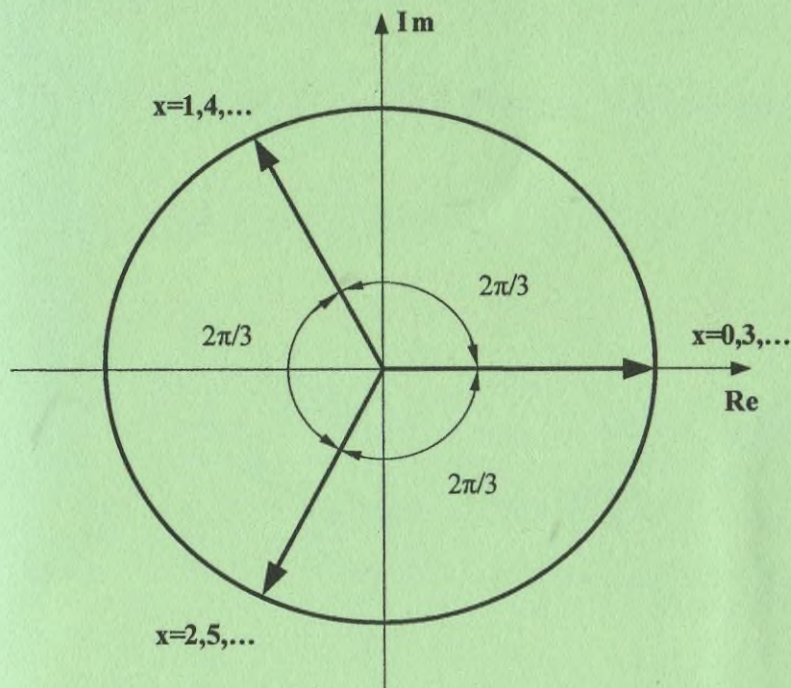


В.Я. Жуйков, Т.А. Терещенко, Ю.С. Петергеря

**ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ  
СИГНАЛОВ НА КОНЕЧНЫХ ИНТЕРВАЛАХ  
ВОРИЕНТИРОВАННОМ БАЗИСЕ**



Киев  
«Аверс»  
2004

Министерство образования и науки Украины  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Жуйков В. Я., Терещенко Т. А., Петергеря Ю. С.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ  
СИГНАЛОВ НА КОНЕЧНЫХ ИНТЕРВАЛАХ В  
ОРИЕНТИРОВАННОМ БАЗИСЕ**

**Киев**  
«Аверс»  
2004

УДК 621.3.011:621.314

ББК 32. 965

Ж 81

Рецензенты: А. В. Кириленко, д.т.н., чл.-корр. НАН Украины (Институт электродинамики НАНУ), Сокол Е. И., д.т.н., проф. (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»)

Утверждено к печати ученым Советом факультета электроники Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», протокол №4/04 от 27 апреля 2004 г.

Ж 81 Преобразования дискретных сигналов на конечных интервалах в ориентированном базисе / Жуйков В. Я., Терещенко Т. А., Петергеря Ю. С. - К.: Аверс, 2004. - 274 с.  
ISBN 966-96276-7-2

Монография посвящена новым преобразованиям дискретных функций, определенных на конечных интервалах времени, оперирующих как с циклической, так и с  $m$ -сверткой. Новые преобразования позволяют получить более простые формулы для нахождения оригиналов и изображений, что обуславливает повышенное быстродействие при программной реализации.

Монография предназначена для специалистов, работающих в области разработки систем управления силовыми электронными устройствами и цифровой обработкой информации, а также для студентов старших курсов соответствующих специальностей.

Ил. 80 Табл. 35 Библиогр. 38

Монография присвячена новим перетворенням дискретних функцій, визначених на кінцевих інтервалах часу, які оперують як з циклічною, так і з  $m$ -згортокою. Нові перетворення дозволяють отримати більш прості формули для знаходження оригіналів та зображень, що обумовлює підвищену швидкодію при програмній реалізації.

Монография предназначена для спеціалістів, які працюють в області розробки систем керування електронними пристроями та цифрової обробки інформації, а також для студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

ISBN 966-96276-7-2

© В. Я. Жуйков, Т. А. Терещенко,  
Ю. С. Петергеря, 2004

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
Глава 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ НА КОНЕЧНЫХ ИНТЕРВАЛАХ	12
1.1. Дискретные сигналы на конечных интервалах	12
1.2. Основные определения абстрактной алгебры	15
1.3. Модулярные операции	22
1.4. Эволюция представления о ряде Фурье	26
1.5. Типы сдвигов на конечных интервалах	31
1.6. Свертки на конечных интервалах и их взаимосвязь	34
1.6.1. Виды дискретных сверток	34
1.6.2. Взаимосвязь $m$ -свертки с линейной.	38
1.6.3. Взаимосвязь $m$ -свертки с циклической	46
1.7. Преобразования дискретных функций на конечных интервалах	49
Глава 2 ОРИЕНТАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДИСКРЕТНЫХ ФУНКЦИЙ НА КОНЕЧНЫХ ИНТЕРВАЛАХ	58
2.1. Графическая интерпретация базисных функций	58
2.2. Ориентация преобразований функций действительного аргумента	63
2.3. Ориентация преобразований функций комплексного аргумента	65
Глава 3 СИММЕТРИЧНЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ОПЕРИРУЮЩИЕ С $m$ -СВЕРТКОЙ	66
3.1. Одномерное СКИ-преобразование	66
3.1.1. Определение преобразования	66
3.1.2. Система базисных функций	68
3.1.3. Рекуррентные матричные формы базисных функций	76
3.1.4. Основные теоремы спектрального анализа.	81

3.1.5. Энергетические характеристики дискретных сигналов	105
3.1.6. Примеры дискретных преобразований	106
3.2. Обобщенное СКИ-преобразование для произвольного интервала	115
3.3. Многомерное СКИ-преобразование	118
3.4. Основные свойства многомерного и обобщенного СКИ-преобразования	122
3.4.1. Свойства базисных функций многомерного и обобщенного СКИ- преобразования.	122
3.4.2. Основные теоремы спектрального анализа для обобщенного (или многомерного) СКИ-преобразования.	123
 Глава 4 НЕСИММЕТРИЧНЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ОПЕРИРУЮЩИЕ С $t$ -СВЕРТКОЙ	 126
4.1. Одномерное ОБ-преобразование	126
4.1.1. Определение преобразования в ориентированном базисе.	126
4.1.2 Свойства ОБ-преобразования во временной области	131
4.1.3. Свойства преобразования в спектральной области	141
4.2. Многомерное ОБ-преобразование	157
 Глава 5 ДИСКРЕТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ОПЕРИРУЮЩИЕ С ЦИКЛИЧЕСКОЙ СВЕРТКОЙ	 163
5.1. Одномерное преобразование Хартли	163
5.1.1 .Определение преобразования Хартли.	163
5.1.2. Примеры дискретных преобразований	164
5.1.3. Свойства преобразования Хартли	167
5.2. Многомерное преобразование Хартли	170
5.3. Одномерное преобразование ОБ-Хартли	173
5.3.1. Определение ориентированного преобразования Хартли	173
5.3.2. Свойства преобразования ОБ-Хартли	177
5.4. Многомерное преобразование ОБ-Хартли	181

Глава 6 БЫСТРЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	184
6.1. Быстрое одномерное СКИ-преобразование	184
6.1.1. Построение алгоритмов быстрых преобразований на основе теорем удлинения и запаздывания	184
6.1.2. Построение алгоритмов быстрых преобразований на основе факторизации матриц базисных функций.	187
6.1.3. Оценка трудоемкости быстрых СКИ преобразований	191
6.2. Быстрые многомерные СКИ-преобразования	195
6.3. Практическая реализация быстрых СКИ-преобразований	198
6.3.1. Реализация быстрых СКИ-преобразований в системах с цифровым сигнальным процессором	198
6.3.2. Реализация быстрых СКИ-преобразований в системах с однокристалльным микроконтроллером.	200
6.3.3. Аппаратная реализация быстрых СКИ-преобразований в параллельно-вычислительных системах	207
6.4. Быстрые преобразования в ориентированном базисе	220
6.4.1. Построение одномерного ОБ-преобразования алгоритмов на основе теорем удлинения и запаздывания.	220
6.4.2. Построение одномерного ОБ-преобразования алгоритмов на основе факторизации матриц.	222
6.4.3. Быстрые многомерные ОБ-преобразования	225
6.5. Сравнение трудоемкости вычислений СКИ- и ОБ-преобразований	226
Глава 7 РЕШЕНИЕ РАЗНОСТНЫХ И $m$ -РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ	230
7.1 Передаточная функция и импульсная характеристика $m$ -цепи	230
7.2. Решение разностных уравнений с помощью $m$ -свертки	233
7.2.1. Решение стационарных разностных уравнений.	233
7.2.2. Решение нестационарных разностных уравнений	235

7.3. Приведение стационарных и нестационарных разностных уравнений к $m$ - разностным	233
7.4. Одновременное нахождение нескольких частных решений разностных уравнений	241
<b>Глава 8 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>247</b>
8.1. Области применения дискретных преобразований	247
8.2. Передача сигналов в условиях помех	249
8.3 Определение параметров несимметрии трехфазного напряжения	253
8.3.1. Параметры несимметрии трехфазного напряжения.	253
8.3.2.Определение коэффициента несимметрии системы трехфазных напряжений по СКИ-спектрам	255
8.3.3 Определение коэффициента несимметрии системы трехфазных напряжений по ОБ-спектрам.	260
8.4. Сравнительный анализ дискретных преобразований	264
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>272</b>