

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.Н. ЯКОВЛЕВ, Д.О. СОКОЛОВА

ЦИФРОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ И СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2012

УДК 621.372.54.037.372(076.5)
Я 474

Рецензенты:
д-р техн. наук, проф. *С.П. Новицкий*,
д-р техн. наук, доц. *В.П. Разинкин*

Работа подготовлена на кафедре теоретических основ радиотехники
для студентов II–III курсов радиотехнических специальностей

Яковлев А.Н.
Я 474 Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров: учеб.
пособие / А.Н. Яковлев, Д.О. Соколова. – Новосибирск: Изд-во
НГТУ, 2012. – 64 с.

ISBN 978-5-7782-1964-9

В учебном пособии приведены теоретические сведения по аналоговым и цифровым фильтрам и фильтрации. Даны сведения по синтезу и анализу фильтров: аналоговых, рекурсивных и нерекурсивных цифровых.

Пособие предназначено для студентов при выполнении практических и лабораторных работ, при курсовом и дипломном проектировании, а также для инженерно-технических работников, занимающихся вопросами цифровой обработки сигналов.

УДК 621.372.54.037.372(076.5)

ISBN 978-5-7782-1964-9

© Яковлев А.Н., Соколова Д.О., 2012
© Новосибирский государственный
технический университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЛЬТРАЦИИ И ФИЛЬТРАХ	4
1.1. Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры	4
1.2. Математические модели и характеристики фильтров	7
1.2.1. Аналоговый фильтр	7
1.2.2. Рекурсивный фильтр	9
1.2.3. Нерекурсивный фильтр	11
1.3. Проектирование фильтров	13
1.3.1. Этапы проектирования	13
1.3.2. Исходные требования к характеристикам	13
1.3.3. Погрешности фильтрации	16
1.4. Сравнение фильтров	17
1.4.1. Сравнение АФ и ЦФ	17
1.4.2. Сравнительные свойства НФ и РФ	19
Глава 2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО УСТРОЙСТВА	20
2.1. Формирование сигналов	20
2.2. Моделирование цифрового фильтра	22
2.3. Цифровая фильтрация	24
Глава 3. СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ РЕКУРСИВНЫХ ФИЛЬТРОВ И РЕКУРСИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ	26
Лабораторная работа ЦРФ	26
3.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	26
3.2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	26
3.2.1. Основы метода билинейного преобразования	26
3.2.2. Аналоговый фильтр прототип	28
3.2.3. Этапы синтеза РФ	29
3.2.4. Алгоритм цифровой фильтрации во временной и частотной областях	30
3.3. Предварительное задание	32
3.4. Практическое задание	33
3.4.1. Моделирование и исследование фильтра	33
3.4.2. Формирование сигнала	34
3.4.3. Фильтрация	34
3.5. Контрольные вопросы	35

Глава 4. СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ НЕРЕКУРСИВНЫХ ФИЛЬТРОВ И НЕРЕКУРСИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ	36
Лабораторная работа ЦНФ	36
4.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	36
4.2. Краткие теоретические сведения	36
4.2.1. Общие сведения.....	36
4.2.2. Основы метода весовых функций.....	38
4.3. Предварительное задание	43
4.4. Практическое задание	43
4.5. Контрольные вопросы	45
Приложение 1. Отображение точек и областей на p - и z -плоскостях	46
Z -преобразование некоторых дискретных последовательностей.....	48
Приложение 2. Аппроксимация частотных характеристик аналогового НЧФ-П.....	50
Приложение 3. Расчет нулей и полюсов НЧФ-П	57
Приложение 4. Преобразование АЧХ алоговых фильтров	58
Приложение 5. Расчетные соотношения для нулей и полюсов рекурсивного фильтра.....	60
Библиографический список.....	62

Яковлев Альберт Николаевич
Соколова Дарья Олеговна

ЦИФРОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ И СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

Редактор *Н.А. Санцевич*
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*
Компьютерная верстка *Л.А. Веселовская*

Подписано в печать 14.05.2012. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 150 экз.
Уч.-изд. л. 3,72. Печ. л. 4,0. Изд. № 48. Заказ № Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20