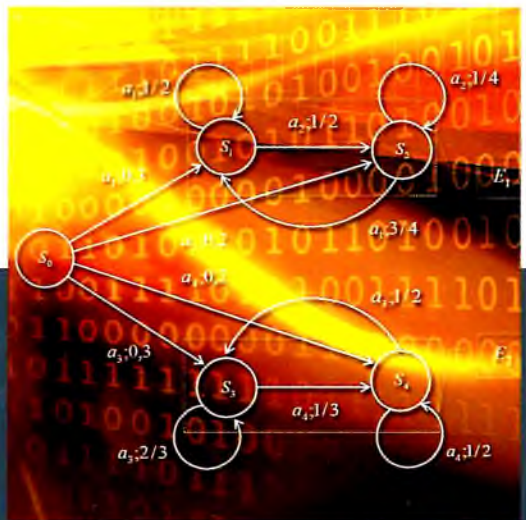


# ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ



Е. Ф. Березкин



## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	7
Введение.....	8
<b>1. Математические модели детерминированных периодических сигналов.....</b>	<b>17</b>
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
<b>2. Математические модели детерминированных непериодических сигналов.....</b>	<b>43</b>
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 $\Omega$ 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
<b>3. Математические модели случайных сигналов.....</b>	<b>68</b>
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
<b>4. Элементы теории дискретизации непрерывных функций.....</b>	<b>91</b>
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
<b>5. Элементы теории оптимального приема и статистических решений.....</b>	<b>110</b>
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
<b>6. Измерение информации.....</b>	<b>136</b>
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
<b>7. Кодирование сообщений дискретного множества.....</b>	<b>161</b>
7.1. Метод кодирования Шеннона – Фано.....	162
7.2. Основополагающие теоремы оптимального кодирования.....	166
7.3. Метод Хаффмана (оптимальное кодирование).....	171
Задачи.....	174
<b>8. Дискретные источники информации.....</b>	<b>176</b>
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
<b>9. Дискретные каналы связи.....</b>	<b>198</b>
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
<b>10. Помехоустойчивое кодирование.....</b>	<b>214</b>
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
<b>11. Методические указания по решению типовых задач и ответы</b> .....	263
<b>Приложения</b> .....	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
<b>Список рекомендуемой литературы</b> .....	315
<b>Предметный указатель</b> .....	317