

Список литературы

1. Код для оперативной передачи данных приземных метеорологических наблюдений с сети станций Росгидромета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteork.ru/doc/serv/synop.pdf>. – 15.03.2015.
2. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Архитектура распределенной файловой системы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6. <http://naukovedenie.ru/PDF/137TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус. англ. DOI: 10.15862/137TVN614
3. Botygin V.N., Popov V.A., Tartakovsky V.S. Sherstnev Architecture of scalability file system for meteorological observation data storing // Proc. of SPIE, 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – 2015. – Vol. 9680. – pp. 96800J-1–96800J-4. – doi: 10.1117/12.2205749.

УДК 004

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Колотовкина А.Ю., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент каф. ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: stun2817@gmail.com

The article is concerned with the promising area of human knowledge – digital signal processing, in other words processing sequences equally spaced in time and space counts with means of computer technology.

Key words: digital filtering, audio signals, linear filtering.

Ключевые слова: цифровая фильтрация, звуковые сигналы, линейная фильтрация.

Любой непрерывный (аналоговый) сигнал, может быть подвергнут дискретизации по времени и квантованию по уровню (оцифровке), то есть представлен в цифровой форме. Если частота дискретизации сигнала F_d не меньше, чем удвоенная наивысшая частота в спектре сигнала F_{\max} (то есть $F_d \geq 2F_{\max}$), то полученный дискретный сигнал $s(k)$ эквивалентен сигналу $s(t)$ в том смысле, что $s(t)$ может быть в точности восстановлен из $s(k)$ (теорема Найквиста–Шеннона–Котельникова) [1]. При помощи математических алгоритмов $s(k)$ преобразуется в некоторый другой сигнал $s_1(k)$, имеющий требуемые свойства. Процесс преобразования сигналов называется фильтрацией, а устройство, выполняющее фильтрацию, называется фильтром. Поскольку отсчеты сигналов поступают с постоянной скоростью F_d , фильтр должен успевать обрабатывать текущий отсчет до поступления следующего, то есть обрабатывать сигнал в реальном времени. Для обработки сигналов (фильтрации) в реальном времени применяют специальные вычислительные устройства – цифровые сигнальные процессоры [1, 2].

Всё это полностью применимо не только к непрерывным сигналам, но и к прерывистым, а также к сигналам, записанным на запоминающие устройства. В последнем случае скорость обработки непринципиальна, так как при медленной обработке данные не будут потеряны.

Различают методы обработки сигналов во временной и в частотной области. Эквивалентность частотно-временных преобразований однозначно определяется через преобразование Фурье [3].

Обработка сигналов во временной области широко используется в современной электронной осциллографии и в цифровых осциллографах. Для представления сигналов в частотной области используются цифровые анализаторы спектра.

В цифровой обработке звука фильтрация применяется повсеместно. Фильтрация, применяемая к цифровым сигналам, называется цифровой фильтрацией. Методы цифровой фильтрации очень развиты, а цифровые фильтры позволяют осуществлять фильтрацию с недостижимой для аналоговых фильтров точностью [3].

В цифровом мире существует множество видов фильтрации, но в данной статье мы остановимся на одной – **линейной фильтрации**. Линейная фильтрация представляет собой динамическую систему, применяющую некий линейный оператор к входному сигналу для выделения или подавления определенных частот сигнала и других функций по обработке входного сигнала. Линейные фильтры широко применяются в электронике, цифровой обработке сигналов и изображений, в оптике, теории управления и других областях.

Наиболее часто они используются для того, чтобы подавить нежелательные частоты входного сигнала или для того чтобы выделить нужную полосу частот в сигнале. Существует большое количество различных типов и модификаций линейных фильтров.

Несмотря на природу фильтра – механическую, оптическую, электронную, программную или электрическую, а также на частотный диапазон, в котором они работают, математическая теория линейных фильтров универсальна и может быть применена к любому из них.

Классификация по передаточной функции

Импульсная переходная функция. Линейные фильтры разделяются на два больших класса по виду импульсной переходной функции: фильтр с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры) и фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). До недавнего времени практическое использование имели только аналоговые БИХ-фильтры, однако с развитием цифровой техники КИХ-фильтры стали применяться повсеместно [4].

Частотные характеристики. По виду частотной характеристики фильтры подразделяются:

- на фильтр низких частот – пропускает низкие частоты сигнала;
- фильтр высоких частот – пропускает высокие частоты сигнала;
- полосовой фильтр – пропускает ограниченную полосу частот сигнала;
- режекторный фильтр пропускает все частоты, кроме определённой полосы;
- фазовый фильтр пропускает все частоты сигнала, но изменяет его фазу.

Полосовые и режекторные фильтры могут быть сконструированы путём последовательного соединения фильтров низких и высоких частот.

Проектирование фильтров. Линейные фильтры всех видов могут быть однозначно описаны с помощью их амплитудной и фазо-частотной характеристик, либо импульсной характеристики. С математической точки зрения непрерывные БИХ-фильтры описываются линейными дифференциальными уравнениями, а их импульсные характеристики – функции Грина для этих уравнений. Непрерывные фильтры также могут быть описаны с помощью преобразования Лапласа импульсной характеристики (в случае дискретных фильтров используется Z-преобразование).

Для проектирования фильтров широко применяются графические способы, например, с помощью диаграмм Боде или Найквиста, а также проектирование на комплексной плоскости, путём размещения нулей и полюсов передаточной функции фильтра.

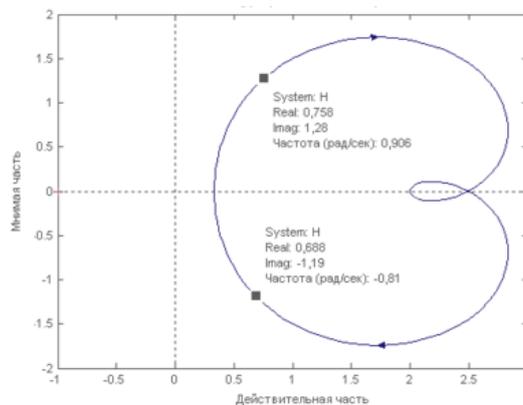


Рис. 1. Диаграмма Найквиста

Существует ряд различных типов фильтров по виду частотной характеристики, обеспечивающих качественное выполнение тех или иных задач.

Наиболее распространённые типы БИХ-фильтров:

- фильтр Бесселя;
- фильтр Баттерворта;
- фильтр Чебышёва;
- эллиптический фильтр.

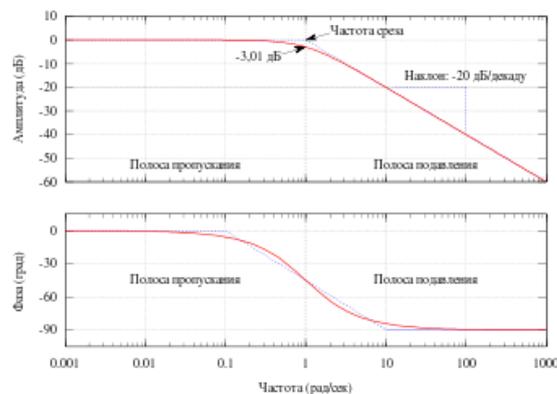


Рис. 2. ЛАФЧХ фильтра Баттерворта первого порядка

КИХ-фильтры могут быть осуществлены с помощью свёртки сигнала с импульсной характеристикой фильтра.

Список литературы

1. Основные характеристики и параметры фильтров [Электронный курс] // пособие «Аналоговые измерительные устройства». – Режим доступа <http://analogiu.ru/6/6-5-2.html>. Обращение – 17.01.2016.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников // Додэка XXI. – 2008. – 720 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – С. 751.
4. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: справочник. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.