

ЗМІСТ

ПРИЙНЯТІ ПОЗНАЧЕННЯ	6
ВСТУП	7
1. ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ. СТРУКТУРНА СХЕМА ТА ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ	9
1.1. Узагальнена структурна схема системи передавання інформації	9
1.2. Джерело та отримувач інформації.....	10
1.3. Кодер та декодер.....	12
1.4. Канал зв'язку. Модулятор, демодулятор, лінія зв'язку та види завад	18
1.5. Передавання інформації каналами зв'язку без та із завадами. Пропускна здатність каналу зв'язку	32
1.6. Тестування каналу зв'язку.....	37
1.7. Основні математичні операції теорії кодування.....	40
1.7.1. Системи числення.....	40
1.7.2. Операції над двійковими числами та поліномами.....	44
1.7.3. Операції над матрицями	50
Контрольні запитання та завдання.....	54
2. КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	55
2.1. Основні визначення теорії кодування	55
2.2. Класифікація кодів	57
2.2.1. Загальна класифікація кодів.....	57
2.2.2. Класифікація двійкових кодів	60
2.3. Основні характеристики кодів.....	63
Контрольні запитання та завдання.....	71
3. НЕНАДЛИШКОВІ КОДИ	72
3.1. Прості рівномірні коди	73
3.1.1. Двійково-десяткові коди	74
3.1.2. Рефлексні (віддзеркалені) коди.....	75
3.2. Нерівномірні ненадлишкові коди. Статистичне кодування	79
3.2.1. Код Шеннона–Фано.....	80
3.2.2. Код Хаффмена	85
Контрольні запитання та завдання.....	88
4. НАДЛИШКОВІ КОДИ, ЩО ВИЯВЛЯЮТЬ ТА ВИПРАВЛЯЮТЬ ПОМИЛКИ	99
4.1. Корегуючі властивості коду і кодова відстань	92

4.1.1. Виявлення помилок	92
4.1.2. Виправлення помилок	94
4.1.3. Одночасне виправлення та виявлення помилок	95
4.1.4. Корегуючі можливості коду та перевірочні розряди	97
4.2. Принципи побудови систематичних кодів	100
4.3. Методи виправлення помилок систематичними кодами	114
4.4. Основні типи систематичних кодів.....	121
4.4.1. Код з однією перевіркою на парність.....	121
4.4.2. Код з простим повтором.....	124
4.4.3. Кореляційний код (код з подвоєнням елементів, манчестерський код).....	127
4.4.4. Інверсний код (код Бауера)	130
4.5. Коди Хемінга	135
4.5.1. Досконалий код Хемінга.....	136
4.5.2. Розширений код Хемінга.....	147
4.5.3. Вкорочений код Хемінга.....	151
4.5.4. Вагова характеристика коду Хемінга.....	153
4.5.5. Імовірність невиявленої помилки	155
4.5.6. Реалізація кодерів та декодерів коду Хемінга.....	156
4.6. Код Голея	159
4.7. Код Ріда–Маллера.....	174
4.8. Ітеративні коди	197
Контрольні запитання та завдання	204
5. НЕСИСТЕМАТИЧНІ КОДИ. КОДИ БЕРГЕРА.....	206
5.1. Коди Бергера для асиметричних каналів зв'язку.....	206
5.2. Коди Бергера для симетричних каналів зв'язку	212
Контрольні запитання та завдання	215
6. БЛОЧНІ НЕПОДІЛЬНІ КОДИ	216
6.1. Коди з постійною вагою	216
6.2. Коди Уолша (Адамара, Плоткіна) та їх використання у системі коміркового зв'язку стандарту CDMA	220
Контрольні запитання та завдання	226
7. НЕПЕРЕРВНІ КОДИ	227
7.1. Деревоподібні коди. Загальні принципи формування неперервних кодів	228
7.2. Ланцюговий код.....	233
7.3. Згортковий код.....	238
7.3.1. Кодер згорткового коду.....	238
7.3.2. Опис згорткових кодів за допомогою поліномів.....	243
7.3.3. Графічне описання згорткових кодів	251
7.3.4. Параметри та характеристики згорткових кодів.....	259
7.3.5. Методи декодування згорткових кодів	265

7.3.5.1. Методи синдромного декодування згорткових кодів	266
7.3.5.2. Методи послідовного декодування згорткових кодів	287
7.3.5.3. Метод декодування згорткових кодів за алгоритмом Вітербі	303
7.4. Практичне використання згорткових кодів	315
Контрольні запитання та завдання	316
8. ЦИКЛІЧНІ КОДИ	318
8.1. Принципи побудови циклічних кодів	320
8.2. Матрична форма циклічних кодів	326
8.3. Вкорочені циклічні коди	332
8.4. Вибір породжуючого поліному	334
8.5. Обернені поліноми	342
8.6. Виявлення та виправлення помилок циклічними кодами	344
8.7. Побудова кодера та декодера циклічного коду	351
8.8. Циклічні коди Хемінга	356
8.9. Код Боуза–Чоудхурі–Хоквінгема	358
8.10. Код Файра	363
8.11. Компаундні коди	372
8.12. Код Ріда–Соломона	374
8.12.1. Переваги багатопозиційних кодів Ріда–Соломона. Границя Сінглтона	375
8.12.2. Корегуюча здатність кодів Ріда–Соломона у каналах з пакетними завадами	377
8.12.3. Поля Галуа. Математичний апарат РС-кодів	381
8.12.4. Поліноми та операції над ними у полях Галуа	389
8.12.5. Кодування кодами Ріда–Соломона	398
8.12.6. Декодування кодів Ріда–Соломона	405
Контрольні запитання та завдання	427
9. ОЦІНКА І ВИБІР КОДІВ	429
9.1. Імовірність помилки під час передавання інформації надлишковими кодами каналами з незалежними помилками	430
9.2. Імовірність помилки під час передавання інформації каналами зв'язку із пакетним розподілом помилок	433
9.3. Основні методи підвищення достовірності передавання інформації надлишковими кодами	436
9.4. Доцільність використання надлишкових кодів	454
9.5. Рекомендації щодо вибору кодів	456
Контрольні запитання та завдання	459
ЛІТЕРАТУРА	461
Додаток 1. Таблиця кодів ASCII	464