

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Предисловие | 7 |
| Введение | 8 |
| 1. Математические модели детерминированных периодических сигналов | 17 |
| 1.1. Разложение произвольного сигнала по заданной системе функций..... | 18 |
| 1.2. Частотное представление детерминированных периодических сигналов..... | 21 |
| 1.3. Носители информации и виды модуляции..... | 26 |
| 1.4. Амплитудно-модулированный гармонический сигнал..... | 28 |
| 1.5. Частотно-модулированный гармонический сигнал..... | 30 |
| 1.6. Фазомодулированный гармонический сигнал..... | 32 |
| 1.7. Периодическая последовательность прямоугольных импульсов..... | 34 |
| 1.8. Амплитудно-модулированная периодическая последовательность импульсов..... | 37 |
| Задачи..... | 39 |
| 2. Математические модели детерминированных непериодических сигналов | 43 |
| 2.1. Гармонический анализ непериодических колебаний..... | 43 |
| 2.2. Сопоставление спектров периодических и соответствующих непериодических сигналов..... | 47 |
| 2.3. Свойства преобразования Фурье..... | 48 |
| 2.3.1. Сдвиг колебания во времени..... | 49 |
| 2.3.2. Инверсия сигнала..... | 50 |
| 2.3.3. Изменение масштаба времени..... | 50 |
| 2.3.4. Сдвиг спектра колебания по частоте..... | 51 |
| 2.3.5. Сложение колебаний..... | 52 |
| 2.3.6. Дифференцирование и интегрирование колебания..... | 52 |
| 2.3.7. Произведение колебаний..... | 53 |
| 2.3.8. Взаимная заменяемость ω и t в преобразовании Фурье..... | 54 |
| 2.4. Спектральная плотность одиночного прямоугольного импульса..... | 54 |
| 2.5. Спектральная плотность пачки прямоугольных импульсов..... | 57 |
| 2.6. Энергетическое толкование спектра сигнала..... | 59 |

| | |
|---|------------|
| 2.7. Практическая ширина спектра сигнала..... | 61 |
| 2.8. Спектр дельта-функции..... | 62 |
| Задачи..... | 65 |
| 3. Математические модели случайных сигналов..... | 68 |
| 3.1. Случайные сигналы и их вероятностные характеристики..... | 69 |
| 3.2. Числовые характеристики случайного процесса..... | 71 |
| 3.3. Стационарные случайные процессы..... | 74 |
| 3.4. Свойства автокорреляционной функции стационарного случайного процесса..... | 75 |
| 3.5. Корреляционный анализ детерминированных сигналов..... | 77 |
| 3.6. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса..... | 80 |
| 3.7. Белый шум..... | 82 |
| 3.8. Свойства спектральной плотности мощности стационарных случайных процессов..... | 84 |
| 3.9. Интервал корреляции и эффективная ширина спектра стационарных случайных процессов..... | 86 |
| Задачи..... | 88 |
| 4. Элементы теории дискретизации непрерывных функций..... | 91 |
| 4.1. Частотный критерий дискретизации В. А. Котельникова..... | 91 |
| 4.2. Представление сигналов с ограниченной частотной полосой в виде ряда Котельникова..... | 95 |
| 4.3. Дискретные сигналы и их спектры..... | 97 |
| 4.4. Быстрое преобразование Фурье..... | 104 |
| Задачи..... | 109 |
| 5. Элементы теории оптимального приема и статистических решений..... | 110 |
| 5.1. Методы фильтрации..... | 111 |
| 5.1.1. Частотная фильтрация..... | 111 |
| 5.1.2. Метод накопления..... | 112 |
| 5.1.3. Корреляционный метод..... | 113 |
| 5.1.4. Согласованная фильтрация..... | 115 |
| 5.2. Сущность основной задачи приема сигналов..... | 116 |
| 5.3. Обнаружение сигнала..... | 119 |
| 5.3.1. Критерий максимума правдоподобия (критерий Фишера).... | 120 |
| 5.3.2. Критерий идеального наблюдателя (критерий Зигерта – Котельникова)..... | 121 |
| 5.3.3. Критерий минимального риска (критерий Байеса)..... | 123 |
| 5.3.4. Критерий Неймана – Пирсона..... | 124 |

| | |
|--|------------|
| 5.4. Различение сигналов..... | 125 |
| 5.5. Синтез структуры решающего устройства..... | 126 |
| 5.6. Восстановление сигнала..... | 130 |
| Задачи..... | 132 |
| 6. Измерение информации..... | 136 |
| 6.1. Взаимная информация..... | 137 |
| 6.2. Основные свойства взаимной информации..... | 141 |
| 6.3. Собственная информация..... | 145 |
| 6.4. Мера информации как случайная величина..... | 146 |
| 6.5. Энтропия..... | 148 |
| 6.6. Основные задачи количественного измерения информации..... | 154 |
| Задачи..... | 158 |
| 7. Кодирование сообщений дискретного множества..... | 161 |
| 7.1. Метод кодирования Шеннона – Фано..... | 162 |
| 7.2. Основополагающие теоремы оптимального кодирования..... | 166 |
| 7.3. Метод Хаффмана (оптимальное кодирование)..... | 171 |
| Задачи..... | 174 |
| 8. Дискретные источники информации..... | 176 |
| 8.1. Дискретные источники, порождающие статистически независимые сообщения..... | 176 |
| 8.2. Случайные дискретные источники..... | 178 |
| 8.3. Среднее по ансамблю и среднее по последовательности..... | 184 |
| 8.4. Кодирование событий, порождаемых источником с фиксированной скоростью..... | 188 |
| 8.5. Рациональное кодирование двоичного источника в условиях статистической неизвестности..... | 191 |
| Задачи..... | 195 |
| 9. Дискретные каналы связи..... | 198 |
| 9.1. Основные понятия и определения..... | 198 |
| 9.2. Дискретные стационарные каналы без памяти..... | 200 |
| 9.3. Симметричные стационарные каналы..... | 203 |
| 9.4. Вычисление информационной пропускной способности стационарного канала..... | 206 |
| 9.5. Кодирование при наличии шумов..... | 209 |
| Задачи..... | 212 |
| 10. Помехоустойчивое кодирование..... | 214 |
| 10.1. Основные принципы помехоустойчивого кодирования..... | 215 |
| 10.2. Математическое введение к групповым кодам..... | 221 |

| | |
|--|-----|
| 10.3. Построение группового кода..... | 223 |
| 10.4. Математическое введение к циклическим кодам..... | 231 |
| 10.5. Циклический код, обнаруживающий и исправляющий ошибки..... | 237 |
| 10.5.1. Циклический код, обнаруживающий одиночные ошибки..... | 237 |
| 10.5.2. Циклический код, исправляющий одиночные ошибки и обнаруживающий двойные..... | 238 |
| 10.5.3. Обнаружение ошибок высокой кратности..... | 241 |
| 10.5.4. Исправление ошибок высокой кратности..... | 241 |
| 10.5.5. Обнаружение пакетов ошибок..... | 242 |
| 10.5.6. Параметры некоторых циклических кодов..... | 242 |
| 10.6. Методы построения циклического кода Хэмминга..... | 246 |
| 10.6.1. Неразделимый циклический код..... | 246 |
| 10.6.2. Разделимый циклический код..... | 248 |
| 10.7. Построение одноканальных кодирующих и декодированных устройств циклического кода Хэмминга..... | 250 |
| 10.8. Построение многоканальных кодирующих и декодированных устройств циклического кода Хэмминга..... | 255 |
| Задачи..... | 261 |
| 11. Методические указания по решению типовых задач и ответы | 263 |
| Приложения | 308 |
| Приложение 1. Таблица значений интеграла вероятностей $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$ | 308 |
| Приложение 2. Таблица значений двоичного логарифма $-\log_2 p$ | 310 |
| Приложение 3. Список примитивных неприводимых многочленов с минимальным числом ненулевых коэффициентов..... | 311 |
| Приложение 4. Разложение двучлена $x^n + 1$ на неприводимые сомножители над полем $GF(2)$ | 312 |
| Список рекомендуемой литературы | 315 |
| Предметный указатель | 317 |