

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ



ОСНОВЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ



Марченко А. Л.
Марченко Е. А.

2-е издание

Содержание

Введение	3
Тема 1. Элементы общей теории сигналов	6
1.1. Понятия: информация, сообщение, сигнал	6
1.1.1. Информация	6
1.1.2. Сообщение и сигнал	8
1.2. Обращение информации в системах	9
1.2.1. Классификация технических систем	9
1.2.2. Адаптированная автоматическая система управления объектом	10
1.2.3. Цифровая система записи и воспроизведения аудиосиг- нала с компакт-диска	11
1.2.4. Устройства и методы обработки сигналов	12
1.3. Классификация сигналов	14
1.3.1. Классификация сигналов во временной области	14
1.3.2. Классификация сигналов в частотной области	17
1.4. Классификация электрических цепей	18
1.5. Математические модели и характеристики сигналов	22
1.5.1. Математические модели сигналов	22
1.5.2. Характеристики сигналов	25
<i>Вопросы к теме 1</i>	38
Тема 2. Виды представления сигналов. Элементарные сигналы	39
2.1. Понятия: представление, преобразование, кодирование, декодирование сигналов	39
2.2. Виды представления сигналов	41
2.2.1. Описание сигналов временными функциями	41
2.2.2. Описание сигналов ортогональными рядами	44
2.2.3. Интегральное представление сигналов	46
2.2.4. Описание детерминированных сигналов с помощью комплексных функций	48
2.2.5. Частотно-временное представление сигналов	51
2.2.6. Векторное представление сигналов	55
2.3. Элементарные сигналы	58

2.3.1. Единичная ступенчатая функция	58
2.3.2. Единичный импульсный сигнал	59
2.3.3. Гармонический сигнал (гармоническое колебание)	62
2.4. Переходная и импульсная функции цепи	64
2.4.1. Переходная функция цепи	64
2.4.2. Импульсная функция цепи	66
2.5. Импульсные сигналы. Интеграл суперпозиции	69
2.5.1. Определение реакции цепи при входном сигнале несложной формы	70
2.5.2. Определение реакции цепи посредством переходной функции цепи	71
2.5.3. Определение выходного сигнала цепи посредством импульсной функции	75
<i>Вопросы к теме 2</i>	80
Тема 3. Периодические сигналы	81
3.1. Представление периодических несинусоидальных сигналов рядом Фурье	81
3.1.1. Формы записи ряда Фурье	81
3.1.2. Свойства сигналов, обладающих симметрией	85
3.1.3. Амплитудный и фазовый спектры периодических несинусоидальных сигналов	86
3.2. Таблица некоторых разложений в ряд Фурье	94
3.3. Расчет токов линейных цепей при периодическом несинусоидальном напряжении на входе	96
3.4. Средние и действующие значения периодических несинусоидальных тока, напряжения, ЭДС	98
3.4.1. Средние значения периодических несинусоидальных тока, напряжения и ЭДС	98
3.4.2. Действующие периодические несинусоидальные ток, напряжение и ЭДС	98
3.5. Мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях	102
3.6. Распределение мощности в спектрах периодических сигналов	103
3.7. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные напряжение, ток и ЭДС	104
<i>Вопросы к теме 3</i>	106
Тема 4. Финитные сигналы	108
4.1. Спектральное представление финитных сигналов	108
4.2. Частотные спектры одиночных сигналов	112

4.2.1. Частотные спектры дельта-функции	112
4.2.2. Частотные спектры одиночного прямоугольного видеоимпульса	115
4.2.3. Частотные спектры последовательности импульсов	117
4.2.4. Спектр прямоугольного радиоимпульса (ограниченной синусоиды)	118
4.2.5. Спектр колоколообразного (гауссова) видеоимпульса ..	119
4.2.6. Спектры видеоимпульса типа $\sin x/x$	120
4.3. Прохождение финитного сигнала через линейную цепь ..	122
4.3.1. Спектральный метод	122
4.3.2. Понятие о неискажающей цепи	124
4.3.3. Прохождение сигнала через линейную систему с ограниченной полосой пропускания	126
4.4. Распределение энергии в спектре финитного сигнала	130
4.4.1. Теорема Релея	130
4.4.2. Практическая ширина спектра	132
4.5. Корреляционные функции детерминированных сигналов ..	133
4.5.1. Соотношение Винера–Хинчина	133
4.5.2. Взаимная корреляционная функция	137
4.5.3. Соотношение между корреляционной функцией и энергетическим спектром сигнала	138
<i>Вопросы к теме 4</i>	140
Тема 5. Модулированные сигналы	142
5.1. Модуляция и модулированные сигналы	142
5.2. Амплитудно-модулированные сигналы	145
5.2.1. Тональная амплитудная модуляция	145
5.2.2. Многотональная амплитудная модуляция	149
5.2.3. Амплитудно-манипулированные сигналы	151
5.2.4. Балансная амплитудная манипуляция	153
5.2.5. Амплитудно-импульсная модуляция	154
5.3. Частотно- и фазо-модулированные сигналы	158
5.3.1. Частотно-модулированные сигналы	158
5.3.2. Фазо-частотная модуляция	163
5.3.3. ФМ сигнал с модуляцией меандром	164
5.3.4. Достоинства и недостатки угловой модуляции	165
<i>Вопросы к теме 5</i>	166
Тема 6. Кодированные сигналы	168
6.1. Описание кодированных сигналов	168
6.1.1. Амплитудно-кодированные сигналы	170

6.1.2. Частотно-кодированные сигналы	171
6.1.3. Фазо-кодированные сигналы	172
6.2. Кодирование сообщений при передаче по дискретному каналу с помехами	174
6.2.1. Теорема Шеннона и ее обсуждение	174
6.2.2. Кодовое расстояние Хемминга и принципы использования избыточности	175
6.2.3. Разновидности помехоустойчивых кодов	177
6.2.4. Простейшие помехоустойчивые коды	179
6.3. Кодирование как средство криптографического закрытия информации	180
6.3.1. Принципы кодирования и декодирования информации ..	181
6.3.2. Понятие односторонней функции	181
6.3.3. Система (с открытым ключом) Диффи–Хеллмана	185
6.3.4. Стандарты на электронную (цифровую) подпись	186
6.3.5. Криптографические системы на эллиптических кривых ..	187
6.3.6. Защита информации в беспроводных сетях связи	189
<i>Вопросы к теме 6</i>	194
Тема 7. Дискретные и цифровые сигналы	196
7.1. Дискретизация, квантование и кодирование сигналов	196
7.2. Равномерная дискретизация. Теорема Котельникова.....	202
7.3. Физическая интерпретация теоремы Котельникова. Практические ограничения и их преодоление	207
7.4. Математическое представление дискретных и цифровых сигналов	212
7.5. Дискретная импульсная и переходная характеристики цифровой системы	216
7.6. Построение нерекурсивных и рекурсивных цифровых фильтров	218
7.6.1. Построение нерекурсивных фильтров и их характеристики	218
7.6.2. Построение рекурсивных фильтров и их характеристики	221
7.7. Анализ дискретных сигналов и систем методом z -преобразования	223
7.7.1. Свойства z -преобразования	225
7.7.2. Передаточная функция цифровой системы	226
7.7.3. Нули и полюсы системной функции цифровой системы ..	227
7.7.4. Связь коэффициентов системной функции и разностного уравнения цифровой системы	228

7.8. Частотные характеристики цифровых фильтров	229
7.9. Моделирование дискретных сигналов в частотной области	232
7.9.1. Дискретное преобразование Фурье	233
7.9.2. Быстрое преобразование Фурье.....	236
7.9.3. Математическая модель цифрового сигнала в частотной области.....	236
7.10. Круговая (периодическая) свертка дискретных сигналов .	240
<i>Вопросы к теме 7</i>	242
Тема 8. Случайные процессы (сигналы)	244
8.1. Характеристики случайных процессов	244
8.2. Моментные функции случайных процессов	247
8.2.1. Математическое ожидание и дисперсия случайных процессов	247
8.2.2. Корреляционные функции случайного процесса	249
8.3. Стационарные и эргодические случайные процессы.....	251
8.4. Частотный спектр случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса	257
8.5. Связь спектральной плотности средней мощности случайного процесса с его корреляционной функцией	260
8.6. Взаимная корреляционная функция и взаимная спектральная плотность мощности двух случайных процессов.....	263
8.6.1. Взаимная корреляционная функция	263
8.6.2. Взаимная спектральная плотность мощности.....	264
8.7. Прохождение случайных процессов через линейные электрические цепи	265
<i>Вопросы к теме 8</i>	278
Список литературы	279
Предметный указатель	281