

В. К. Душин

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Учебник

5-е издание

Москва

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»
2018

УДК 32.81
ББК 621.391
Д86

Рецензенты:

В. П. Павлов — кандидат технических наук, профессор;
Н. Н. Прокопенко — доктор технических наук, профессор;
В. Е. Мешков — кандидат технических наук, профессор.

Д86

Душин В. К.

Теоретические основы информационных процессов и систем: Учебник / В. К. Душин. — 5-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. — 348 с.

ISBN 978-5-394-01748-3

В учебнике изложены основные разделы теории сигналов и теории информации, необходимые для изучения информационных процессов и систем.

Для студентов вузов и специалистов, занимающихся проектированием информационных систем.

УДК 32.81
ББК 621.391

ISBN 978-5-394-01748-3

© Душин В. К., 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
1.1. Основные задачи изучения дисциплины	6
1.2. Система передачи и обработки информации	8
1.3. Сообщение и сигнал. Канал связи	10
1.4. Кодирование и модуляция	14
1.5. Демодуляция и декодирование	19
1.6. Дискретизация и кодирование непрерывных сообщений	21
1.7. Помехи и искажения	22
1.8. Достоверность и скорость передачи информации	24
Контрольные вопросы и задания	27
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИГНАЛОВ, СООБЩЕНИЙ И ПОМЕХ	28
2.1. Определение и классификация сигналов	28
2.2. Периодические сигналы	31
2.3. Спектры некоторых периодических сигналов	36
1. Периодическая последовательность прямоугольных импульсов	37
2. Последовательность пилообразных импульсов	40
3. Последовательность треугольных импульсов	41
2.4. Распределение мощности в спектре периодического сигнала	42
2.5. Непериодические сигналы	43
2.6. Свойства преобразования Фурье	49
1. Сдвиг сигналов во времени	50
2. Изменение масштаба времени	52
3. Смещение спектра сигнала	53

4. Дифференцирование и интегрирование сигналов	53
5. Сложение сигналов	54
6. Произведение двух сигналов	54
2.7. Спектры непериодических сигналов	55
1. Сигнал в виде единичного скачка	55
2. Прямоугольный импульс	57
3. Треугольный импульс	60
4. Бесконечно короткий импульс с единичной площадью (дельта-функция)	62
2.8. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала	64
2.9. Связь между временными и спектральными характеристиками сигнала	66
2.10. Случайные сигналы и их аналитическое описание	67
1. Одномерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики	68
2. Многомерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики	72
3. Гауссовский случайный процесс	76
4. Спектральная плотность мощности случайного процесса	78
5. Соотношение между спектральной плотностью и ковариационной функцией случайного процесса. Белый шум	80
Контрольные вопросы и задания	82

ГЛАВА 3. МОДУЛЯЦИЯ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ 84

3.1. Классификация методов модуляции	84
3.2. Амплитудная модуляция	87
3.3. Угловая модуляция	93
3.4. Модуляция импульсных носителей	99
3.5. Узкополосный сигнал	103
3.6. Воздействие сигналов на нелинейные элементы	108
3.7. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов	117

3.8 Частотные и фазовые детекторы	121
Контрольные вопросы и задания	126

ГЛАВА 4. ДИСКРЕТИЗАЦИЯ И КВАНТОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ СООБЩЕНИЙ	127
---	-----

4.1. Основные понятия и определения	127
4.2. Методы дискретизации сигналов	130
1. Регулярность отсчетов	130
2. Критерий оценки точности	132
3. Базисные функции	133
4. Принцип приближения	134
4.3. Равномерная дискретизация. Теорема Котельникова ...	135
4.4. Адаптивная дискретизация	141
4.5. Квантование по уровню	144
Контрольные вопросы и задания	147

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ И МОДЕЛИ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	149
---	-----

5.1. Общие сведения о каналах передачи информации	149
5.2. Анализ непрерывных каналов	153
5.3. Анализ дискретных каналов	159
Контрольные вопросы и задания	167

ГЛАВА 6. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ	168
--	-----

6.1. Мера количества информации	168
6.2. Энтропия источника дискретных сообщений	172
1. Энтропия источника независимых сообщений	172
2. Энтропия источника зависимых сообщений	175
6.3. Избыточность источника сообщений	176
6.4. Статистические свойства источников сообщений	178
6.5. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретного канала без помех	179
6.6. Оптимальное статистическое кодирование сообщений	182

6.7. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретных каналов с помехами	187
6.8. Теорема Шеннона для дискретного канала с помехами .	193
6.9. Энтропия непрерывных сообщений	198
6.10. Скорость передачи и пропускная способность непрерывного канала. Формула Шеннона	201
6.11. Эффективность систем передачи информации	207
Контрольные вопросы и задания	210

ГЛАВА 7. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

7.1. Классификация корректирующих кодов	211
7.2. Принципы помехоустойчивого кодирования	213
7.3. Систематические коды	219
7.4. Код с четным числом единиц. Инверсный код	221
7.5. Коды Хемминга	224
7.6. Циклические коды	227
7.7. Коды с постоянным весом	230
7.8. Непрерывные коды	231
7.9. Обобщение теории кодирования на двоичные коды ..	233
7.10. Итеративные и каскадные коды	234
7.11. Адаптивные корректирующие коды	236
Контрольные вопросы и задания	238

ГЛАВА 8. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПРИЕМА

И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

8.1. Общие сведения о приеме сигналов	240
8.2. Методы накопления	243
8.3. Когерентный и некогерентный приемы	246
8.4. Корреляционный и автокорреляционный методы приема	248
8.5. Прием на согласованный фильтр	249
8.6. Прием сигналов как статистическая задача	254
8.7. Критерий оптимального приема сигналов	258
8.8. Оптимальный прием дискретных сигналов	262
8.9. Вероятность ошибки при когерентном приеме двоичных сигналов	263

Контрольные вопросы и задания	264
ГЛАВА 9. ПРИНЦИПЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	266
9.1. Элементы теории разделения сигналов	266
9.2. Частотное, временное и фазовое разделение сигналов	271
1. Частотное разделение сигналов	271
2. Временной способ разделения каналов	275
3. Разделение сигналов по фазе	279
9.3. Разделение сигналов по форме. Системы передачи с шумоподобными сигналами	279
1. Разделение линейно независимых сигналов	279
2. Системы передачи с шумоподобными сигналами	280
9.4. Комбинационное разделение сигналов	286
9.5. Пропускная способность многоканальных систем передачи информации	289
Контрольные вопросы и задания	291
ГЛАВА 10. ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	292
10.1. Связь компьютера с периферийными устройствами ...	293
10.2. Простейший случай взаимодействия двух компьютеров	296
10.3. Проблемы физической передачи данных по линиям связи	301
10.4. Проблемы объединения нескольких компьютеров	304
1. Топология физических связей	304
2. Организация совместного использования линий связи	308
3. Адресация компьютеров	311
10.5. Ethernet — пример стандартного построения сетей ..	315
10.6. Структуризация как средство построения больших сетей	319
1. Физическая структуризация сети	320
2. Логическая структуризация сети	324
10.7. Программная совместимость различных систем	330

10.8. Оценка эффективности вычислительных систем	332
10.9. Качество функционирования вычислительной системы	336
Контрольные вопросы и задания	340
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	341

Главный редактор — *А. Е. Илларионова*
Художник — *В. А. Антипов*
Корректор — *Е. Л. Качалова*
Технический редактор — *А. В. Плотников*
Ответственный за выпуск — *Е. Л. Качалова*

Учебное издание

Душин Владимир Константинович
Теоретические основы
информационных процессов и систем

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.007399.06.09 от 26.06.2009 г.

Подписано в печать 18.06.2013. Формат 60×84 1/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Печ. л. 21,75.
Тираж 1000 экз.

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»
129347, Москва, Ярославское шоссе, д. 142, к. 732.
Для писем: 129347, Москва, п/о И-347
Тел./факс: 8(499) 182-01-58, 182-11-79, 183-93-01
E-mail: sales@dashkov.ru — отдел продаж
office@dashkov.ru — офис;
http://www.dashkov.ru

Отпечатано в ГУП Академиздатцентр «Наука» РАН,
ОП Производственно-издательский комбинат «ВНИТИ»-«Наука»,
140014, Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский пр-т, д. 403.
Тел./факс: 554-21-86, 554-25-97, 974-69-76