

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ



Теория сигналов электрической связи

Том 2



Случайные сигналы

А. И. Приходько

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Общие сведения о случайных сигналах	5
1.1. Определение, классификация и законы распределения вероятностей случайных сигналов	5
1.1.1. Основные определения.....	5
1.1.2. Одномерные законы распределения вероятностей и их свойства	7
1.1.3. Двумерные законы распределения вероятностей и их свойства	9
1.1.4. Многомерные законы распределения вероятностей и их свойства	12
1.1.5. Совместные законы распределения вероятностей	15
1.2. Характеристические функции случайных сигналов	15
1.2.1. Одномерная характеристическая функция и ее свойства.....	15
1.2.2. Многомерные характеристические функции.....	17
1.3. Моментные функции случайных сигналов	22
1.3.1. Математическое ожидание и его свойства.....	23
1.3.2. Дисперсия и ее свойства	24
1.3.3. Автоковариационная функция и ее свойства	25
1.3.4. Автокорреляционная функция и ее свойства	30
1.3.5. Взаимная корреляция	34
1.4. Дифференцирование и интегрирование случайных сигналов	35
1.4.1. Непрерывность случайных сигналов.....	36
1.4.2. Дифференцирование случайных сигналов.....	36
1.4.3. Интегрирование случайных сигналов	37
1.4.4. Прохождение случайных сигналов через линейные стационарные системы (временная область)	38

1.5. Двухчастотные спектральные плотности энергии случайных сигналов	40
1.5.1. Спектральная плотность случайного сигнала.....	40
1.5.2. Двухчастотная спектральная плотность энергии и ее свойства	41
1.5.3. Прохождение случайных сигналов через линейные стационарные системы (частотная область).....	46
1.6. Литература.....	47
Глава 2. Основные классы и модели случайных сигналов ...	49
2.1. Стационарные случайные сигналы.....	49
2.1.1. Стационарные в узком смысле случайные сигналы.....	49
2.1.2. Стационарные в широком смысле случайные сигналы.....	51
2.1.3. Корреляционные характеристики стационарных случайных сигналов	58
2.1.4. Спектральные характеристики стационарных случайных сигналов.....	60
2.1.5. Дифференцирование и интегрирование стационарных случайных сигналов	67
2.1.6. Характеристики уровня стационарных случайных сигналов.....	72
2.1.7. Интервал корреляции и эффективная ширина спектра стационарных случайных сигналов	78
2.1.8. Совместно стационарные случайные сигналы	84
2.1.9. Прохождение стационарных случайных сигналов через линейные стационарные системы	87
2.2. Периодически стационарные случайные сигналы	94
2.2.1. Периодическая стационарность	94
2.2.2. Рандомизация задержки (фазы) сигнала	99
2.3. Гауссовские и марковские случайные сигналы	108
2.3.1. Гауссовские случайные сигналы.....	108
2.3.2. Свойства гауссовских случайных сигналов.....	109
2.3.3. Марковские случайные сигналы	131

2.3.4. Гауссовские марковские случайные сигналы.....	136
2.4. Эргодические случайные сигналы	140
2.4.1. Эргодичность относительно математического ожидания	140
2.4.2. Эргодичность относительно дисперсии	147
2.4.3. Эргодичность относительно ковариационной функции.....	153
2.5. Литература.....	163
Глава 3. Представления случайных сигналов.....	165
3.1. Представление случайных сигналов рядами по ортогональным функциям.....	165
3.1.1. Обобщенный ряд Фурье.....	165
3.1.2. Разложение Карунена – Лозва.....	167
3.1.3. Разложение в ряд Котельникова	200
3.2. Комплексное и квазигармоническое представление стационарных случайных сигналов	204
3.2.1. Преобразование Гильберта и комплексный стационарный случайный сигнал.....	204
3.2.2. Корреляционные и спектральные характеристики вещественных и комплексных сигналов	205
3.2.3. Квазигармоническое представление стационарных случайных сигналов	210
3.2.4. Корреляционные и спектральные характеристики квадратурных составляющих	214
3.3. Литература.....	223
Глава 4. Узкополосные случайные сигналы.....	225
4.1. Комплексное представление узкополосных стационарных случайных сигналов	225
4.1.1. Определение узкополосного стационарного случайного сигнала во временной и частотной области	225
4.1.2. Статистические характеристики квадратурных составляющих во временной области.....	227

4.1.3. Соотношения между статистическими характеристиками комплексных и вещественных сигналов во временной области.....	229
4.1.4. Соотношения между статистическими характеристиками комплексных и вещественных сигналов в частотной области.....	232
4.1.5. Полосовые стационарные процессы	238
4.1.6. Комплексные процессы с круговой симметрией.....	247
4.1.7. Одномерные законы распределения огибающей и фазы узкополосного гауссовского случайного процесса.....	248
4.2. Комплексное представление узкополосных нестационарных случайных сигналов.....	258
4.2.1. Определение и статистические характеристики квадратурных составляющих узкополосного нестационарного случайного сигнала.....	258
4.2.2. Соотношения между статистическими характеристиками комплексных и вещественных сигналов.....	259
4.2.3. Разложение комплексных процессов с круговой симметрией в ряд Карунена – Лозва.....	268
4.3. Литература.....	272
Приложение	274
П.1. Справочные формулы	274
П.2. Единичная импульсная функция (дельта-функция Дирака).....	275
П.3. Единичная ступенчатая функция (функция Хевисайда).	276
П.4. Функция знака (сигнум-функция)	276
П.5. Преобразование Фурье.....	276
П.6. Свойства преобразования Фурье	278
П.7. Преобразование Фурье неинтегрируемых сигналов	280
П.8. Преобразование Гильберта	281
П.9. Свойства преобразования Гильберта	282