

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-технологическая академия

**ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ
ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ
В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Учебное пособие

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2021

УДК 621.37(075.8)+004.056.94(075.8)

ББК 32.3я73+32.973я73

К317

Печатается по решению кафедры радиотехнических и телекоммуникационных систем Института радиотехнических систем и управления Южного федерального университета (протокол № 12 от 10 февраля 2021 г.)

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент Южного федерального университета
А. М. Пилюпенко

кандидат технических наук, доцент Южного федерального университета
Н. Н. Кисель

Клименко, П. П.

К317 Прикладные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах : учебное пособие / П. П. Клименко, В. Т. Корниенко, А. М. Макаров, Ю. А. Геложе, А. В. Максимов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – 130 с.

ISBN 978-5-9275-3802-7

Рассмотрены вопросы построения моделей Matlab систем спектрального анализа в пространстве частот Фурье и Меллина, а также модели прикладных систем обработки сигналов при различных видах скремблирования и шифрования с использованием технологии Matlab. Приведены примеры создания рассмотренных алгоритмов в приложениях систем передачи информации.

Предназначено для студентов радиотехнических специальностей для изучения разделов дисциплин «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессы».

УДК 621.37(075.8)+004.056.94(075.8)

ББК 32.3я73+32.973я73

ISBN 978-5-9275-3802-7

© Южный федеральный университет, 2021

© Клименко П. П., Корниенко В. Т., Макаров А. М.,
Геложе Ю. А., Максимов А. В., 2021

© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ в MATLAB	8
1.1. Периодические сигналы и тригонометрические ряды Фурье	8
1.2. Теорема Парсеваля	18
1.3. Спектральный анализ на основе интегрального преобразования Фурье	19
1.3.1. Основные свойства интегрального преобразования Фурье	21
1.4. Непрерывно-дискретное преобразование Фурье	28
1.4.1. Спектры дискретизированных сигналов	29
1.5. Дискретное преобразование Фурье	31
1.6. Построение спектра в Matlab	31
1.7. Влияние конечной длительности реализации на спектр сигнала	40
1.8. Оконный спектральный анализ	43
1.8.1. Характеристики оконных функций	43
1.8.2. Некоторые распространенные оконные функции	44
1.8.3. Синтез окон в MatLab	46
1.9. Оконное преобразование Фурье и спектрограмма	52
2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ПРОСТРАНСТВЕ ЧАСТОТ МЕЛЛИНА	60
2.1. Введение в теорию и приложения обработки сигналов с использованием преобразования Меллина	60
2.2. Интегральные преобразования и теория обработки сигналов	61
2.2.1. Элементы математических основ интегрального преобразования Меллина	61
2.2.2. Свойство масштабной инвариантности модуля преобразования Меллина	62
2.2.3. Энергетические характеристики сигнала в базисе ПМ	64
2.2.4. Представление произвольного сигнала в виде суммы элементарных колебаний в базисе ПМ	66
2.3. Спектры Меллина и их основные свойства	68
2.4. Спектры Меллина простейших сигналов	70
2.5. Аналог теоремы Винера – Хинчина для анализа случайных стационарных процессов и их анализ в пространстве ПМ	72

2.6. Основы теории цифровых моделей, порождаемых параметрически периодическими тригонометрически-логарифмическими функциями ядер интегрального преобразования Меллина	76
2.7. Свойство параметрически-периодических функций	81
2.8. Выбор компьютерного «нуля» и «бесконечности» цифровой модели	82
2.9. Особенности площади периодически-параметрических колебаний тригонометрически-логарифмических функций	83
2.10. Основы теории цифровых моделей, порождаемых параметрически периодическими тригонометрически-логарифмическими функциями ядер интегрального преобразования Меллина	86
3. МОДЕЛИ ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	
В MATLAB	94
3.1. Частотные скремблеры речевых сигналов	94
3.2. Цифровой скремблер – потоковый криптографический шифратор	102
3.3. Криптографический шифратор DES	110
3.4. Стеганографическая система передачи информации	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	128