

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ»  
КАФЕДРА КІБЕРБЕЗПЕКИ

**В.Д. Бойко, М.Д. Василенко, В.М. Слатвінська**

**ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

(в допомогу до самостійної роботи  
для здобувачів вищої освіти кваліфікації бакалавр  
факультету кібербезпеки та інформаційних технологій)

УДК

**Рекомендовано навчально-методичною радою  
Національного університету «Одеська юридична академія»,  
протокол № 2 від 4 грудня 2020 р.**

**Рецензенти:**

**Тупкало В.М.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту та інформаційних технологій Інституту інтелектуальної власності та права Національного університету «Одеська юридична академія», м. Київ

**Логінова Н.І.** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувачка кафедри інформаційних технологій Національного університету «Одеська юридична академія»

**В.Д. Бойко, М.Д. Василенко, В.М. Слатвінська**

**Т**

Теорія інформації та кодування: навчально-методичні рекомендації (в допомогу до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти кваліфікації бакалавр факультету кібербезпеки та інформаційних технологій). Одеса : Видавничий дім «Гельветика». 2020. 34 с.

**DOI**

**ISBN**

Навчально-методичні рекомендації з курсу «Теорія інформації та кодування» розроблено відповідно до навчального плану, вони складаються з навчальної програми курсу, методичних рекомендацій із проведення практичних занять, питань до самоконтролю, завдань для самостійної роботи, списку рекомендованої літератури. Вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування» допоможе студентам розвинути навички освоєння методики вирішення різних завдань, пов'язаних з процесами отримання, передачі, зберігання і використання інформації.

Матеріали призначено для студентів факультету кібербезпеки та інформаційних технологій Національного університету «Одеська юридична академія», які навчаються за спеціальністю «кібербезпека».

**УДК**

**ISBN**

© Бойко В.Д., Василенко М. Д., Слатвінська В. М., 2020

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Теорія інформації та кодування» призначена для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр».

**Актуальність** курсу зумовлена значенням яке займають ці методи в проектуванні високонадійних обчислювальних пристроїв. Процеси передачі, перетворення і накопичення інформації є основою функціонування інформаційних систем. Тому критерієм якості роботи інформаційних пристроїв служить їх здатність передавати, накопичувати або перетворювати необхідну кількість інформації в одиницю часу при допустимих викривленнях і витратах. У процесі автоматизованого управління і контролю відбувається інтенсивний обмін інформацією між окремими частинами систем, причому обсяг інформації, а також швидкості обробки і передачі її постійно ростуть. Все більш високі вимоги пред'являються до достовірності переданих повідомлень, що вимагає застосування спеціальних засобів, що знижують вірогідність проявів помилок до деякого допустимого рівня. Одним із найбільш дієвих заходів забезпечення високої достовірності переданих та отриманих повідомлень є використання методів завадостійкого кодування, тому питанням побудови ефективних кодів, використовуваних для виявлення та виправлення помилок в кодових комбінаціях, повинна приділятися значна увага при навчанні майбутніх фахівців в області інформаційних систем і технологій.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є процеси зберігання, перетворення і передачі інформації а також вивчення властивостей кодів та їхньої придатності для специфічних задач.

**Міждисциплінарні зв'язки:** вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування» базується на знаннях і уміннях, набутих студентами в результаті освоєння ними наступних дисциплін: математика, дискретна математика, інформатика та програмування, теорія ймовірностей і математична статистика, обчислювальні системи, мережі та телекомунікації

Оволодіння дисципліни «Теорія інформації та кодування» передбачає читання лекцій, проведення практичних занять, консультацій, самостійної роботи та іспиту.

## ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

**Мета** викладання навчальної дисципліни «Теорія інформації та кодування» – формування у студентів фундаментальних теоретичних знань в області застосування найбільш ефективних методів кодування, що дозволяють здійснювати передачу певної кількості інформації по каналу зв'язку за допомогою мінімальної кількості символів, як при відсутності, так і при наявності перешкод. В результаті вивчення дисципліни навчаються повинні освоїти методи визначення пропускну здатності каналів зв'язку, достатній для передачі всієї інформації, що надходить без затримок і спотворень; вивчити основні алгоритми побудови різних кодів, використовуваних як для захисту даних, так і для їх стиснення. Крім того студенти повинні освоїти методику вирішення різних завдань, пов'язаних з процесами отримання, передачі, зберігання і використання інформації.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування» є формування у студентів систематичних знань в області методів підвищення надійності зберігання та передачі даних; ознайомлення студентів з перспективними напрямками в області проектування високонадійних обчислювальних систем; ознайомлення студентів з питаннями побудови ефективних кодів, використовуваних для виявлення та виправлення помилок в кодових комбінаціях.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

основні поняття теорії кодування, класифікацію та характеристики кодів, використовуваних в обчислювальній техніці; основні принципи оптимального кодування повідомлень, основні алгоритми, які використовуються для стиснення даних, класифікацію перешкодостійких кодів, принципи їх побудови і використання для виявлення і виправлення помилок;

**вміти:** використовувати різні коди для представлення числової інформації і виконання різних арифметичних операцій із застосуванням зазначених способів кодування; використовувати різні методи побудови оптимальних кодів і їх використання для розробки і реалізації різних алгоритмів стиснення даних; використовувати принципи завадостійкого кодування для побудови кодів, що дозволяють виявляти і виправляти помилки різної кратності в кодових комбінаціях.

**бути ознайомленими:** з моделями сигналів і каналів, що використовуються у інформаційних системах передачі та добування інформації; показниками якості інформаційно-комунікаційних систем.

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Види занять	Лекційні заняття (год.)		Практичні заняття (год.)		Самостійна робота (год.)	
		очна	заоч-на	очна	заоч-на	очна	заоч-на
	Тема						
1	Системи передачі інформації і основи теорії кодування	2	2	2	0	6	8
2	Математичні моделі сигналів і випадкові числа	2	2	2	0	4	8
3	Спектри періодичних сигналів	2	0	1	0	4	8
4	Спектри неперіодичних сигналів	2	0	1	0	4	8
5	Спектри випадкових сигналів	2	0	2	0	4	8
6	Кількісні характеристики інформації	2	2	2	2	6	10
7	Перетворення неперервних сигналів у дискретні	2	0	2	0	4	8
8	Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень	2	2	2	0	4	6
9	Інформаційні характеристики дискретних каналів зв'язку	2	0	2	2	4	8
10	Кодування інформації при передачі по дискретному каналу без перешкод	2	0	2	0	4	6
11	Ефективне кодування	2	0	2	0	4	6
12	Кодування інформації при передачі по дискретному каналу з перешкодами	2	0	2	0	4	6
13	Групові коди	2	0	2	0	4	6
14	Циклічні коди і безперервні канали	2	0	1	0	4	6
15	Недвійкові коди	2	0	1	0	4	6
	<b>Всього</b>	30	8	26	4	64	108

# ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## **Тема 1. Системи передачі інформації і основи теорії кодування**

Історія досліджень в області теорії інформації. Загальні поняття про інформацію, повідомлення, сигнали. Основні параметри кодів. Різновиди та класифікація кодів. Методи опису кодів. Первинні коди. Арифметичні позиційні та непозиційні коди. Коди на основі системи залишкових класів. Мета і принципи побудови завадостійких (коректувальних) кодів. Класифікація завадостійких кодів. Коректувальні властивості і показники якості завадостійких кодів. Блочні лінійні, циклічні та каскадні коди. Неперервні коди. Алгоритми та пристрої кодування і декодування. Підвищення доступності та цілісності інформації на основі коректувального кодування. Класифікація систем передачі інформації. Модель системи передачі інформації. Основні характеристики системи передачі інформації.

## **Тема 2. Математичні моделі сигналів і випадкові числа**

Поняття сигналу та його моделі. Часова та частотна форма подання сигналів. Функція автокореляції детермінованих сигналів. Випадковий процес як модель сигналу. Стаціонарні та ергодичні випадкові сигнали. Лінійна конгруентність послідовність Лемера. Параметри для досягнення максимального періоду послідовності. Властивості послідовності в разі складеного модуля, зокрема у вигляді ступеня 2. Послідовність в разі модуля - простого числа. Мала теорема Ферма. Обчислення первісної кореня по модулю простого числа. Потужність датчика послідовності. Двічі випадковий датчик з двох різних послідовностей, її період. Статистичні методи перевірки послідовності на випадковість. Генерування послідовності із заданим законом розподілу. Генерування послідовності з нормальним розподілом.

## **Тема 3. Спектри періодичних сигналів**

Перетворення Фур'є для періодичних сигналів. Спектральні характеристики періодичних сигналів. Спектри випадкових сигналів. Частотне подання стаціонарних випадкових сигналів. Співвідношення між тривалістю імпульсів та шириною спектрів.

## **Тема 4. Спектри неперіодичних сигналів**

Перетворення Фур'є для неперіодичних сигналів. Спектральні характеристики неперіодичних сигналів. Розподіл енергії в спектрі.

## **Тема 5. Спектри випадкових сигналів**

Характеристики випадкових процесів. Спектральне представлення випадкових сигналів. Основні властивості спектральної щільності випадкових процесів.

## **Тема 6. Кількісні характеристики інформації**

Кількісна міра інформації та невизначеність. Цінність інформації. Ентропія та її властивості. Власна та максимальна ентропія дискретного повідомлення. Безумовна ентропія. Умовна ентропія. Ентропія об'єднання двох джерел. Власна ентропія та власна диференціальна ентропія безперервних повідомлень. Взаємна ентропія на виході безперервного каналу. Власна диференціальна ентропія БГШ; роль цього шуму у вирішенні задач захисту інформації.

### **Тема 7. Перетворення неперервних сигналів у дискретні**

Загальна постановка задачі дискретизації. Способи відновлювання неперервного сигналу. Критерії якості відновлення. Часова дискретизація неперервних функцій. Теорема Котельникова. Застосування теореми Котельникова для дискретизації реальних процесів.

### **Тема 8. Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень**

Ентропія джерел дискретних повідомлень. Ентропія джерела. Властивості ентропії. Ентропія безперервних повідомлень. Умовна ентропія. Взаємна інформація. надлишковість, продуктивність, технічна та інформаційна швидкість передачі. Надмірність дискретних повідомлень.

### **Тема 9. Інформаційні характеристики дискретних каналів зв'язку**

Класифікація каналів зв'язку. Модель дискретного каналу зв'язку. Кількість інформації, що подається по дискретному каналу зв'язку. Пропускна здатність каналу.

### **Тема 10. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу безперешкод**

Технічні засоби кодування даних в дискретних каналах без перешкод. Способи подання кодів. Надмірність повідомлень і кодів. Основні теореми кодування для каналів без перешкод. Оптимальне кодування. Призначення і особливості рефлексних кодів. Код Грея: призначення, правила кодування та декодування.

### **Тема 11. Ефективне кодування**

Ефективне кодування Шеннона-Фано. Ефективне кодування Хаффмена. Порівняльна характеристика кодів. Префіксність кодів. Методи ефективного кодування корельованої послідовності.

### **Тема 12. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу з перешкодами**

Теорема Шеннона. Класифікація перешкодостійких кодів. Порівняльна характеристика кодів. Показники якості перешкодостійких кодів. Метод Бодо-

Вердана. Код із перевіркою на парність. Код із перевіркою на непарність. Кореляційний код.

### **Тема 13. Групові коди**

Побудова двійкових групових кодів Хеммінга з виявленням та виправленням помилок. Формування розлишувачів та рівнянь перевірки.

### **Тема 14. Циклічні коди і безперервні канали**

Циклічний код Хеммінга. Властивості циклічних кодів. Принцип побудови циклічних кодів. Матричне представлення циклічних кодів. Корекція помилок в циклічних кодах. Неперервні коди. Безперервні канали, їх математично-інформаційні моделі і характеристики. Пропускна здатність безперервних каналів; її вплив на доступність та скритність інформації. Епсилон-ентропія та епсилон-продуктивність джерела безперервних повідомлень.

### **Тема 15. Недвійкові коди**

Надмірне кодування. Кодування з перевіркою парності. Кодова відстань по Хеммінгу. Кордон Хеммінга. Класифікація недвійкових кодів. Узагальнений код Хеммінга. Код Ріда-Соломона.



## ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### Тема 1. Системи передачі інформації і основи теорії кодування

*Питання до підготовки:*

1. Загальні поняття про інформацію, повідомлення, сигнали. Основні параметри кодів. Різновиди та класифікація кодів. Методи опису кодів. Первинні коди. Арифметичні позиційні та непозиційні коди. Коди на основі системи залишкових класів.
2. Мета і принципи побудови завадостійких (коректувальних) кодів. Класифікація завадостійких кодів. Коректувальні властивості і показники якості завадостійких кодів.
3. Блочні лінійні, циклічні та каскадні коди. Неперервні коди. Алгоритми та пристрої кодування і декодування. Підвищення доступності та цілісності інформації на основі коректувального кодування.
4. Класифікація систем передачі інформації. Модель системи передачі інформації. Основні характеристики системи передачі інформації.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### Тема 2. Математичні моделі сигналів і випадкові числа

*Питання до підготовки:*

1. Поняття сигналу та його моделі. Часова та частотна форма подання сигналів. Функція автокореляції детермінованих сигналів. Випадковий процес як модель сигналу. Стаціонарні та ергодичні випадкові сигнали.
2. Лінійна конгруентність послідовність Лемера.
3. Параметри для досягнення максимального періоду послідовності. Властивості послідовності в разі складеного модуля, зокрема у вигляді ступеня 2. Послідовність в разі модуля - простого числа.
4. Мала теорема Ферма.
5. Обчислення первісної кореня по модулю простого числа. Потужність датчика послідовності. Двічі випадковий датчик з двох різних послідовностей, її період. Статистичні методи перевірки послідовності на випадковість. Генерування послідовності із заданим законом розподілу. Генерування послідовності з нормальним розподілом.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 3. Спектри періодичних сигналів**

*Питання до підготовки:*

1. Перетворення Фур'є для періодичних сигналів.
2. Спектральні характеристики періодичних сигналів.
3. Спектри випадкових сигналів.
4. Частотне подання стаціонарних випадкових сигналів.
5. Співвідношення між тривалістю імпульсів та шириною спектрів.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 4. Спектри неперіодичних сигналів**

*Питання до підготовки:*

1. Перетворення Фур'є для неперіодичних сигналів.
2. Спектральні характеристики неперіодичних сигналів.
3. Розподіл енергії в спектрі.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 5. Спектри випадкових сигналів**

*Питання до підготовки:*

1. Характеристики випадкових процесів.
2. Спектральне представлення випадкових сигналів.
3. Основні властивості спектральної щільності випадкових процесів.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна: 1-19*

## **Тема 6. Кількісні характеристики інформації**

*Питання до підготовки:*

1. Кількісна міра інформації та невизначеність. Цінність інформації.
2. Ентропія та її властивості.
3. Власна та максимальна ентропія дискретного повідомлення. Безумовна ентропія. Умовна ентропія.
4. Ентропія об'єднання двох джерел. Власна ентропія та власна диференціальна ентропія безперервних повідомлень. Взаємна ентропія на виході безперервного каналу.
5. Власна диференціальна ентропія БГШ; роль цього шуму у вирішенні задач захисту інформації.

*Література:*

*Основна: 1-17*

*Допоміжна: 1-19*

## **Тема 7. Перетворення неперервних сигналів у дискретні**

*Питання до підготовки:*

1. Загальна постановка задачі дискретизації.
2. Способи відновлювання неперервного сигналу.
3. Критерії якості відновлення.
4. Часова дискретизація неперервних функцій.
5. Теорема Котельникова. Застосування теореми Котельникова для дискретизації реальних процесів.

*Література:*

*Основна: 1-17*

*Допоміжна: 1-19*

## **Тема 8. Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень**

*Питання до підготовки:*

1. Ентропія джерел дискретних повідомлень. Ентропія джерела.
2. Властивості ентропії.

3. Ентропія безперервних повідомлень. Умовна ентропія.
4. Взаємна інформація. надлишковість, продуктивність, технічна та інформаційна швидкість передачі.
5. Надмірність дискретних повідомлень.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 9. Інформаційні характеристики дискретних каналів зв'язку**

*Питання до підготовки:*

1. Класифікація каналів зв'язку.
2. Модель дискретного каналу зв'язку.
3. Кількість інформації, що подається по дискретному каналу зв'язку.
4. Пропускна здатність каналу.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 10. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу без перешкод**

*Питання до підготовки:*

1. Технічні засоби кодування даних в дискретних каналах без перешкод.
2. Способи подання кодів. Надмірність повідомлень і кодів.
3. Основні теореми кодування для каналів без перешкод. Оптимальне кодування.
4. Призначення і особливості рефлексних кодів.
5. Код Грея: призначення, правила кодування та декодування.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 11. Ефективне кодування**

*Питання до підготовки:*

1. Ефективне кодування Шеннона-Фано.
2. Ефективне кодування Хаффмена.
3. Порівняльна характеристика кодів.
4. Префіксність кодів.
5. Методи ефективного кодування корельованої послідовності.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

## **Тема 12. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу з перешкодами**

*Питання до підготовки:*

1. Теорема Шеннона. Класифікація перешкодостійких кодів.
2. Порівняльна характеристика кодів.
3. Показники якості перешкодостійких кодів.
4. Метод Бодо-Вердана.
5. Код із перевіркою на парність. Код із перевіркою на непарність. Кореляційний код.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

## **Тема 13. Групові коди**

*Питання до підготовки:*

1. Побудова двійкових групових кодів Хеммінга з виявленням та виправленням помилок.
2. Формування розлишувачів та рівнянь перевірки.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

## **Тема 14. Циклічні коди і безперервні канали**

*Питання до підготовки:*

1. Циклічний код Хеммінга. Властивості циклічних кодів. Принцип побудови циклічних кодів.
2. Матричне представлення циклічних кодів. Корекція помилок в циклічних кодах.
3. Неперервні коди. Безперервні канали, їх математично-інформаційні моделі і характеристики. Пропускна здатність безперервних каналів; її вплив на доступність та скритність інформації.
4. Епсилон-ентропія та епсилон-продуктивність джерела безперервних повідомлень.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

### **Тема 15. Недвійкові коди**

*Питання до підготовки:*

1. Класифікація недвійкових кодів, що виправляють помилки.
2. Надмірне кодування. Кодування з перевіркою парності.
3. Кодова відстань по Хеммінгу. Кордон Хеммінга.
4. Узагальнений код Хеммінга. Код Ріда-Соломона.

*Література:*

*Основна:* 1-17

*Допоміжна:* 1-19

## **ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **Тема 1. Загальні поняття про інформацію, повідомлення, сигнали**

1. Підготувати доповіді на теми:

- Предмет теорії інформації та кодування.
- Основні визначення теорії інформації: данні, інформація, повідомлення, сигнал, види та параметри сигналу, канал зв'язку, лінія зв'язку.
- Види інформації. Процес зберігання, обробки та передачі інформації.
- Моделі інформаційних систем. Математичні моделі каналу зв'язку.
- Кількісні характеристики інформації.
- Ансамблі та джерела повідомлень.
- Кількісна міра інформації.
- Поняття, алфавіт та ознаки коду.
- Класифікація, характеристики та вигляд кодів.

### **Тема 2. Мала теорема Ферма**

1. Підготувати доповіді на теми:

- Мала теорема Ферма і її застосування в криптосистемах
- Історія появи малої теореми Ферма
- Теорема Лагранжа
- Способи доказування малої теореми Ферма

### **Тема 3. Перетворення Фур'є для періодичних сигналів**

1. Підготувати доповіді на теми:

- Приклад розкладання періодичних сигналів в ряд Фур'є
- Спектри періодичних сигналів
- Властивості дискретного перетворення Фур'є

### **Тема 4. Перетворення Фур'є для неперіодичних сигналів**

1. Підготувати доповіді на теми:

- Спектральне подання неперіодичних сигналів

### **Тема 5. Спектральне представлення випадкових сигналів**

1. Підготувати доповіді на теми:

- Спектральне представлення дискретних сигналів
- Характеристика випадкових сигналів
- Параметри динаміки випадкових сигналів (процесів) в часі

### **Тема 6. Власна та максимальна ентропія дискретного повідомлення**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Власна ентропія дискретного повідомлення
  - Максимальна ентропія дискретного повідомлення

### **Тема 7. Застосування теореми Котельникова для дискретизації реальних процесів**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Вивчення частотного критерію Котельникова
  - Квантування сигналів

### **Тема 8. Надмірність дискретних повідомлень**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Продуктивність джерел дискретних повідомлень
  - Надмірність повідомлень і кодів

### **Тема 9. Пропускна здатність каналу**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Розподіл Больцмана
  - Вільна енергія Гельмгольца
  - Пропускна здатність дискретного (цифрового) каналу
  - Визначення пропускної здатності каналу
  - Пропускна здатність каналу зі зміною відношення сигнал/шум

### **Тема 10. Основні теореми кодування для каналів без перешкод**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Теорема Шеннона для каналів без перешкод
  - Оптимальне кодування
  - Основні теореми кодування для каналів
  - Постановка задачі кодування в каналах без перешкод

### **Тема 11. Ефективне кодування Шеннона-Фано**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Алгоритм обчислення кодів Шеннона-Фано
  - Переваги та недоліки ефективного кодування Шеннона-Фано
2. Побудувати код Шеннона-Фано онлайн за допомогою сайту:  
<https://calcs.ucoz.ru/publ/9-1-0-22>

### **Тема 12. Теорема Шеннона**



1. Підготувати доповіді на теми:
  - Перша теорема Шеннона
  - Друга теорема Шеннона
2. Здійснити кодування і декодування власного прізвища записаного два рази без пропуску.
3. Завантажити програму LZWteach.EXE.
4. У Режимі демонстрація роботи алгоритму LZW ознайомитися з роботою алгоритму на прикладі введеної послідовності символів.
5. У Режимі оцінка вивчення алгоритму Лемпела-Зіва-Велча ввести послідовність задану викладачем і самостійно виконувати кодування і декодування заданої послідовності символів.
6. Виконати стиснення декількох файлів різного типу (текстових, програм, рисунків) у Режимі кодування/декодування файлів.

### **Тема 13. Побудова двійкових групових кодів Хеммінга з виявленням та виправленням помилок**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Характеристики коду Хеммінга
  - Принцип побудови коду Хеммінга
2. Закодувати повідомлення вручну кодом Хеммінга з кодовою відстанню  $d=3$  і  $d=4$ .
3. Запустити на виконання програму Hemming.Exe.

### **Тема 14. Циклічний код Хеммінга**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Побудова систематичного циклічного коду Хеммінга
  - Побудова несистематичного циклічного коду Хеммінга
  - Властивості циклічних кодів по виявленню помилок

### **Тема 15. Код Ріда-Соломона**

1. Підготувати доповіді на теми:
  - Коди Ріда-Соломона з точки зору користувача ПК
  - Декодування кодів Ріда-Соломона

## ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Статистичні методи стиснення.
2. Метод Хафмена.
3. Арифметичне кодування.
4. Словникові методи стиснення.
5. Алгоритм LZ77.
6. Алгоритм LZSS.
7. Алгоритм LZ78.
8. Алгоритм LZW.
9. Стиснення зображень. Алгоритм RLE.
10. Диференціальне кодування.
11. Кольорові моделі. Алгоритм стиснення JPEG.
12. Коди без пам'яті. Нерівність Крафта.
13. Теорема посимвольного нерівномірного кодування.
14. Оптимальні методи статистичного кодування Хафмена та Шеннона-Фано.
15. Коди з пам'яттю.
16. Метод блокування повідомлень.
17. Типи кодів.
18. Кодова відстань.
19. Властивості завадостійких кодів.
20. Код з перевіркою на парність.
21. Ітеративний код.
22. Твірна та перевірна матриці лінійного блокового коду.
23. Кодовий синдром.
24. Арифметичне кодування.
25. Словникові методи стиснення Зіва-Лемпела.
26. Стиснення без втрати інформації.
27. Стиснення із втратами інформації.
28. Факсимільне стиснення.
29. Сучасні архіватори. Призначення, принципи побудови, характеристики. Програми-архіватори: WinZip, WinRAR.
30. Системи кольорів RGB, CMYK, HSB, LAB та їх використання для кодування кольорових зображень.
31. Коди Боуза – Чоудхурі – Хоквінгема.
32. Коди Галуа.
33. Коди Грея.
34. Коди в системі залишкових класів.
35. Завадостійке кодування інформації.

36. Основні визначення криптолінгвістики.
37. Лінгвістичні схеми у криптографії.
38. Лінгвістичне дешифрування.
39. Ансамблі та джерела повідомлень.
40. Потенційна завадостійкість каналів зв'язку.
41. Коди, що виявляють помилки.
42. Коди, що виправляють помилки.
43. Інформаційні характеристики джерел повідомлень та каналів зв'язку.

## ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Які існують види інформації?
2. Як формулюють теорему дискретизації?
3. Що таке інформація, кодування, канал зв'язку, завади?
4. Що таке ансамблі та джерела повідомлень?
5. У чому полягають основні положення К. Шеннона до визначення кількості інформації?
6. Як визначають кількість інформації, що міститься в одному повідомленні дискретного джерела? Які її властивості?
7. Що таке ентропія джерела та які її властивості?
8. Як визначають кількість інформації на одне повідомлення джерел взаємозалежних повідомлень? Які її властивості?
9. Що таке умовна ентропія? Які є види умовної ентропії?
10. Чим задають статистичну залежність двох джерел?
11. Як знаходять часткову умовну ентропію?
12. Як знаходять загальну умовну ентропію?
13. Які основні властивості умовної ентропії?
14. Чим зумовлена статистична надлишковість джерела інформації?
15. Чим описують інформаційний канал?
16. Що таке двійковий симетричний канал, як його описують?
17. Як визначають ентропію об'єднання двох джерел інформації?
18. Які основні властивості взаємної ентропії?
19. Як знаходять кількість інформації на одне повідомлення двох статистично залежних джерел?
20. Що таке марковський процес?
21. Класифікація станів марковського процесу. Що таке ергодичний стан?
22. Класифікація станів марковського процесу. Що таке нестійкий стан?
23. Класифікація станів марковського процесу. Що таке поглинальний стан?
24. Що таке марковські джерела? Чим їх характеризують?
25. Що таке ланка Маркова. Чим описують процес ланки Маркова?
26. Основні властивості ланок Маркова.
27. Що таке продуктивність дискретного джерела інформації і як її визначають?
28. Чому дорівнюють інформаційні втрати під час передавання інформації через канал зв'язку?
29. Чому дорівнюють інформаційні втрати в каналі з абсолютною статистичною залежністю його входу та виходу?

30. Чому дорівнюють інформаційні втрати в каналі зі статистично незалежними його входом та виходом?
31. Що таке швидкість передавання інформації через канал зв'язку і які її визначають?
32. Що таке пропускна здатність каналу зв'язку та чим вона визначена, якщо в каналі нема завад?
33. Яке формулювання теореми Шеннона про кодування дискретного джерела без завад?
34. Чим визначена пропускна здатність каналу зв'язку за наявності завад?
35. Яке формулювання теореми Шеннона про кодування дискретного джерела за наявності завад?
36. Якими статистичними моделями описують джерела інформації?
37. Що таке економне кодування інформації? З якою метою його застосовують?
38. Які є способи задання кодів?
39. Що таке рівномірні й нерівномірні коди?
40. Що таке надлишковість коду? Як її визначають?
41. З якою метою використовують оптимальні нерівномірні коди?
42. Які коди називають префіксними? Що таке вектор Крафта? Як записують нерівність Крафта?
43. Який критерій існування префіксного коду? У чому він полягає?
44. У чому полягає умова оптимальності префіксних кодів?
45. Що визначає пряма теорема посимвольного нерівномірного кодування?
46. Що визначає обернена теорема посимвольного нерівномірного кодування?
47. Який критерій існування коду з середньою довжиною кодових слів, що дорівнює ентропії джерела? З чого він випливає?
48. У чому полягає алгоритм побудови оптимального коду Хафмена?
49. У чому полягає алгоритм побудови оптимального коду Шеннона–Фано?
50. Які переваги та недоліки використання оптимального кодування Шеннона–Фано і Хафмена?
51. У чому полягає алгоритм побудови коду Шеннона?
52. З чого випливає однозначна декодованість коду Шеннона?
53. У чому полягає алгоритм побудови коду Гільберта–Мура?
54. З чого випливає однозначна декодованість коду Гільберта–Мура?
55. Які коди називають блоковими? Що таке порядок блокового коду?
56. У чому полягає метод блокування повідомлень?
57. Яка мета стиснення інформації? Які основні елементи охоплює система стиснення інформації? Які функції вони виконують?
58. За якими ознаками класифікують системи й методи стиснення даних?

59. Чим відрізняються системи стиснення інформації, призначені для передавання й архівації даних?
60. Які способи стиснення належать до лінійних, матричних, каскадних?
61. Як характеризують системи стиснення інформації за ступенем і швидкістю стиснення?
62. Які системи характеризують стисненням без втрат інформації? Які основні елементи вони охоплюють?
63. Як знаходять коефіцієнт і швидкість стиснення двійкових даних?
64. Які системи характеризують стисненням із втратами інформації? У чому різниця систем із втратами й без втрат інформації?
65. Чим визначені швидкість стиснення й розмір спотворень у системах стиснення з втратами інформації?
66. Як відбувається стиснення інформації за допомогою алгоритму Хафмена? Яка структура кодового слова? Як передають інформацію про код?
67. Як визначають границі стискання інформації у разі двопрхідного кодування за алгоритмом Хафмена?
68. Як будують блоковий код Хафмена?
69. Чим оцінюють ефективність стиснення інформації?
70. Які недоліки та характерні особливості двопрхідного алгоритму Хаффмена?
71. У чому полягає арифметичний алгоритм кодування інформації? Якої переваги порівняно з іншими статистичними методами стиснення інформації?
72. Як відбувається кодування даних за арифметичним алгоритмом?
73. Як відбувається декодування даних за арифметичним алгоритмом?
74. Які проблеми виникають у разі практичній реалізації арифметичного кодування? Як їх можна усунути?
75. У чому полягає основна ідея словникових методів стиснення інформації? У чому переваги використання словникових методів порівняно зі статистичними?
76. На які основні групи поділяють словникові алгоритми стиснення? Які їхні ознаки?
77. У чому полягають словникові методи стиснення з використанням “ковзного” вікна LZ77, LZSS? Чим визначена довжина кодів цих алгоритмів?
78. Які переваги модифікованого алгоритму LZSS порівняно з LZ77?
79. Які недоліки словникових алгоритмів LZ77, LZSS?
80. У чому полягають словникові методи стиснення LZ78, LZW? Чим визначена довжина кодів для цих алгоритмів? Які переваги модифікації LZW?

81. Які переваги алгоритмів LZ78, LZW порівняно з LZ77, LZSS?
82. У чому полягає алгоритм кодування довжин повторів (RLE)? Які є варіанти алгоритму? Чим вони відрізняються?
83. У чому полягає алгоритм диференціального кодування? Для яких даних диференціальне кодування є ефективнішим, ніж просте кодування, і чому?
84. Які коди належать до завадостійких? Які загальні властивості вони мають?
85. Для чого в завадостійкі коди вводять надлишковість?
86. Які є типи завадостійких кодів?
87. Що таке кодова відстань на прикладі двійкового трирозрядного коду?
88. Як визначають вагу і відстань Хеммінга для двійкових послідовностей?
89. Що таке мінімальна кодова відстань Хеммінга? Як її визначають?
90. Який існує зв'язок між мінімальною кодовою відстанню та властивостями завадостійких кодів?
91. Яка загальна методика проектування завадостійких кодів?
92. Які коди належать до лінійних блокових кодів? Які коди мають властивість систематичності?
93. У чому полягає принцип кодування з перевіркою на парність? Яка надлишковість коду? У чому переваги та недоліки кодування?
94. У чому полягає принцип виявлення і виправлення помилок ітеративним кодом? Які переваги та недоліки такого кодування?
95. Які є способи задання лінійних блокових кодів? Які основні частини мають кодові слова лінійного блокового коду?
96. Що таке твірна матриця лінійного блокового коду? Які її властивості? Яка структура твірної матриці?
97. Що таке перевірна матриця лінійного блокового коду? Які її властивості? Яка структура перевірної матриці?
98. Як визначають вектор помилок у двійковому каналі зв'язку? У чому полягає задача декодування переданого кодового слова?
99. Що таке кодовий синдром лінійного коду? Як його визначають?
100. Яку властивість має кодовий синдром прийнятої кодової послідовності? У яких випадках синдром не дає змоги знайти помилки в переданій послідовності?
101. Як вектор помилки пов'язаний з кодовим синдромом лінійного блокового коду?
102. Як за допомогою кодового синдрому виявляють та виправляють помилки лінійним блоковим кодом?
103. Які необхідні і достатні умови існування завадостійкого коду?
104. Як визначають мінімальну кількість перевірних символів для лінійного блокового коду із заданими характеристиками?

105. Як побудувати твірну матрицю лінійного блокового коду із заданими характеристиками?
106. Які лінійні блокові коди називають кодом Хеммінга?
107. Як знаходять кількість інформаційних і перевірних символів для коду Хеммінга?
108. Як утворюються кодові слова коду Хеммінга?
109. Як будують перевірну матрицю коду Хеммінга?
110. Як побудувати твірну матрицю коду Хеммінга?
111. Як виконують декодування коду Хеммінга?
112. Як будують розширений код Хеммінга?
113. Що дає змогу виявити та виправити розширений код Хеммінга? Як виконують декодування розширеного коду Хеммінга?
114. У чому полягає принцип поліноміального кодування?
115. Які коди називають поліноміальними?
116. Що таке твірний поліном коду? Які властивості він має?
117. Як виявляють помилки поліноміальним кодом? У яких випадках помилки є не знайденими?
118. Як побудувати твірну матрицю поліноміального коду?
119. Які поліноміальні коди називають циклічними? Яка їхня структурата властивості?
120. У чому полягає алгоритм кодування циклічним кодом?
121. Що таке двійкове скінченне поле Галуа  $GF(2)$ ? Як визначають арифметичні операції в полі  $GF(2)$ ?
122. Як утворюється розширене поле Галуа  $(2^m)$   $GF$ ? Як визначають основні операції над елементами поля?
123. Що таке примітивний поліном? Що таке примітивний елемент поля?
124. Що таке незвідний поліном? Які його властивості?
125. Яке співвідношення між кодовим словом та коренями твірного полінома?
126. Що таке циклотомічний клас?
127. Як визначають поліном синдрому для циклічних кодів?
128. Як пов'язаний поліном синдрому з поліномом помилок у каналі?
129. Як побудувати твірну та перевірну матриці циклічного коду?
130. Як виявляють і виправляють помилки циклічним кодом?
131. У чому полягає алгоритм декодування циклічного коду на основі побудови гіпотез про наявність помилки в певному розряді?
132. У чому полягає алгоритм декодування циклічних кодів, що використовує послідовний циклічний зсув елементів кодової послідовності?
133. Які поліноміальні коди називають кодами Боуза–Чоудхурі–Хоквінгема (БЧХ)? Як визначають основні параметри коду?



134. Що таке примітивний код БЧХ?

135. Як визначають твірний поліном та будують твірну матрицю коду БЧХ?

136. Що таке непримітивний код БЧХ?

## **ФОРМИ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ**

**Поточний контроль** здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. При поточному контролі оцінці підлягають: рівень теоретичних знань та вміння працювати з науковою літературою, знання матеріалу, продемонстрованого у виконаних (як правило) індивідуальних завданнях; обґрунтованість висновків, а також самостійність та повнота вирішення практичних завдань та аналізу матеріалів; активність та систематичність роботи на заняттях; результати виконання домашніх завдань, тестів, експрес-опитувань тощо.

Форми проведення поточного контролю: усне опитування студентів, вирішення практичних завдань, тестові завдання (для зацікавленості у навчанні, розвитку здібностей студента може бути передбачено виконання інших, індивідуальних для кожного студента завдань).

**Проміжний контроль** проводиться після вивчення відповідних тем або блоку тем з метою з'ясування ступеню засвоєності студентами відповідного об'єму опрацьованого та вивченого матеріалу та подальшої оцінки рівня отриманих знань. Форми проведення проміжного контролю: контрольна робота, колоквиумекспрес-контроль на лекціях, тестове опитування, співбесіда (усне спілкування).

**Підсумковий контроль** у формі іспиту.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

При використанні форми контролю у вигляді заліку враховується поточна, зокрема самостійна робота, наукова діяльність студента. Крім того, студент має надати відповідь на залікове запитання. Оцінка рівня знань виконується за принципом "відповідь вірна" або "відповідь невірна". При вірній відповіді виставляється оцінка "зараховано", при невірній, неповній відповіді виставляється оцінка "не зараховано".

**СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ (СКЛАДОВІ ОЦІНЮВАННЯ  
РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ)**

Пункт оцінки	% підсумкової оцінки або максимальна оцінка в балах	Груповечі індивідуальне оцінювання
<b>Поточний контроль, разом, ут.ч.:</b>	<b>50</b>	
доповіді та повідомлення на семінарах	25	Групове та індивідуальне
виконання письмових індивідуальних завдань, рефератів, контрольних робіт	15	Індивідуальне
опитування на семінарських заняттях	10	Групове та індивідуальне
<b>Підсумковий контроль, разом, у т.ч.:</b>	<b>50</b>	
письмова компонента	25	Індивідуальне
усна компонента	25	Індивідуальне

## ШКАЛА ЗА ECTS

Сума балів	Оцінка за 7-бальною шкалою	Оцінка за 4-бальною шкалою	
		екзамен	залік
A	90-100	Відмінно	зараховано
B	82-89	Добре	
C	75-81		
D	67-74	Задовільно (достатньо)	
E	60-66		
Fx	35-59	Незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### ОСНОВНА

1. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник.- К.:Вища школа, 2011. — 255 с.
2. Цымбал В.Л. Теория информации и кодирование. 4-е изд. — К.: Вища школа, 1992.
3. Дейт К. Введение в системы баз данных. Пер. с англ. 6-е изд. — К.: Диалектика, 1998.
4. Хэмминг Р.В. Теория кодирования и теория информации. — М.: Радио и связь, 1983.
5. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. — М.: Наука, 1982.
6. Кузьмин И.В. и др. Кодирование и декодирование в информационных системах. — К.: Вища школа, 1985.
7. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. 7-е изд. — М.: ИНФРА, 1998.
8. Теория и практика обеспечения информационной безопасности. Под ред. Зегжды П.Д. — М.: Яхтемен, 1996.
9. Тулякова Н. О. Теорія інформації: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2008.- 212 с.
- 10.Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г. Теорія інформації і кодування / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. - 145 с.
- 11.Теорія інформації та кодування : підручник для студ. ВНЗ / В.І. Барсов, В.А. Красобаєв, О.І. Тиртишніков та ін. - Полтава: ПолтНТУ, 2011. – 320 с.
- 12.Подлевський Б. М. Теорія інформації в задачах. Центр навчальної літератури. 2019. – 271 с.
- 13.Основи теорії інформації та кодування : підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямами підготовки "Радіоелектронні апарати", "Телекомунікації", "Комп'ютерна інженерія" / Іван Васильович Кузьмін, Іван Васильович Троцишин, Андрій Іванович Кузьмін.За ред. Івана Васильовича Кузьміна. – 3-тє вид.– Хмельницький : ХНУ, 2009.– 373 с.
- 14.Подлевський Б. М. Теорія інформації в задачах: підручник / Б. М. Подлевський, Р. Є. Рикалюк. – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 271 с.
- 15.Подлевський Б. М. Теорія інформації : підручник / Б. М. Подлевський, Р. Є. Рикалюк. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2016. – 342 с.
- 16.Василенко М.Д., Кирєєва Н.С. Електронна комерція в проявах юриспруденції (законодавства) та кібербезпеки (несанкціонованих вторгнень): міждисциплінарне дослідження // Наукові праці Національного університету "ОЮА". Т.26. - Одеса: 2020. С. 25-33.

17. Бойко В.Д., Василенко М.Д. Система виявлення вторгнень з використанням технології зв'язаних списків. Контроль і управління в складних системах (КУСС-2020). XV Міжнародна конф. Тези доповідей. Вінниця. 8-10 жовт. 2020 року. Вінниця. ВН ТУ. 2020. С. 80-82.
18. Баландіна Н. М., Василенко М. Д., Слатвінська В. М., Сисоєнко С. В. Особливості підходів до моделювання поведінкових проявів у соціальному інжинірингу в інтересах захисту інформації. Вісник Черкаського державного технологічного університету: технічні науки. 2020. №4. С. 57-66.

#### ДОДАТКОВА

1. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинінін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
2. Яглам А.М., Яглам И.М. Вероятность и информация. 3-е изд. — М.: Наука, 1973.
3. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. Пер. с англ. — М.: Мир, 1976.
4. Касами Т., Токура Н., Ивадари Е., Иванаки Я. Теория кодирования. — М.: Мир, 1978.
5. Бэрлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. — М.: Мир, 1971.
6. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. — М.: Сов. радио, 1974.
7. Стрятанович Р.Л. Теория информации. — М.: Сов. радио, 1975.
8. Мак-Вильямс Ф. Дж., Слоэн Н. Дж. Теория кодов, исправляющих ошибки. — М.: Связь, 1979.
9. Математические основы информатики. Под ред. Савинкова В.М. — М.: Финансы и статистика, 1987.
10. Шилейко А.В., Очнев В.Ф., Шимушин Ф.Ф. Введение в информационную теорию систем. — М.: Радио и связь, 1985.
11. Блюменяц Д.И. Информация и информационный сервис. — Ленинград, Москва, 1989.
12. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. — М.: Высшая школа, 1989.
13. Кларк Дж.К. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1987.
14. Злотник Б.М. Помехоустойчивые коды в системах связи. — М.: Радио и связь, 1989.
15. Финк Л.М. Сигналы, помехи, ошибки. — М.: Радио и связь, 1984.
16. Гнедянюк Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей — М.: Наука, 1982.

17. Алексеева Т.Л. Элементы теории информации и кодирования. — К.: Вища школа, 1977.
18. Банкет В. Л. Завадостійке кодування в телекомунікаційних системах: навч. посіб. з вивчення модуля 4 дисципліни ТЕЗ / В.Л. Банкет, П.В. Іващенко, М.О. Іщенко. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 100 с.
19. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Теорія інформації та кодування» / Укладач: С. В. Соколов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2020. – 101 с.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Project Jupyter | Home [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://jupyter.org/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
2. GitHub - dit/dit: Python package for information theory. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://github.com/dit/dit> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
3. dit: discrete information theory — dit 1.2.3 documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://docs.dit.io/en/latest/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
4. Signalprocessing (scipy.signal) — SciPy v1.3.1 ReferenceGuide [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
5. PythonTutorial - SignalProcessingwithNumPyarraysiniPython - 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV\\_Python/python\\_opencv3\\_NumPy\\_Arrays\\_Signal\\_Processing\\_iPython.php](https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_NumPy_Arrays_Signal_Processing_iPython.php) (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
6. Plotting a Spectrogramusing Python and Matplotlib | Pythonic.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pythonic.com/visualization/signals/spectrogram> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
7. Overview — NumPy v1.17 Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.scipy.org/doc/numpy/index.html> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
8. HomePageScilab [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.scilab.org/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
9. GNU Radio - TheFree&OpenSourceRadioEcosystem · GNU Radio [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.gnuradio.org/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
10. Tutorials - GNU Radio [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://wiki.gnuradio.org/index.php/Tutorials> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.

11. JoshKnows | Introductory Tour of the GNU Radio Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.joshknows.com/gnuradio> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
12. Bonnie Saunders [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://homepages.math.uic.edu/~saunders/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
13. CryptoClub [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cryptoclub.org/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
14. HackingSecretCipherswithPython [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://inventwithpython.com/hacking/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
15. Cracking Codes with Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://inventwithpython.com/cracking/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
16. Plotting Magnitude Spectrum of a signal using Python and matplotlib | Pythontic.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pythontic.com/visualization/signals/magnitude%20spectrum> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
17. Applying Fourier transform in Python using numpy. fft | Pythontic.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://pythontic.com/visualization/signals/fouriertransform\\_fft](https://pythontic.com/visualization/signals/fouriertransform_fft) (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
18. Blinker Documentation — Blinker [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pythonhosted.org/blinker/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
19. Audio Signals in Python – Inspiration Information [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://myinspirationinformation.com/uncategorized/audio-signals-in-python/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
20. Error-correcting code - Encyclopedia of Mathematics [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Error-correcting\\_code](https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Error-correcting_code) (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
21. Discrete Mathematics Tutorial – Tutorialspoint [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.tutorialspoint.com/discrete\\_mathematics/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/discrete_mathematics/index.htm) (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
22. Basicsignals - MyClassBook.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://myclassbook.org/basic-signals/> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
23. Coding theory: the first 50 years | plus.maths.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plus.maths.org/content/coding-theory-first-50-years> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
24. GitHub – spatial audio/signals-and-systems-lecture: Continuous and Discrete Signals and Systems – Theory and computational examples [Электронный



- ресурс]. – Режим доступу : <https://github.com/spatialaudio/signals-and-systems-lecture> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
25. Курко А.М. Введення в теорію інформації [Електронний ресурс]: Посібник до вивчення дисципліни «Теорія інформації» / А.М.Курко, В.Я. Решетняк. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2017. – 108 с. – Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21919> (дата звернення: 2019-10-27). – Назва з екрана.
26. Основи теорії інформації та кодування: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні та інформаційні технології кінематографії та аудіовізуальних систем» / М. І. Романюк, Г. Г. Власюк; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,09 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с. (дата звернення: 2020-08-30). – Назва з екрана.
27. Теорія сигналів. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Частина 3. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 125 «Кібербезпека», освітня програма «Системи технічного захисту інформації» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. М. Куш, Д. О. Прогонов, Смирнов В.П.. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,25 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 31 с.

## ЗМІСТ

Опис навчальної дисципліни	3
Заплановані результати навчання	4
Структура навчальної дисципліни	5
Програма навчальної дисципліни	6
Теми практичних занять	9
Завдання для самостійної роботи	15
Теми рефератів	18
Питання до іспиту	20
Форми підсумкового контролю успішності студентів	26
Критерії оцінювання	26
Схема нарахування балів (складові оцінювання результатів навчання)	27
Шкала за ECTS	28
Рекомендована література	29

Навчальне видання

**Віктор Дмитрович Бойко**

**Микола Дмитрович Василенко**

**Валерія Миколаївна Слатвінська**

## **ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ**

**Навчально-методичні рекомендації**

(для студентів факультету кібербезпеки та інформаційних технологій)

*Українською мовою*