

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для высших учебных заведений

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ



Теория сигналов электрической связи

Том 1



Детерминированные сигналы

А. И. Приходько

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Основные сведения о системах электрической связи	5
1.1. Информация, сообщение, сигнал.....	5
1.2. Система электрической связи	7
1.3. Искажения и помехи	11
1.4. Модуляция и демодуляция	14
1.5. Основные характеристики системы связи	19
1.5.1. Помехоустойчивость и достоверность	20
1.5.2. Энергетическая и спектральная эффективность	23
1.6. Литература.....	24
Глава 2. Основные модели и характеристики детерминированных сигналов	26
2.1. Основные модели детерминированных сигналов	26
2.1.1. Энергетические и мощностные сигналы.....	26
2.1.2. Периодические сигналы	30
2.1.3. Видеосигналы и радиосигналы	33
2.1.4. Единичная импульсная функция, единичная ступенчатая функция и функция знака.....	36
2.2. Характеристики уровня и эффективная длительность сигналов.....	44
2.2.1. Характеристики уровня сигналов	44
2.2.2. Эффективная длительность сигналов.....	50
2.3. Геометрическое представление сигналов.....	57
2.3.1. Характеристики векторов в евклидовом пространстве	58
2.3.2. Характеристики сигналов в гильбертовом пространстве	60
2.4. Литература.....	70

Глава 3. Спектральный анализ сигналов.....	71
3.1. Спектральный анализ периодических сигналов	71
3.1.1. Тригонометрический ряд Фурье.....	71
3.1.2. Комплексный ряд Фурье	73
3.2. Спектральный анализ непериодических сигналов	86
3.2.1. Преобразование Фурье	86
3.2.2. Свойства преобразования Фурье.....	91
3.2.3. Скорость убывания амплитудного спектра сигнала с возрастанием частоты.....	98
3.2.4. Спектры неинтегрируемых сигналов.....	114
3.2.5. Метод приведения к импульсным функциям	119
3.2.6. Формулы суммирования Пуассона	123
3.3. Прохождение детерминированных сигналов через линейные стационарные системы.....	124
3.3.1. Анализ во временной области	126
3.3.2. Анализ в частотной области	129
3.4. Литература.....	140
Глава 4. Корреляционно-спектральный анализ сигналов...	142
4.1. Корреляционные функции и спектральные плотности энергии энергетических сигналов	142
4.1.1. Автокорреляционная функция и спектральная плотность энергии сигнала.....	142
4.1.2. Взаимная корреляционная функция, взаимная спектральная плотность энергии и коэффициент корреляции сигналов	157
4.2. Эффективная ширина спектра и база энергетических сигналов	169
4.2.1. Методы оценки эффективной ширины спектра сигналов.....	170
4.2.2. База сигналов	186
4.3. Корреляционные функции и спектральные плотности мощности периодических сигналов	195

4.3.1. Автокорреляционная функция и спектральная плотность мощности сигнала	195
4.3.2. Взаимная корреляционная функция и взаимная спектральная плотность мощности сигнала	203
4.4. Литература.....	206
Глава 5. Аналого-цифровое преобразование непрерывных сигналов	209
5.1. Дискретизация непрерывных сигналов во времени	209
5.1.1. Теорема Котельникова	209
5.1.2. Доказательство теоремы Котельникова	212
5.1.3. Спектр дискретизированного сигнала	214
5.1.4. Практическое применение теоремы Котельникова	217
5.2. Квантование непрерывных сигналов по уровню	219
5.2.1. Равномерное квантование	220
5.2.2. Защищенность от шума равномерного квантования	225
5.2.3. Неравномерное квантование	238
5.2.4. Защищенность от шума неравномерного квантования	245
5.3. Кодирование квантованных сигналов	250
5.3.1. Натуральный двоичный код	251
5.3.2. Код Грея	252
5.3.3. Симметричный двоичный код	255
5.4. Литература.....	258
Глава 6. Узкополосные сигналы.....	260
6.1. Комплексное представление узкополосных сигналов	260
6.1.1. Определение узкополосного сигнала во временной и частотной области	260
6.1.2. Комплексный сигнал и комплексная огибающая вещественного сигнала.....	262
6.1.3. Соотношения между характеристиками комплексного сигнала и комплексной огибающей	265

6.1.4. Соотношения между спектральными характеристиками узкополосного сигнала, комплексного сигнала и комплексной огибающей .	267
6.1.5. Соотношения между спектральными характеристиками комплексной огибающей и квадратурных составляющих сигнала	270
6.1.6. Соотношения между корреляционными характеристиками узкополосного сигнала, комплексного сигнала и комплексной огибающей .	278
6.1.7. Полосовые сигналы.....	283
6.2. Преобразование Гильберта и его свойства	288
6.2.1. Преобразование Гильберта во временной области .	289
6.2.2. Преобразование Гильберта в частотной области	290
6.2.3. Свойства преобразования Гильберта.....	292
6.3. Аналитический сигнал и его свойства	309
6.3.1. Определение аналитического сигнала.....	309
6.3.2. Свойства аналитического сигнала.....	313
6.3.3. Соотношения между корреляционно-спектральными характеристиками аналитического и вещественного сигналов	320
6.4. Прохождение узкополосных сигналов через узкополосные линейные стационарные системы	337
6.4.1. Низкочастотный эквивалент узкополосной линейной стационарной системы.....	337
6.4.2. Соотношения вход – выход для узкополосной системы.....	340
6.5. Литература.....	345
Приложение	348
П.1. Справочные формулы	348
П.2. Единичная импульсная функция (дельта-функция Дирака).....	349
П.3. Единичная ступенчатая функция (функция Хевисайда) .	350
П.4. Функция знака (сигнум-функция)	350
П.5. Преобразование Фурье.....	350

П.6. Свойства преобразования Фурье	352
П.7. Преобразование Фурье неинтегрируемых сигналов	354
П.8. Преобразование Гильберта.....	355
П.9. Свойства преобразования Гильберта	356