

СЪДЪРЖАНИЕ

ПРЕДГОВОР	I
ГЛАВА 1 ЕЛЕМЕНТИ НА КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ПРЕДАВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИГНАЛИ.....	1
1.1. Общи сведения.....	1
1.2. Аналогови и цифрови комуникационни системи.....	3
1.3. Основни понятия при предаване на цифрови сигнали	8
1.4. Критерии за оценка на качеството при предаване на цифрови сигнали	10
1.5. Исторически бележки	14
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ	16
ГЛАВА 2 ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ	18
2.1. Модел на източници на информация	18
2.2. Количество информация. Ентропия	19
2.3. Теорема за кодиране на източника	23
2.4. Алгоритми за оптимално кодиране на източника	26
2.4.1. <i>Алгоритъм на Шенон-Фано</i>	<i>26</i>
2.4.2. <i>Алгоритъм на Хафман</i>	<i>27</i>
2.4.3. <i>Алгоритъм на Лемпел-Зив</i>	<i>32</i>
2.5. ФОРМАТИРАНЕ.....	34
2.5.1. Форматиране на аналогови сигнали	34
2.5.1.1. <i>Дискретизация.....</i>	<i>34</i>
2.5.1.2. <i>Квантуване на сигналите по ниво.....</i>	<i>37</i>
2.5.1.3. <i>Оценка на шумовете при равномерно квантуване</i>	<i>40</i>
2.5.1.4. <i>Оценка на шумовете при неравномерно квантуване</i>	<i>43</i>
2.5.1.5. <i>Кодиране на квантувани сигнали. Импулсно-кодова модулация</i>	<i>45</i>
2.5.1.6. <i>Цифрови диференциални и адаптивни модуляции.....</i>	<i>49</i>
2.5.1.6.1. <i>Диференциална импулсно-кодова модулация (ДИКМ).....</i>	<i>49</i>
2.5.1.6.2. <i>Делта-модулация</i>	<i>51</i>
2.5.1.6.3. <i>Шумове при Делта-Модулация.....</i>	<i>54</i>
2.5.1.6.4. <i>Адаптивна Делта-Модулация.....</i>	<i>55</i>
2.5.1.6.5. <i>Адаптивна Диференциална ИКМ</i>	<i>57</i>
2.5.2. Форматиране на текстови съобщения.....	60
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ	61

ГЛАВА 3 КОМУНИКАЦИОННИ КАНАЛИ	63
3.1. ВИДОВЕ КОМУНИКАЦИОННИ КАНАЛИ	63
3.1.1. <i>Симетрични кабели</i>	63
3.1.2. <i>Коаксиални кабели</i>	64
3.1.3. <i>Оптични кабели</i>	65
3.1.4. <i>Свободно пространство</i>	70
3.1.4.1. <i>Безжични канали за разпространение</i>	70
3.1.4.2. <i>Мобилни радиоканали</i>	71
3.1.4.3. <i>Спътникови канали</i>	71
3.1.4.4. <i>Общи характеристики на комуникационните канали</i>	72
3.2. МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛИ НА КОМУНИКАЦИОННИТЕ КАНАЛИ.....	72
3.2.1. <i>Канал с адитивен шум.....</i>	73
3.2.2. <i>Канал, представен чрез филтър с линейна характеристика</i>	73
3.2.3. <i>Канал, представен чрез филтър с променящи се във времето параметри</i>	74
3.2.4. <i>Модел на мобилни канали.....</i>	75
3.2.5. <i>Дискретен канал</i>	78
3.2.6. <i>Двоичен канал</i>	80
3.2.7. <i>Канал с дискретен вход и непрекъснат изход</i>	81
3.2.8. <i>Канал, представен чрез форми на сигнала</i>	81
3.3. ПРОПУСКАТЕЛНА СПОСОБНОСТ НА КОМУНИКАЦИОННИТЕ КАНАЛИ	83
3.3.1. <i>Пропускателна способност на двоичен симетричен канал.....</i>	85
3.3.2. <i>Пропускателна способност на дискретен канал с адитивен гаусов шум</i>	87
3.3.3. <i>Пропускателна способност на аналогов канал с адитивен гаусов шум.....</i>	88
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ	91

ГЛАВА 4 ПРЕДАВАНЕ НА ЦИФРОВИ СИГНАЛИ ПО КОМУНИКАЦИОННИ КАНАЛИ.....	93
4.1. ПРЕДАВАНЕ НА СИГНАЛИ В ОСНОВНА ЧЕСТОТНА ЛЕНТА.....	93
4.1.1. <i>Системи, работещи в основна честотна лента</i>	93
4.1.2. <i>Между символна интерференция.....</i>	94
4.1.2.1. <i>Намаляване на междусимволната интерференция чрез избор на форма на предаваните импулси</i>	99
4.1.3. <i>Линийни кодове за предаване на сигнали в основна честотна лента</i>	101
4.1.3.1. <i>Двоични линейни кодове</i>	103
4.1.3.2. <i>Корелационно многонивово кодиране</i>	104
4.1.3.3. <i>Двубинарно предаване на сигнали</i>	110
4.1.3.3.1. <i>Еквивалентна двубинарна предавателна функция</i>	113

4.1.3.3.2. Полибинарна сигнализация	116
4.1.3.4. Псевдотроични линейни кодове	117
4.1.3.4.1. Неалфабетни псевдотроични кодове	119
4.1.3.4.2. Алфабетни псевдотроични кодове	121
4.1.3.5. Други алфабетни линейни кодове	125
4.1.3.5.1. mB-nB линейни кодове	125
4.1.3.5.2. 2B1Q линейен код	126
4.1.3.6. Шумоустойчивост на линейните кодове	128
4.2. ЦИФРОВИ МОДУЛАЦИИ	129
4.2.1. Векторно представяне на хармонични сигнали	131
4.2.2. Амплитудна манипулация	132
4.2.3. Честотна манипулация	133
4.2.3.1. Избор на носещи честоти при честотна манипулация	136
4.2.4. Фазова манипулация	140
4.2.5. Влияние на шумовете върху цифрово-модулирани сигнали	142
4.2.6. Многократни манипулации	143
4.2.6.1. Многократна фазова манипулация	143
4.2.6.2. Многократна квадратурна амплитудна манипулация	147
4.2.6.3. Многократна честотна манипулация	148
4.2.7. Вероятност за символна грешка при многократни манипулации	149
4.2.7.1. Вероятност за символна грешка при MPSK	149
4.2.7.2. Вероятност за символна грешка при MFSK	150
4.2.7.3. Вероятност за битова грешка	152
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ	154
ГЛАВА 5 ДЕМОДУЛАЦИЯ НА ЦИФРОВИ СИГНАЛИ	155
5.1. ДЕТЕКТИРАНЕ НА ДВОИЧНИ СИГНАЛИ ПРИ ГАУСОВ ШУМ	156
5.1.1. Цифров приемник	156
5.1.2. Критерии за максимално правдоподобие	159
5.1.3. Вероятност за грешка	161
5.1.4. Съгласуван филтър	163
5.1.5. Реализация на корелация в съгласуван филтър	165
5.2. КОРЕЛАЦИОННО ДЕТЕКТИРАНЕ	170
5.3. КОХЕРЕНТНО ДЕТЕКТИРАНЕ	175
5.3.1. Кохерентно детектиране на PSK сигнали	175
5.3.2. Кохерентно детектиране на MPSK сигнали	176

5.3.3. Кохерентно детектиране на FSK сигнали	179
5.4. НЕКОХЕРЕНТНО ДЕТЕКТИРАНЕ	180
5.4.1. Детектиране на диференциални PSK сигнали	180
5.4.2. Некохерентно детектиране на FSK сигнали	183
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ.....	185
ГЛАВА 6 КАНАЛНО КОДИРАНЕ	186
6.1. КОДИРАНЕ НА СИГНАЛА	186
6.1.1. Антиподни и ортогонални сигнали.....	186
6.1.2. Многократна сигнализация	188
6.1.3. Ортогонално кодиране на сигнали	188
6.1.3.1. Ортогонални кодове.....	189
6.1.3.2. Биортогонални кодове	191
6.1.3.3. Трансортогонални кодове (симплексни) кодове.....	192
6.2. СТРУКТУРИРАНИ ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТИ.....	193
6.2.1. Основни понятия и принципи в теорията на шумоустойчивото кодиране	193
6.2.2. Автоматично искане за повторение	199
6.2.3. Кодове с проверка по четност	200
6.2.3.1. Код с един контролен бит.....	200
6.2.3.2. Правоъгълен код	202
6.2.4. Линейни блокови кодове	202
6.2.4.1. Общи сведения.....	202
6.2.4.2. Генераторна матрица.....	204
6.2.4.3. Систематични линейни блокове	206
6.2.4.4. Проверяваща матрица.....	208
6.2.4.5. Контрол с помощта на синдром	208
6.2.4.6. Коригиране на грешки.....	209
6.2.4.7. Възможност за откриване и коригиране на грешки на линейните блокови кодове	211
6.2.5. Циклични кодове.....	214
6.2.6. Кодове на Хеминг.....	219
6.2.7. Кодове на Рийд-Соломон	223
6.3. КОНВОЛЮЦИОННИ КОДОВЕ	227
6.3.1. Описание на конволюционните кодове.....	229
6.3.1.1. Графично и векторно описание.....	229
6.3.1.2. Полиномно описание.....	232

6.3.1.3. Диаграма на състоянията.....	233
6.3.1.4. Дървовидна диаграма.....	235
6.3.1.5. Решетъчна диаграма.....	237
6.3.2. Декодиране на конволюционни кодове.....	238
6.3.2.1. Декодиране по максимално правдоподобие.....	239
6.3.2.2. Алгоритъм на Витерби за декодиране на конволюционни кодове.....	242
6.3.3. Свойства на конволюционните кодове.....	250
6.4. ТУРБО КОДОВЕ.....	254
6.4.1. Турбо кодиране.....	255
6.4.2. Декодиране на турбо кодове.....	257
6.4.3. Достоверност при турбо кодирането.....	258
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ.....	259

ГЛАВА 7 СПЕКТРАЛНО ЕФЕКТИВНИ МЕТОДИ ЗА МОДУЛАЦИЯ И КОДИРАНЕ.....260

7.1. ГРАНИЦА НА ШЕНОН.....	260
7.1.1. Равнина на честотната ефективност.....	263
7.2. МОДУЛАЦИИ С ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЧЕСТОТНАТА ЛЕНТА.....	265
7.2.1. <i>QPSK</i> и <i>OQPSK</i> модуляции.....	265
7.2.2. Манипулация с минимално отместване (<i>MSK</i>).....	269
7.2.3. Квадратурна амплитудна модулация <i>QAM</i>	273
7.3. КОМПРОМИСИ ПРИ МОДУЛАЦИЯ И КОДИРАНЕ.....	276
7.3.1. Система с ограничена лента на пропускане.....	278
7.3.2. Система с ограничена мощност.....	279
7.4. МОДУЛАЦИЯ И КОДИРАНЕ В КАНАЛИ С ОГРАНИЧЕНА ЧЕСТОТНА ЛЕНТА.....	280
7.4.1. Основни принципи на решетъчното кодиране.....	282
7.4.1.1. Увеличение на излишъка на сигнала.....	282
7.4.2. Кодиране на <i>TSM</i>	284
7.4.2.1. Разбиване на сигналното множество.....	284
7.4.2.2. Изобразяване на сигнали чрез преходи на решетка.....	285
7.4.3. Декодиране на <i>TSM</i>	287
7.4.3.1. Грешно събитие и минимално разстояние.....	287
7.4.3.2. Ефективност на кодирането.....	288
7.4.3.3. Ефективност на кодирането за схема 8- <i>PSK</i> при използване на решетка с четири състояния.....	289
7.4.4. Други решетъчни кодове.....	290

7.4.4.1. Паралелни пътища	290
7.4.4.2. Решетка с осем състояния	291
7.4.4.3. Решетъчно кодиране за схема QAM.....	291
7.4.5. Пример за решетъчно кодиране.....	293
7.4.6. Многомерно решетъчно кодиране	297
7.5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	297
ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА И КОНТРОЛ	298
ИНДЕКС.....	300
ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ	303
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	305