

Содержание

Предисловие	6
Список сокращений и обозначений	9
Глава 1. Элементы функционального анализа и спектрального представления функций	11
1.1. Линейные нормированные пространства	11
1.2. Пространства со скалярным произведением	18
1.3. Примеры ортогональных систем в пространстве L_2	26
1.4. Тригонометрические ряды Фурье. Явление Гиббса	32
1.5. Интеграл Фурье	37
1.6. Принцип неопределенности время-частотного представления сигналов	43
1.7. Обобщенное преобразование Фурье	49
1.8. Энергетический спектр. Спектр мощности	53
Глава 2. Дискретизация и квантование сигналов. Дискретные ортогональные преобразования	58
2.1. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные	58
2.2. Дискретизация по критерию наибольшего отклонения	60
2.3. Частотный критерий выбора шага дискретизации	61
2.4. Спектр дискретного сигнала	66
2.5. Дискретизация узкополосных сигналов	70
2.6. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ)	77
2.7. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритм БПФ с прореживанием по времени	85
2.8. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте	98
2.9. Дискретное преобразование Уолша	103
2.10. Дискретное преобразование Хаара	109
2.11. Некоторые применения дискретных ортогональных преобразований	113
2.12. Квантование дискретных сигналов	116
Глава 3. Описание и анализ линейных дискретных систем (ЛДС)	126
3.1. Нормирование временной и частотной осей	126
3.2. Z-преобразование	127
3.3. Линейные дискретные фильтры (ЛДФ)	132
3.4. Соединения и структурные схемы фильтров	137
3.5. Устойчивость ЛДФ	145
3.6. Частотная характеристика ЛДФ	147
3.7. Минимально-фазовые системы. Фазовые звенья	155

3.8. Нахождение отклика фильтра с использованием БПФ	161
3.9. Многоскоростная обработка сигналов	164
3.10. Изменение частоты дискретизация сигналов при помощи полифазных фильтров	170
3.11. Эффекты квантования в цифровых системах	177
3.12. Согласованный дискретный фильтр	187
3.13. Линейная дискретная система как генератор случайных сигналов. Полусная модель сигналов	194
3.14. Фильтр Калмана	199
Глава 4. Введение в методы синтеза цифровых фильтров	206
4.1. Этапы разработки цифровых фильтров	206
4.2. КИХ-фильтры с линейной фазой. Синтез КИХ-фильтров методом частотной выборки	212
4.3. Оконный метод синтеза КИХ-фильтров	221
4.4. Синтез оптимальных КИХ-фильтров	232
4.5. Специальные КИХ-фильтры: преобразователь Гильберта и цифровой дифференциатор	241
4.6. Основные характеристики аналоговых линейных систем и их связь с характеристиками ЛДС	250
4.7. Синтез БИХ-фильтров по аналоговым прототипам	256
4.8. Синтез БИХ-фильтров методом инвариантности импульсной характеристики	268
4.9. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования	273
4.10. Выбор структуры для реализации фильтра	280
4.11. Адаптивная фильтрация. Фильтр Винера	286
Глава 5. Основы прикладной теории информации	299
5.1. Мера количества информации для дискретного источника сообщений без памяти	299
5.2. Основные теоремы о кодировании источника без памяти	305
5.3. Эффективное кодирование дискретного источника без памяти по методам Шэннона – Фано и Хаффмана	315
5.4. Кодирование длин серий	321
5.5. Арифметическое кодирование	324
5.6. Условная энтропия	333
5.7. Кодирование дискретного источника с памятью	337
5.8. Статистическое моделирование источника	344
5.9. Непрерывный источник сообщений. Дифференциальная энтропия	345
5.10. Передача дискретного сообщения по каналу с помехами	349
5.11. Словарные методы кодирования	356

Глава 6. Применение дискретных ортогональных преобразований для компрессии и спектрального анализа сигналов	363
6.1. Корреляция как мера статистической зависимости данных. Преобразование Карунена – Лоэва	363
6.2. Эффективность использования дискретных ортогональных преобразований для кодирования коррелированных данных	369
6.3. ДПФ в вещественной форме. Дискретное преобразование Хартли	376
6.4. Дискретное косинусное преобразование (ДКП)	378
6.5. Компрессия изображений на основе двумерного ДКП	386
6.6. Дискретное псевдокосинусное преобразование	392
6.7. Оптимизация алгоритмов сжатия данных с потерями	401
6.8. Аппроксимационный подход к выбору преобразований для кодирования дискретных сигналов. Частотная трактовка	408
6.9. Время-частотный анализ. Оконное преобразование Фурье	412
6.10. Использование ДПФ для спектрального анализа	419
Глава 7. Вейвлет-преобразования и их приложения для обработки дискретных сигналов	429
7.1. Кратно-масштабный анализ (КМА)	429
7.2. Проектирование функций на подпространства КМА	435
7.3. Вычисление дискретных вейвлет-преобразований (ДВП)	441
7.4. Квадратурно-зеркальные фильтры (КЗФ)	445
7.5. Свойства КЗФ	451
7.6. Построение масштабирующих функций и вейвлетов по масштабирующим уравнениям	458
7.7. Вейвлеты Добеши	462
7.8. Биортогональные вейвлет-преобразования	468
7.9. Применение дискретных вейвлет-преобразований для сжатия сигналов	472
7.10. Подавление шумов фильтрацией в базисе дискретных вейвлет-преобразований	476
7.11. Двумерные дискретные вейвлет-преобразования	479
7.12. Метод сжатия цифровых изображений JPEG 2000	487
7.13. Вейвлет-пакеты	494
7.14. Вычисление ДВП по схеме лифтинга	504
Заключение	522
Литература	523