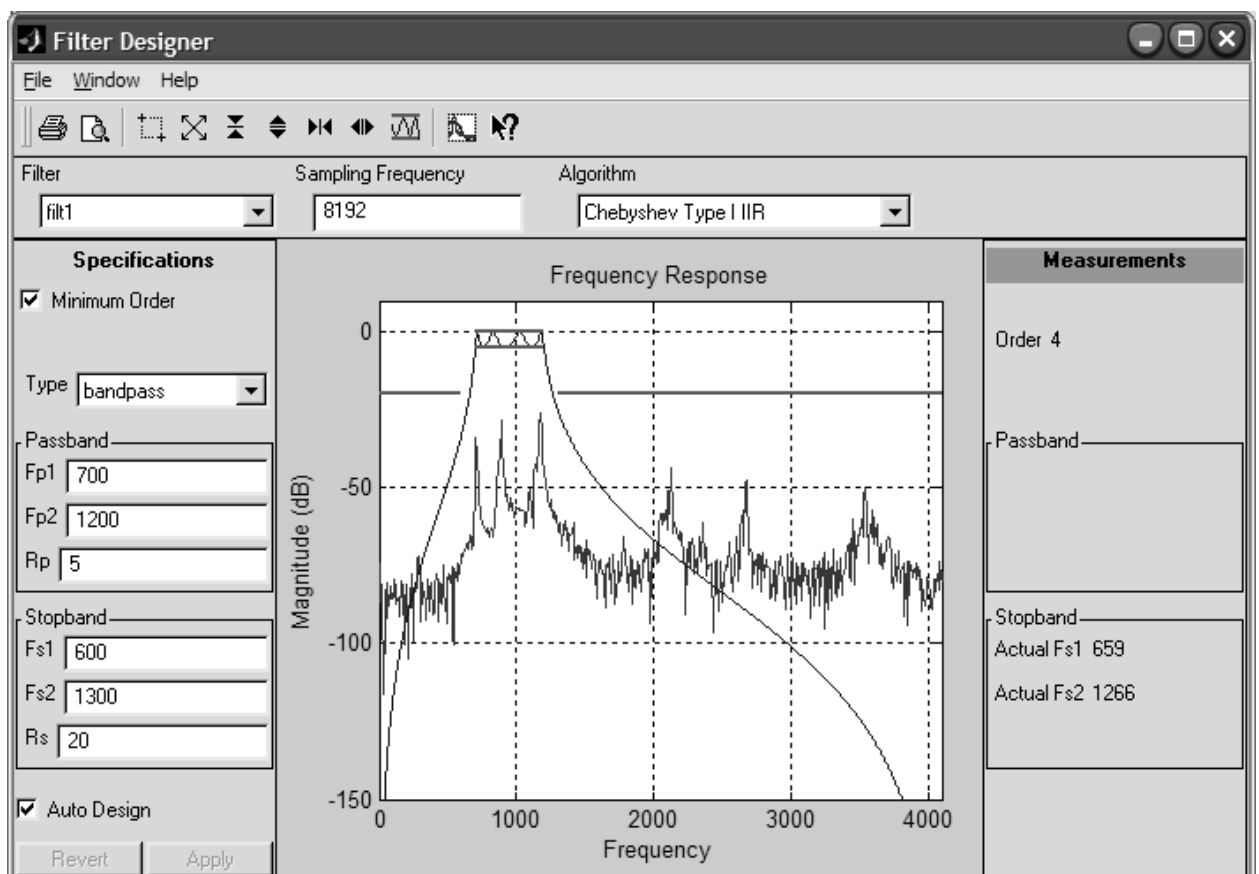


Рисунок А.5. Програма SPTool – вікно розрахунку фільтрів

У меню Algorithm вибирається метод розрахунку, а в розділі Specifications задаються параметри синтезованого фільтра.

Вибравши метод розрахунку і задавши параметри фільтра, необхідно натиснути на кнопці Apply для виконання синтезу. У центрі вікна буде виведений графік АЧХ фільтра, а в розділі Measurements показані його параметри. Кнопки панелі інструментів дозволяють керувати масштабом відображення графіка. Крім того, можна вивести графік АЧХ у смузі пропускання у збільшеному масштабі, а також накласти на АЧХ графік одного зі спектрів, перерахованих у списку Spectra основного вікна програми.

А.3.3 Перегляд характеристик дискретного фільтра

Для перегляду характеристик фільтра, завантаженого в програму SPTool, необхідно вибрати його в списку Filters основного вікна програми (див. рис. А.1) і натиснути на кнопку View. При цьому з'явиться вікно Filter View, показане на рис. А.6.

У лівій частині вікна Filter Viewer розташована група прапорців Plots для вибору складу графіків, що відображаються. У розділі Frequency Axis можна вибрати частотний діапазон для перегляду характеристик і задати тип шкали частот – лінійний або логарифмічний.

Кнопки панелі інструментів дозволяють керувати режимом відображення і виводом маркерів для поточного графіка, осі якого виділяються червоним кольором. Інформація про маркери, зазвичай, виводиться в нижній частині вікна.

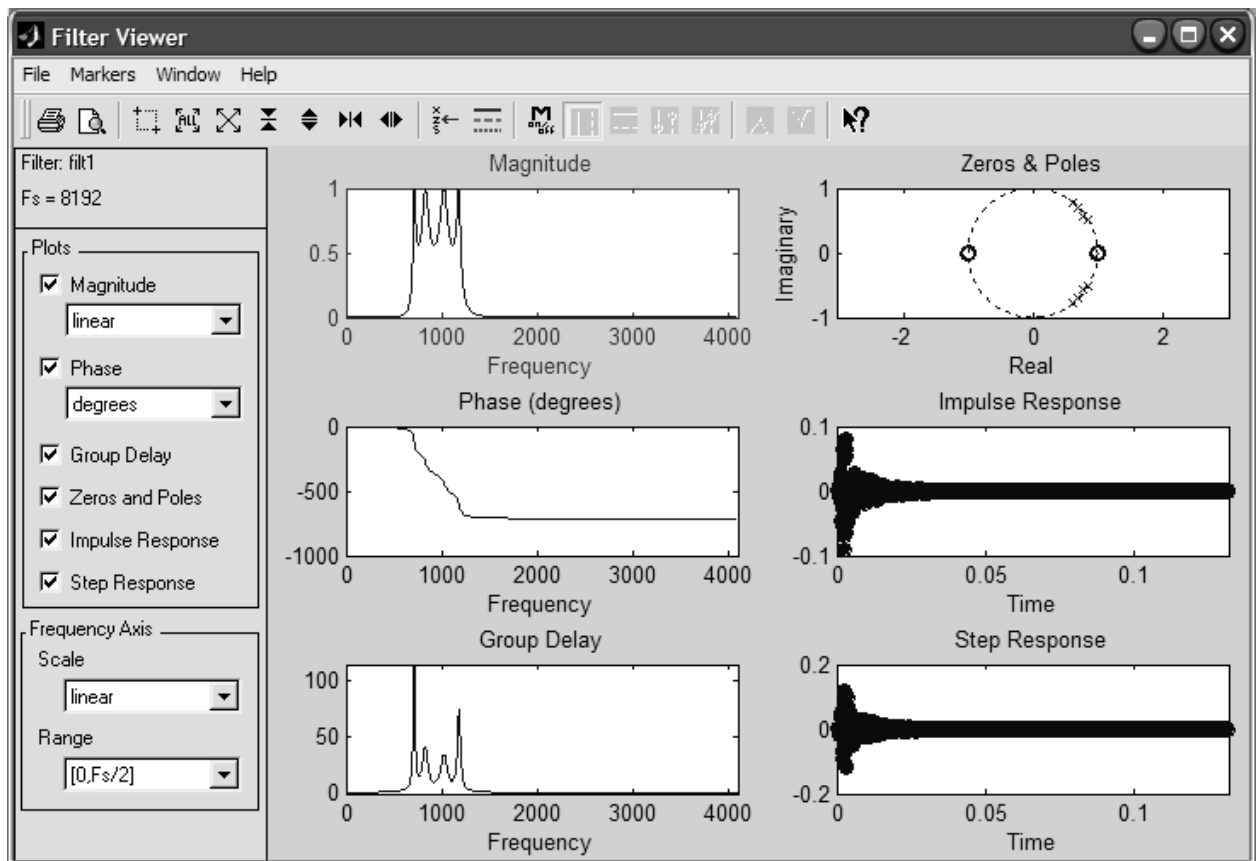


Рисунок А.6. Програма SPTool – перегляд характеристик фільтра

А.3.4 Фільтрація сигналу

Для пропускання сигналу через фільтр необхідно вибрати сигнал і фільтр відповідно в списках Signals і Filters основного вікна програми (див. рис. А.1), а потім натиснути на кнопки Apply, що розташована під списком Filters. З'явиться вікно Apply Filter, показане на рис. А.7.

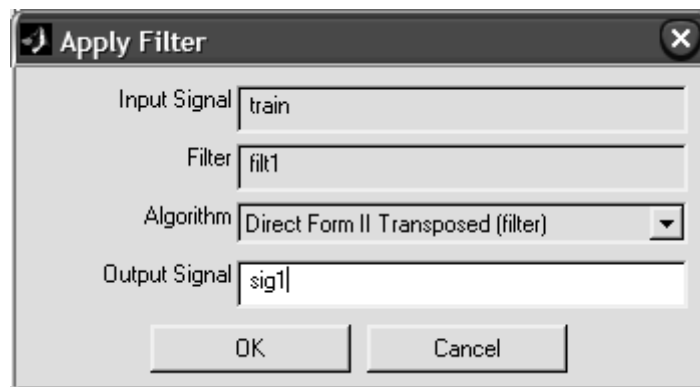


Рисунок А.7. Програма SPTool – вікно застосування фільтра

Єдиним доступним полем введення в цьому вікні є поле Output Signal, у якому потрібно задати ім'я для вихідного сигналу. У меню Algorithm можна вибрати функцію MATLAB для здійснення фільтрації. Виконавши ці дії, необхідно натиснути на кнопки ОК. Буде розрахований вихідний сигнал, що з'явиться під зазначеним ім'ям у списку Signals основного вікна програми.

Переглянути графік вихідного сигналу і виконати аналіз його спектра можна описаними раніше способами. Для одночасного перегляду графіків вхідного і вихідного сигналів потрібно вибрати їх обидва в списку Signals основного вікна програми (для цього при натисканні на сигналах, що обираються, необхідно, як це прийнято в Windows, натиснути клавішу Ctrl) і натиснути на кнопці View. У вікні Signal Browser будуть показані графіки обох обраних сигналів.

Аналогічним чином можна переглядати кілька спектрів або характеристики декількох фільтрів одночасно.

A.3.5 Збереження результатів роботи

Сеанс роботи з програмою SPTool можна зберегти за допомогою команди Save Session або Save Session As з меню File основного вікна програми. Файли сеансів мають розширення .spt. Завантажити збережений сеанс можна командою Open Session того ж меню File.

Крім того, можна експортувати сигнали, фільтри і спектри у вигляді структур даних. Для цього використовується команда Export з меню File основного вікна програми SPTool. Після вибору даної команди з'явиться вікно Export from SPTool, показане на рис. A.8.



Рисунок A.8. Програма SPTool – вікно експорту даних

У списку, що займає ліву частину цього вікна, необхідно вибрати експортовані об'єкти. Натиснення на кнопці Export to Workspace зробить експорт відповідних структур даних у робочу область пам'яті MATLAB, а для їхнього запису в Мат-файл необхідно скористатися кнопкою Export to Disk. Інформацію

про склад експортованих структур даних можна одержати з довідкової системи пакета Signal Processing.