

УДК 621.391:621.317(075.8)

ББК 32.811.3я73

А18

Авдеева Д.К.

А18 Преобразование измерительных сигналов: учебное пособие / Д.К. Авдеева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 128 с.

ISBN 978-5-98298-952-9

В пособии изложены теоретические положения преобразования измерительных сигналов, которые являются основой для построения любых средств измерения с применением как традиционных, так и современных информационных технологий. Представлены модели сигналов, различные преобразования сигналов, теория модуляции сигналов, дискретизация, кодирование и восстановление сигналов, масштабно-временное преобразование сигналов.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 200106 «Информационно-измерительная техника и технологии» направления подготовки 200100 «Приборостроение».

УДК 621.391:621.317(075.8)

ББК 32.811.3я73

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТУСУРа

Г.В. Смирнов

Доктор технических наук, профессор ТУСУРа

А.А. Светлаков

ISBN 978-5-98298-952-9

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011

© Авдеева Д.К., 2011

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ И ИХ МОДЕЛИ	4
1.1. Классификация измерительных сигналов	4
1.2. Описание измерительных сигналов посредством математических моделей	8
Вопросы	10
Глава 2. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ И КВАЗИДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ	11
2.1. Основные характеристики детерминированных и квазидетерминированных сигналов	11
2.2. Фурье-преобразование периодических сигналов	14
2.3. Интегральное преобразование Фурье	18
2.3.1. Спектры одиночных импульсных сигналов	19
2.3.2. Спектры непериодических переходных сигналов	21
2.4. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	22
2.5. Преобразование Гильберта	25
2.6. Свойства преобразования Фурье	30
2.7. Вейвлет-анализ	31
Вопросы	33
Глава 3. СЛУЧАЙНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ	35
3.1. Виды случайных сигналов и их основные характеристики	35
3.2. Характеристики стационарных и эргодических сигналов	37
3.3. Корреляционный анализ случайных сигналов	39
3.4. Спектральный анализ случайных сигналов. Энергетические спектры	42
3.5. Совместные и условные характеристики случайных сигналов	44
3.6. Преобразование Гильберта случайных сигналов	46
Вопросы	46
Глава 4. МОДУЛИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ	48
4.1. Носители и виды модуляции	48
4.2. Модуляция гармонического сигнала	51
4.2.1. Амплитудная модуляция	51
4.2.2. Частотная и фазовая модуляции	52
4.3. Амплитудно-импульсная модуляция	56
4.4. Паразитная модуляция и помехоустойчивость	58
4.5. Статистические характеристики сигнала и помехи	60
Вопросы	63

Глава 5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ЗВЕНЬЯМИ	64
5.1. Типы измерительных звеньев	64
5.2. Метод интеграла Дюамеля	65
5.3. Преобразование Лапласа	70
5.4. Частотные характеристики измерительных сигналов	71
5.5. Метод сигнальных графов	72
Вопросы	75
Глава 6. ДИСКРЕТИЗИРОВАННЫЕ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ	77
6.1. Дискретизация сигналов	77
6.2. Восстанавливаемые из дискретизированных измерительные сигналы	79
6.2.1. Ряд В.А. Котельникова	79
6.2.2. Восстановление сигналов степенными полиномами	86
6.3. Суммарная случайная погрешность квантования и аппроксимации	91
6.4. Кодирование, системы счисления и цифровые коды	94
6.5. Способ измерения сигналов произвольной формы в присутствии случайных шумов	98
Вопросы	112
Глава 7. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	113
7.1. Масштабное преобразование сигналов	113
7.2. Масштабно-временное преобразование сигналов	116
7.3. Фильтрация сигналов	119
7.4. Цифровые фильтры	121
Вопросы	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	125