МИНИСТРЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ВЕРНАДСКОГО»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра компьютерной инженерии и моделирования

**ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ЦИФРОВЫМ ФИЛЬТРОМ**

Курсовая работа

По дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

студента 3 курса группы ПИ-31

ФИО в родительном падеже

Направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

Научный руководитель

Доцент, к. ф.-м. н. Е. П. Таран

(подпись, дата)

(оценка)

Симферополь 2017 г.

**Техническое задание**

Необходимо реализовать цифровой фильтр нижних частот (ФНЧ) по следующим характеристикам: – граница полосы пропускания, – граница полосы задерживания, – неравномерность в полосе пропускания, – неравномерность в полосе задержки. Выполнить фильтрация тестового сигнала рассчитанным фильтром.

Характеристики фильтра.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , Гц | , Гц | , дБ | , дБ |
|  |  |  |  |

Частоты составляющих тестового сигнала в Герцах.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Задания:

1. По заданным требованиям к АЧХ рассчитать коэффициенты нерекурсивного цифрового фильтра с линейной фазо-частотной характеристикой используя метод рядов Фурье.
2. Реализовать фильтр программно и исследовать его импульсную и частотную характеристики. Сравнить АЧХ, полученную по импульсной характеристике, с АЧХ, рассчитанной аналитически.
3. Выполнить квантование заданного аналогового сигнала, используя 64 уровня квантования.
4. Произвести фильтрацию тестового сигнала рассчитанным фильтром.
5. Построить схему фильтра. Посчитать реализационные характеристики.
6. Модифицировать коэффициенты фильтра, используя различные окна (треугольное, Хэмминга, Блэкмана). Рассчитать АЧХ фильтра при использовании этих окон и сравнить их.
7. Восстановить аналоговый сигнал по полученным значениям выходного цифрового сигнала.

**Расчетные формулы**

1. Вспомогательные параметры АЧХ:







1. Параметр фильтра М и параметр окна Кайзера α через вспомогательные величины А и D:











1. Коэффициенты Фурье для полученных значений

M – четное, N – нечетное:



M – нечетное, N – четное:



1. Взвешенные с помощью окна Кайзера значения коэффициентов Фурье:



Отсчеты окна Кайзера вычисляются по формуле:







1. Коэффициенты фильтра:



1. Частотная характеристика НРФ:



1. Дискретизация сигнала:

Шаг дискретизации:

Количество отсчетных значений:

1. Квантование



1. Модификация коэффициентов фильтра с использованием различных окон.

Треугольное окно:

Окно Хемминга:

Окно Блэкмана:

1. Коэффициенты дискретного преобразования Фурье:



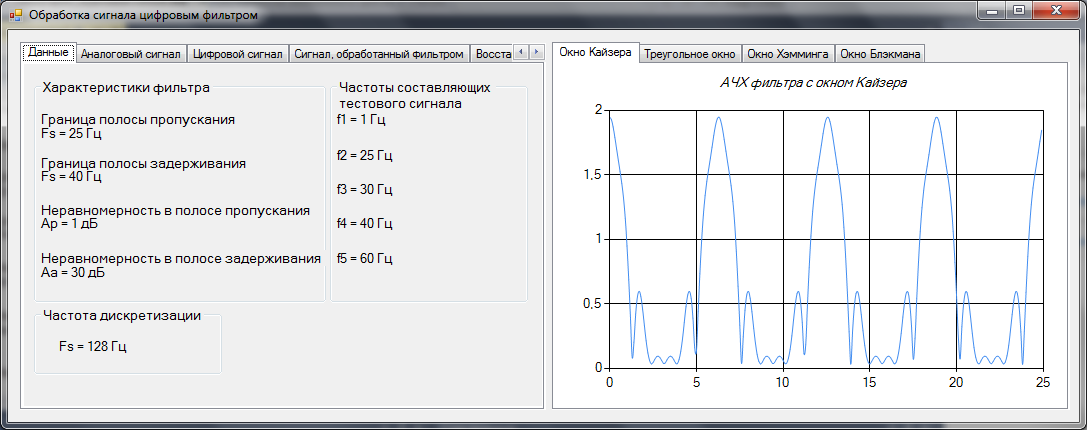
Восстановление аналогового сигнала по значениям дискретного преобразования Фурье:



**Программная реализация**

В ходе выполнения работы была составлена и реализована программа, соответствующая требованиям технического задания. В качестве среды разработки была выбрана среда программирования Microsoft Visual Studio, язык разработки C#.

Окно программы разделено на две зоны: левая содержит вкладку с данными, а также вкладки с диаграммами сигналов. Правая часть предназначена для вывода амплитудно-частотных характеристик фильтра с применением различных окон (Рис. 1).



*Рис. 1*

**Аналоговый сигнал**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Цифровой сигнал**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Сигнал, обработанный фильтром**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Восстановленный аналоговый сигнал**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Окно Кайзера**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Треугольное окно**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Окно Хэмминга**

(Тут должен быть соответствующий график)

**Окно Блэкмана**

(Тут должен быть соответствующий график)