

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 | 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 |