

УДК 621.391.26 (075)
621.391.3 (075)

В.Г. Иванова, А.И. Тяжев

Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры/ Под ред. д.т.н.,
профессора Тяжева А.И.

Рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 210402 «Средства связи с подвижными объектами»

Рецензент: Московский технический университет связи и информатики

Аннотация

В системах подвижной связи широко используются микропроцессоры для цифровой обработки сигналов (сигнальные процессоры), в учебном пособии «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры» в доступной форме изложен материал, описывающий процессы, происходящие в устройствах цифровой обработки сигналов (ЦОС). Описаны процессы дискретизации и квантования сигналов, приводятся сведения из теории Z-преобразования, быстрого преобразования Фурье, вейвлет-преобразований, обширный материал посвящен цифровым фильтрам, цифровым генераторам, фазорасщепителям, демодуляторам и т.д. Описана архитектура сигнальных процессоров и организация вычислений в них, приведены методики расчета различных устройств ЦОС и программы их расчета и моделирования.

Материал пособия содержит много рисунков, поясняющих происходящие в устройствах ЦОС процессы, а также временные диаграммы, графики и характеристики различных устройств ЦОС.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 210402 «Средства связи с подвижными объектами» направления подготовки дипломированных специалистов 210400 Телекоммуникации, оно также окажется полезным для аспирантов, магистрантов и инженерно-технических работников, специализирующихся в области разработки устройств ЦОС, для студентов специальностей 210405 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», 210302 «Радиотехника», 210403 «Защищенные системы связи», 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы».

Оглавление

Введение.....	
1.Области применения цифровой обработки.....	
2.Классификация сигналов.....	
3. Виды и системы обработки сигналов.....	
4.Элементная база цифровой обработки сигналов.....	
5. Преимущества и недостатки ЦОС по сравнению с аналоговой обработкой....	
1.Дискретизация непрерывных сигналов.....	
1.1.Спектр дискретной косинусоиды. Эффект размножения спектра.....	
1.2.Дискретизация периодического аналогового сигнала с ограниченным спектром. Эффект наложения спектров. Выбор частоты дискретизации.....	
1.3.Дискретизация аperiodических аналоговых сигналов.....	
1.4. Дискретизация узкополосных модулированных сигналов.....	
1.5. Прореживание и интерполяция дискретных сигналов.....	
2.Квантование дискретных сигналов.....	
2.1.Квантование с равномерным шагом (линейное квантование).....	
2.2.Квантователи с переменным шагом квантования (нелинейные квантователи)	
3. Цифровые фильтры.....	
3.1. Свойства Z-преобразования.....	
3.2.Импульсная характеристика цифрового фильтра. Понятие о рекурсивных и нерекурсивных цифровых фильтрах, БИХ- и КИХ- фильтрах.....	
3.3. Определение выходного сигнала фильтра по входному сигналу и импульсной характеристике.....	
3.4. Системная функция цифрового фильтра. Формы программной реализации фильтра.....	
3.5.Частотная характеристика цифрового фильтра.....	
3.6. Цифровой резонатор.....	
3.7. Однородный фильтр.....	
3.8. Треугольный фильтр.....	
3.9.Устойчивость цифровых фильтров.....	
3.10. Коэффициенты системной функции устойчивого звена второго порядка....	
3.11. Нерекурсивный фильтр с линейной ФЧХ.....	
3.12. Синтез нерекурсивного фильтра с линейной ФЧХ методом ряда Фурье и «окна».....	
3.13. Синтез фильтров с линейной ФЧХ и АЧХ, описываемой функцией без разрывов, методом ряда Фурье.....	
3.14.Расчет нерекурсивных цифровых фильтров с рельефной АЧХ методом наименьших квадратов.....	
3.15. Метод наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации.....	
3.16. Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом билинейного Z – преобразования.....	

3.17. Расчет рекурсивных цифровых резонаторов второго порядка.....	
3.18. Расчет взаимно расстроенной пары цифровых резонаторов.....	
3.19. Определение разрядности АЦП и ЦАП при заданных отношениях сигнал-шум на выходах аналогового и цифрового фильтров.....	
3.20. Определение разрядности АЦП по шумам квантования и требованиям к АЧХ фильтра.....	
3.21. Определение разрядности регистров.....	
4. Цифровые фазорасщепители, генераторы и преобразователи частоты...	
4.1. Нерекурсивные 90-градусные фазорасщепители.....	
4.2. Всепропускающая цифровая цепь.....	
4.3. Рекурсивный 90 – градусный фазорасщепитель.....	
4.4. Генераторы пилообразных, прямоугольных, треугольных и трапецеидальных колебаний.....	
4.5. Косинусно-синусные генераторы.....	
4.5.1. Косинусно-синусный генератор с полиномиальной аппроксимацией отсчетов выходных колебаний.....	
4.5.2. Косинусно-синусный генератор с табличной организацией отсчетов выходных колебаний.....	
4.6. Преобразователи частоты.....	
5. Цифровые детекторы.....	
5.1. Амплитудные детекторы.....	
5.1.1. Амплитудный детектор-выпрямитель.....	
5.1.2. Квадратурный амплитудный детектор с блоком извлечения квадратного корня.....	
5.1.3. Синхронный амплитудный детектор с управляемым косинусно-синусным генератором.....	
5.1.4. Синхронный амплитудный детектор с узкополосным фильтром для выделения несущей.....	
5.2. Фазовые детекторы.....	
5.2.1. Фазовый детектор с выходным ФНЧ.....	
5.2.2. Квадратурный фазовый детектор.....	
5.2.3. Квадратурный фазовый детектор с пилообразной детекторной характеристикой.....	
5.3. Частотные детекторы.....	
5.3.1. Автокорреляционный частотный детектор с выходным ФНЧ.....	
5.3.2. Квадратурный автокорреляционный частотный детектор.....	
5.3.3. Квадратурный автокорреляционный частотный детектор с внутренним амплитудным ограничением.....	
5.3.4. Частотный детектор на цифровой линии задержки.....	

5.3.5. Синхронно-фазовый частотный детектор.....	
6. Преобразование Фурье и вейвлет-преобразование.....	
6.1. Прямое дискретное преобразование Фурье.....	
6.2. Обратное дискретное преобразование Фурье.....	
6.3. Алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием во времени...	
6.4. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте.....	
6.5. Дискретное косинусное преобразование.....	
6.6. Вейвлет – преобразование.....	
6.6.1. Вейвлет - преобразование аналогового сигнала.....	
6.6.2. Дискретизация непрерывного вейвлет – преобразования.....	
6.6.3. Дискретное вейвлет-преобразование.....	
7. Формирователи и демодуляторы дискретных сигналов.....	
7.1. Цифровой формирователь сигнала бинарной фазоразностной манипуляции (DBPSK).....	
7.1.1. Укрупненный алгоритм формирования сигнала DBPSK.....	
7.1.2. Нерекурсивный ФНЧ с АЧХ вида «приподнятый косинус».....	
7.1.3. Формирование несущей и выходного сигнала.....	
7.2. Автокорреляционный демодулятор сигнала DBPSK.....	
7.2.1. Укрупненный алгоритм функционирования демодулятора.....	
7.2.2. Автокорреляционный детектор.....	
7.2.3. Узел синхронизации.....	
7.2.4. Интегратор и формирователь элементарных посылок.....	
7.3. Когерентный демодулятор сигнала DBPSK.....	
7.3.1. Укрупненный алгоритм функционирования когерентного демодулятора...	
7.3.2. Фазовый детектор и формирователь опорных колебаний.....	
7.4. Цифровой формирователь сигнала квадратурной (четырёхпозиционной) фазоразностной манипуляции DQPSK.....	
7.5. Автокорреляционный демодулятор сигнала DQPSK.....	
7.6. Когерентный демодулятор сигнала DQPSK.....	
7.7. Демодуляторы многочастотных сигналов относительной фазовой манипуляции.....	
7.8. Формирователь сигнала минимальной частотной манипуляции.....	
7.9. Автокорреляционный демодулятор сигналов МЧМ и гауссовской МЧМ.....	
8. Архитектура сигнальных процессоров.....	
8.1. Укрупнённая функциональная схема сигнального процессора.....	
8.2. Ядро процессора семейства ADSP2181.....	
8.2.1. Арифметико-логическое устройство.....	
8.2.2. Аппаратный умножитель-аккумулятор.....	
8.2.3. Устройство сдвига.....	
8.2.4. Генератор адресов команд.....	
8.2.5. Генераторы адресов данных.....	

8.3. Укрупнённая функциональная схема процессора TMS320C64xx. Ядро процессора.....	
8.4. Память программ и память данных.....	
8.5. Периферийные устройства.....	
8.5.1. Контроллер прямого доступа к памяти.....	
8.5.2. Многоканальный буферизированный последовательный порт.....	
8.5.3. Блок входов/выходов общего назначения.....	
8.5.4. Хост-интерфейс.....	
8.5.5. Таймеры.....	
8.5.6. Режимы пониженного энергопотребления.....	
9. Данные и их организация в процессоре.....	
9.1. Коды представления двоичных чисел в процессоре.....	
9.1.1. Перевод положительных десятичных чисел в двоичную систему счисления.....	
9.1.2. Прямой и дополнительный коды представления двоичных чисел.....	
9.1.3. Перевод целого числа со знаком, представленного в дополнительном двоичном коде, в десятичную систему счисления.....	
9.1.4. Перевод дробного числа со знаком, представленного в дополнительном двоичном коде, в десятичную систему счисления.....	
9.2. Организация данных в процессоре.....	
9.2.1. Формы и форматы представления данных в процессоре.....	
9.2.2. Представление чисел с фиксированной точкой.....	
9.2.3. Представление чисел с плавающей точкой.....	
10. Система команд и адресация данных.....	
10.1. Формат и структура слова команды.....	
10.2. Непосредственная и прямая адресации данных.....	
10.3. Косвенная адресация.....	
10.4. Адресация циклического буфера данных.....	
10.5. Организация циклических буферов в процессорах TMS320Cxxx.....	
10.6. Основные типы команд процессора.....	
10.6.1. Команды пересылок.....	
10.6.2. Команды арифметических операций.....	
10.6.2.1. Сложение и вычитание.....	
10.6.2.2. Умножение и умножение с накоплением.....	
10.6.2.3. Команды арифметического сдвига.....	
10.6.2.4. Дополнительный набор арифметических команд.....	
10.6.3. Команды логических операций.....	
10.6.4. Команды бит-манипуляций.....	
10.6.5. Команды управления.....	

Приложение 1. Программа синтеза ФНЧ с линейной ФЧХ и АЧХ, задаваемой функцией без разрывов, методом ряда Фурье.....	
Приложение 2. Программа синтеза 90-градусного рекурсивного фазорасщепителя на N всепропускающих цепях.....	
Приложение 3. Ряд и интеграл Фурье.....	
Приложение 4. Расчёт фильтра нижних частот типа «приподнятый косинус» в программной среде Mathcad.....	
Приложение 5. Расчет гауссовского фильтра нижних частот в программной среде Mathcad.....	

ЭБС ИШУТМ