

УДК 621.391:004.942

А.Я. КУЛИК, В.В. КАБАЧІЙ, І.В. ВАСИЛЬЄВ

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРЕДОВИЩА MATLAB

*Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця, Україна, vstu.vinnica.ua*

Анотація. Основною задачею при розгляді запропонованої теми є отримання характеристик фільтрів для заданої смуги пропускання сигналу. Результати моделювання дають змогу говорити про реальність побудови вузько смугових фільтрів, що працюють на низьких та середніх швидкостях передавання.

Аннотация. Основной задачей при рассмотрении предложенной темы является получение характеристик фильтров для заданной полосы пропускания сигнала. Результаты моделирования дают возможность говорить о реальности построения узкополосных фильтров, которые работают на низких и средних частотах передачи.

Abstract. The main goal through consideration of suggested theme is taking characteristics of filters at determined band of signal. Results of modeling show possibility of building narrow band filters which work at low and middle wave lengths of translation.

Ключові слова: модель, фільтр, MATLAB, проектування, завдання, передавання, сигнал, частота, смуга.

ВСТУП

Під час проектування і експлуатації засобів передавання інформації важливу роль відіграє такий параметр як ширина смуги частот каналу. Звуження цього діапазону забезпечує ефективність використання лінії зв'язку і процесу передавання в цілому. А при цьому збільшується потенційна кількість інформації, що передається.

В останніх проведених дослідженнях розглянутого напрямку були сформульовані загальні засади моделювання вузькосмугових фільтрів. Частоти передавання взагалі не були обумовлені.

В технічній літературі не наводяться результати моделювання, хоча це має велике значення для визначення засад побудови передавально-приймального обладнання[1]. Тому доцільно провести дослідження в цьому напрямку і визначити реальні параметри розроблюваних фільтрів.

Виходячи з вищевикладеного основною задачею є отримання характеристик фільтрів для заданої смуги пропускання сигналу. Особливістю цієї задачі є дослідження фільтрів на високих швидкостях передавання при вузьких смугах пропускання інформативного сигналу.

Моделювання окреслених задач зручно виконувати з використанням середовища MATLAB. Це пов'язано з особливостями проведення розрахунків характеристик засобів передавання, що дозволяє розраховувати параметри сигналу, який передається.

Для правильного розпізнавання сигналу на приймальній стороні потрібно знати його частотні характеристики. За значенням частоти і ширини смуги пропускання каналу можна виділити необхідний сигнал з лінійного.

Середовище проектування має потужні математичні обчислювальні можливості та спеціально вбудовані засоби обробки та аналізу інформації.

При розробці моделі основними були три функціональні складові, що пропонуються пакетом прикладних програм MATLAB. А саме: предметно орієнтований інструментарій ToolBoxes, система для імітаційного моделювання проектів Simulink та графічний інтерфейс користувача GUI (graphical user interface). З різноманіття інструментів ToolBoxes вибраний спеціалізований засіб для роботи з сигналами SPTool (Signal Processing Tool), який дозволяє створювати моделі фільтрів з довільними характеристиками.

Під час дослідження проектувався вузол передавання інформації у середовищі Simulink. Кінцевою метою є отримання залежностей характеристик інформативного сигналу від швидкості передавання після проходження ним вузькосмугового фільтру. Моделювані фільтри будуються за

класичною схемою. Використовуються два фільтри (низьких та високих частот), оскільки для проектування кожного з них окремо потрібно менше обчислювальних ресурсів, ніж на проектування еквівалентного смугового фільтру. Під час моделювання фільтрів контролюється: точність фільтру, величина пульсацій у смузі пропускання (в децибелах), коефіцієнт бічних частот, порядок фільтру, амплітуда вхідного та вихідного сигналів. Структура моделі подана на рисунку 1.

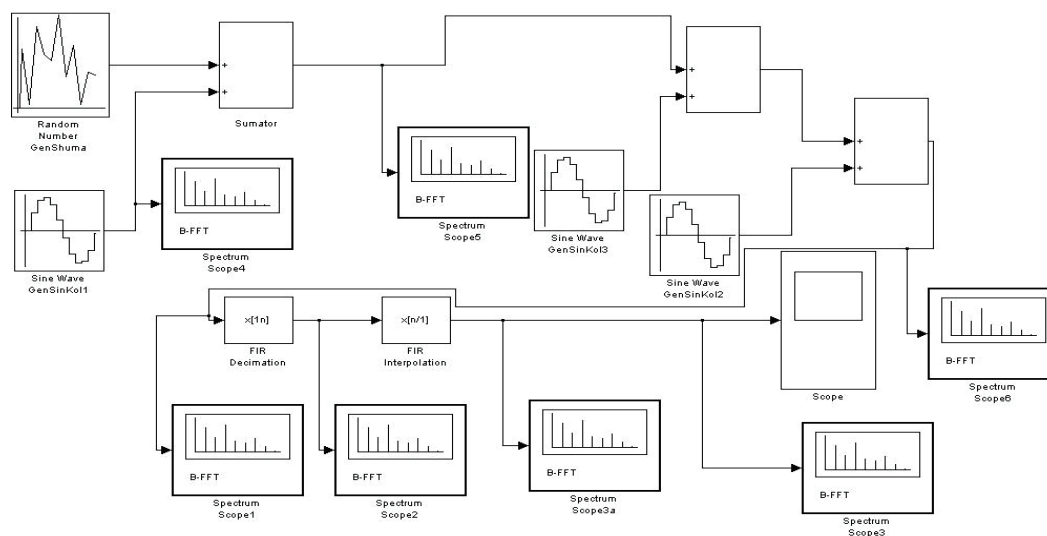


Рис. 1 Структура моделі

Для перевірки роботи фільтру створювалося декілька джерел сигналів, із використанням окремих генераторів для кожного. Для кожного з них визначається амплітуда сигналу та частота дискретизації. Вона (за одним з найпростіших методів її визначення – теоремою Котельникова) розраховується як подвійна частота сигналу-носія. Особливості елементної бази бібліотеки суматорів MATLAB на 3 і більше сигналів вимагають застосування попарного додавання сигналів. У розробленій схемі використовується джерело сигналу, яке імітує дію завади типу білого шуму, який генерується у всій визначеній смузі частот сигналу із зазначеною амплітудою. Амплітуда сигналу завади є випадковим значенням, яке змінюється від нуля до заданої величини. Згідно з [1] рекомендованим є встановлення цього значення, рівного третині від амплітуди інформативного сигналу, що генерується. Джерела сигналів повинні формувати дискретизований сигнал, для ефективного моделювання у відповідності до схеми роботи моделі.

Процедура фільтрації проходить із застосуванням блоків інтерполяції та децимації спектру сигналу із відповідними коефіцієнтами процесів, які для цього випадку взяті рівним одиниці. При цьому спектр сигналів не буде звужуватись та розширюватись під час оброблювання. Блоки інтерполяції та децимації призначені для застосування модельованих фільтрів низьких та високих частот. Частота дискретизації в блоках фільтрації буде дорівнювати частоті, встановленій у джерелах сигналів. Для наочності отриманих результатів доцільно блоки аналізу та реєстрації (спектроскопи та осцилографи) і задати їх параметри. У всіх полях, де визначається обсяг пам'яті середовища MATLAB, що виділяється для вузла, потрібно вказувати не менше 128. При таких значеннях обрахунки будуть оптимізовані за часовими параметрами та використовуваними ресурсами. У моделі застосовано цілу низку слідкуючих пристроїв-спектроскопів, для контролю роботи моделі на кожному з її блоків. Останнім контролюючим і реєструючим приладом є осцилограф, який якісно показує чистоту роботи моделі. По осцилограмі визначають впливи завад, що можуть діяти на інформативний сигнал [2].

Для побудови фільтрів вищих частот зручно користуватися програмними методами моделювання. Такий спосіб є більш точним ніж моделювання за допомогою MATLAB-Simulink. Реалізується він за допомогою програми, що написана на мові, адекватній прикладному програмному середовищу MATLAB. Для наочності зобразимо характеристику каналу для роботи моделі на частоті 600 Гц. Отримана АЧХ каналу, зображена на рисунку 2.

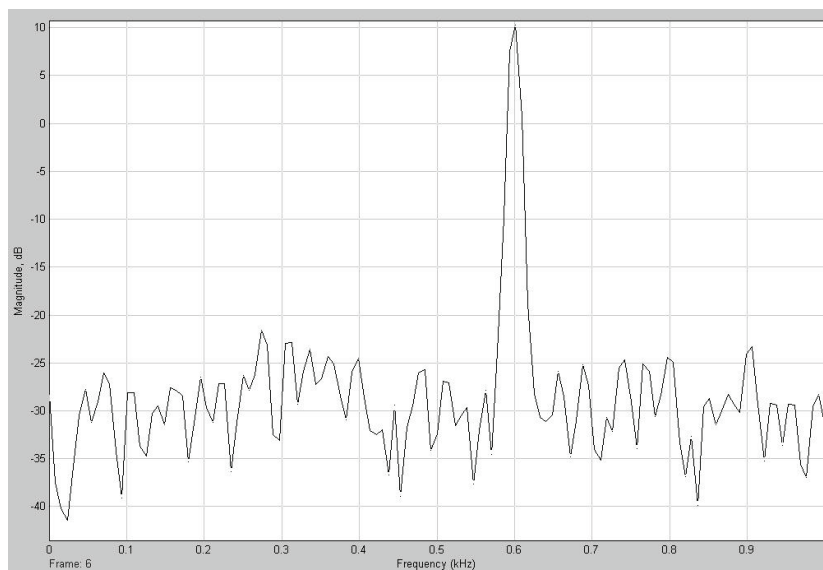


Рис. 2 Результат роботи моделі для частоти 600 Гц

Після збирання запропонованої схеми моделі та запуску її для ряду частот корисних сигналів були отримані результати, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Залежність параметрів фільтрів від частоти передавання

Швидкість передавання, біт/с	Ширина смуги пропускання, Гц			Порядок фільтру низьких частот, ум. од.	Порядок фільтру високих частот, ум. од.	Ширина сигналу відповідного рівня, Гц	Рівень вихідного сигналу, Дб
	2	10	40				
300	+			769	706	3	8,5
		+		154	142	8	10
			+	39	36	24	10
600	+			1537	1412	16	8
		+		308	284	16	8
			+	77	72	20	8
1200	+			2306	2116	8	5
		+		462	424	13	9,5
			+	116	106	24	8,5
2400	+			3843	3528	15	-10
		+		769	706	12	10
			+	193	178	26	10
4800	+			4306	4180	20	-15
		+		1537	1412	30	8
			+	385	354	40	10
7200	+			5303	5052	25	-7
		c		2306	2116	45	4
			+	577	530	60	10
9600	+			5539	5794	40	-6
		+		3074	2822	40	-3
			+	769	706	80	10
19200	+			>10000	>10000	80	5
		20		2822	3074	80	-3
			+	1537	1412	100	7

Таблиця 1.
(продовження)

Швидкість передавання, біт/с	Ширина смуги пропускання, Гц			Порядок фільтру низьких частот, ум. од.	Порядок фільтру високих частот, ум. од.	Ширина сигналу відповідного рівня, Гц	Рівень вихідного сигналу, Дб
	2	10	40				
38400	+			>10000	>10000	150	5
		20		3445	3344	85	-3
			+	3074	2822	100	-3
56000	+			>10000	>10000	180	5
		20		5167	5016	105	-11
			+	4611	4232	120	-7

Під час моделювання вхідними даними для роботи розробленої системи були: частота корисного сигналу, частота дискретизації, величина придушення сигналу в смузі затухання, ширина смуги пропускання відносно частоти корисного сигналу, пульсація сигналу в смузі пропускання. Вихідними даними були: порядки низькочастотного та високочастотних фільтрів, ширина спектру корисного сигналу, що пройшов крізь фільтр, амплітуда інформативного сигналу після роботи фільтрів. Значення частоти корисного сигналу брались для стандартного ряду частот: 300 Гц, 600 Гц, 1200 Гц, 2400 Гц, 4800 Гц, 7200 Гц, 9600 Гц, 19200 Гц, 38400 Гц, 56000 Гц. Великою придушення сигналу було значення 20 Дб. Ширина смуги пропускання визначалася в межах 20, 5 і 1 Гц за абсолютним значенням відносно частоти інформативного сигналу. Пульсація сигналу в смузі пропускання задавалась значенням 0,08686 Дб, що є характерним для більшості сучасних реальних систем передавання інформації [1,3].

Результати моделювання дають змогу говорити про реальність побудови вузько смугових фільтрів для забезпечення звуження смуги пропускання сигналу на низьких та середніх швидкостях передавання. Для кожного випадку були отримані значення параметрів фільтра, які можна використати для побудови реальних фільтрів. Вони наведені в таблиці 1 для кожного значення досліджуваних швидкостей та смуг пропускання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антохин В., Ланнэ А.А. MATLAB для DSP. Применение многокроскоростных фильтров в задачах узкополосной фильтрации // Chip-News. – 2001. – №2. – С. 5-11.
2. Антохин В.В. Моделирование аналого-цифрового преобразования. В 2-х частях. // Chip-News. – 2000. – № 2. – С. 4-7.
3. Андреев И.В., Ланнэ А.А. MATLAB для DSP: SPTool – инструмент для расчета цифровых фильтров и спектрального анализа сигналов // Цифровая обработка сигналов. –2000. – № 2. – С. 6-13.

Надійшла до редакції 10.06.2008 р.

КУЛИК А.Я. – кандидат технічних наук, доцент, викладач, кафедра автоматички та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

КАБАЧІЙ В.В. – кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра автоматички та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, Україна.

ВАСИЛЬЄВ І.В. – студент групи 2АВ-03, кафедра автоматички та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.