

Смирнов М.С.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: micas\_2001@mail.ru*

### **Реализация и использование программных моделей КИХ фильтров в учебном процессе.**

В учебном процесс при подготовке бакалавров по специальностям 11.03.01 и 11.03.02 важную роль играет понимание принципов функционирования фильтров с конечной импульсной характеристикой. В данной работе создана программная модель НЧ, ВЧ, полосового и режекторного КИХ- фильтра с разной оконной обработкой.

Модель создается при помощи среды программирования LabVIEW от National Instruments[1].

В модели были реализованы следующие фильтры:

- фильтр нижних частот (ФНЧ);
- фильтр верхних частот (ФВЧ);
- полосовой фильтр (ПФ);
- режекторный фильтр (РФ);

В модели была реализована оконная обработка на основе следующих функций:

- Блэкмана;
- Ханнинга;
- Хэмминга.

Реализация фильтрации сигнала осуществляется в три этапа: реализация импульсной характеристики, умножение характеристики на оконную функцию, свертка сигнала с импульсной характеристикой.

В качестве тестового необходимо использовать сигнал, наглядно демонстрирующий работу НЧ, ВЧ, полосового и режекторного фильтров. У такого сигнала должно быть несколько дискретных спектральных составляющих, разнесенных на различные частоты. В качестве такого сигнала предполагается использовать результат суммы трех гармонических сигналов на частотах 1кГц, 50кГц и 100кГц.

Вычисление импульсной характеристики для НЧ фильтра представляет собой цикл, в котором формируются отсчеты согласно формуле:

$$h[i] = \frac{\sin(2\pi f_c i)}{\pi i}$$

Для ВЧ фильтра сначала вычисляются отсчеты НЧ фильтра, затем при помощи метода обращения АЧХ формируется импульсная характеристика ВЧ фильтра. Каждый второй отсчет меняет свой знак на противоположный.

Импульсная характеристика режекторного фильтра вычисляется путем сложения импульсной характеристики НЧ и ВЧ фильтров.

Импульсная характеристика полосового фильтра формируется из импульсной характеристики режекторного фильтра методом инверсии АЧХ. Все отсчеты, кроме первого меняют свой знак на противоположный.

Для формирования оконного фильтра импульсная характеристика идеального КИХ-фильтра умножается на оконную функцию.

В качестве оконных функций выбраны функции Блэкмана, Хэмминга и Ханнинга. Выражения для вычисления данных функций определены в [2].

Параллельно вычисляется частотная характеристика фильтра. Для этого используется блок БПФ.

После вычисления характеристики выполняется процесс фильтрации за счет реализации дискретной свертки сигнала с импульсной характеристикой оконного фильтра.

Процесс свертки состоит из двух циклов. Внутренний цикл служит для формирования одного отсчета конечного сигнала, посредством умножения отсчетов импульсной

характеристики на соответствующие отсчеты входного сигнала с последующим суммированием результатов. Внешний цикл служит для формирования массива отсчетов выходного сигнала.

После окончания расчетов вычисляется спектр конечного сигнала (рисунок 1).

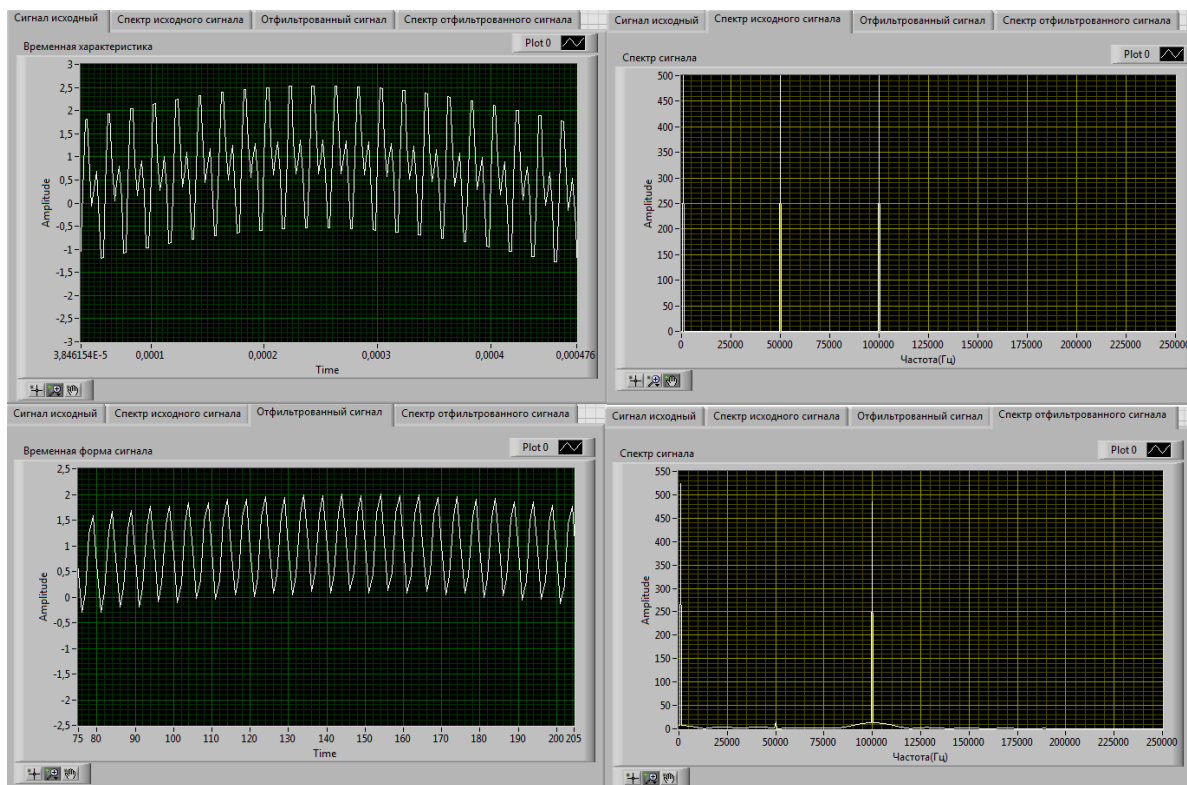


Рисунок 1 – Результат работы КИХ - фильтра

### Литература

1. Блюм П. LabVIEW: стиль программирования. – М.: ДМК, 2009. – С. 400.
2. Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников/ Стивен Смит; пер. с англ. А.Ю. Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского. - М.: Додэка-XXI, 2012. - 720 с. +СО: ил. - Доп. тит. л. англ. - ISBN 978-5-94120-145-7.