

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФКІТ
Ігор ЯКИМЕНКО



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ



РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни

«ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 12 Інформаційні технології

Спеціальність – 125 Кібербезпека та захист інформації

Освітньо-професійна програма – Кібербезпека

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Екзамен (сем)
Денна	1	2	32	14	3	6	65	120	2

30.08.2024
[Signature]

Тернопіль – 2024

Робоча програма розроблена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 125 «Кібербезпека та захист інформації», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 11 від 26.06.2024 р.).

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, к.т.н. Сегін Андрій Ігорович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, протокол № 1 від 27.08.2023 р.

Завідувач кафедри
спеціалізованих комп'ютерних систем

 Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності кібербезпека та захист інформації, протокол № 1 від 30.08.2024 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності



Василь ЯЦКІВ

Гарант ОП



Михайло КАСЯНЧУК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни „Теорія інформації та кодування ”

Дисципліна – Теорія інформації та кодування	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 4	Галузь знань 12 - Інформаційні технології	Статус дисципліни – обов’язкова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність - 125 Кібербезпека та захист інформації	Рік підготовки – 1 Семестр – 2
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції – 32 год. Практичні заняття – 14 год.
Загальна кількість годин – 120		Самостійна робота – 65 год Тренінг – 6 год Індивідуальна робота – 3 год
Тижневих годин: 8 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування»

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Мета дисципліни «Теорія інформації і кодування» полягає в ознайомленні студентів з теоретичними основами оцінки інформаційних процесів, організації ефективного завадостійкого кодування з виявленням і виправленням помилок, алгоритмів кодування та декодування даних, сучасних методів кодування даних в каналах зв’язку, а також отриманні студентами практичних навичок в створенні як апаратних так і програмних кодерів і декодерів з використанням сучасних програмних і апаратних засобів.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання курсу полягає у:

- здобутті студентами теоретичних знань про принципи та методи оцінки інформативності повідомлень,
- формування кодів та оцінки їх ефективності,
- здобуття практичного досвіду вирішення завдань завадостійкого кодування,
- отриманні практичних навичок розробки апаратних та програмних кодерів-декодерів,
- освоєнні сучасних методів кодування даних.

Проведення лекційних занять забезпечує знання основ теорії інформації та теорії кодування, принципів та методів побудови завадостійких кодів з виявленням та виправленням помилок, методів та засобів створення апаратних та програмних кодерів та декодерів та умінь оцінювати кількість інформації, надлишковість повідомлень, пропускну здатність каналів зв’язку, розробляти системотехнічні та програмні засоби для кодування та декодування повідомлень з використанням різних типів сучасних кодів, застосовувати сучасні методи кодування для реальних об’єктів з метою виявлення та усунення помилок у відповідності з програмою та робочим планом та формуванні у студентів цілісної системи теоретичних знань з курсу «Теорія інформації та кодування».

Проведення практичних занять забезпечує здатність розраховувати інформаційні характеристики об’єктів, обирати і реалізовувати адекватні способи та засоби кодування даних.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації

2.4 Передумови для вивчення дисципліни.

Теоретичною базою вивчення дисципліни “Теорія інформації і кодування” є попередні навчальні дисципліни: «Основи програмування», «Основи кібербезпеки»,

2.5. Результати навчання

Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення.

Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у навчанні та професійній діяльності.

Застосовувати теорії та методи захисту для забезпечення безпеки інформації в інформаційно телекомунікаційних системах.

3. Зміст дисципліни «Теорія інформації та кодування»

Змістовний модуль 1. Основи теорії інформації”.

Тема 1. Основні поняття теорії інформації.

Поняття інформації, кількість інформації, ентропії, середня кількість інформації, пропускну здатність каналу для дискретних повідомлень.

Література 1-9.

Тема 2. Міри оцінки кількості інформації та ентропії

Визначення кількості інформації та ентропії за Хартлі, Шеноном та іншими оцінками.

Література 1-9.

Тема 3. Визначення кількості інформації та ентропії для багатоканальних об'єктів.

Кількість інформації, її визначення. Поняття ентропії.

Література 1-9.

Тема 4. Визначення умовної кількості інформації та ентропії для статистично залежних джерел. Умовна імовірність подій. Визначення кількості інформації для статистично залежних подій. Визначення середньої кількості інформації та середньої ентропії для статистично залежних джерел інформації.

Змістовний модуль 2. Ефективне та завадозахищене кодування

Тема 5. Загальна характеристика ефективного кодування.

Теорема Шенона про кодування при відсутності завад. Методика Шенона-Фано. Кодування блоками.

Література 1-9.

Тема 6. Алгоритм кодування методом Шенона-Фано та Хаффмена.

Побудови оптимальних кодів методами Шенона-Фано та Хаффмена. Префіксні коди.

Література 1-9.

Тема 7. Завадостійке кодування.

Загальна характеристика завадозахищених кодів. Кодова відстань і коректуюча здатність кодів. Коди з повторенням, коди з повторенням та інверсією.

Коди із захистом за паритетом по горизонталі та по вертикалі. Методика формування кореляційного та манчестерського коду, алгоритми виявлення та виправлення помилок.\

Література 1-9.

Тема 8. Коди Грея.

Методика побудови кодів Грея та їх властивості.

Література 1-9.

Тема 9. Лінійні групові коди.

Коди Хемінга. Групові коди та принципи формування утворюючої матриці.

Література 1-9.

Тема 10. Циклічні коди.

Методика формування циклічних кодів, алгоритми виявлення та виправлення помилок.

Література 1-9.

Тема 11. Коди Ріда-Соломона.

Методика побудови кодів та виправлення помилок.

Література 1-9.

Тема 12. Коди БЧХ

Методика кодування та декодування даних з використанням методики БЧХ.

Література 1-9.

Тема 13. Коди в системі залишкових класів.

Основи переведення даних в СЗК та навпаки. Типи кодувань в СЗК.

Література 1-9.

Тема 14. Коды Галуа.

Теорія полів Галуа. Методика формування кодів Галуа та їх властивості.

Література 1-9.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Теорія інформації та кодування»

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	СРС	ІРС	Тренінг	Контрольні заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основи теорії інформації.</i>						
Тема 1. Основні поняття теорії інформації.	2		4	1	2	Поточне опитування
Тема 2. Міри оцінки кількості інформації та ентропії.	2		4			
Тема 3. Визначення кількості інформації та ентропії для багатоканальних об'єктів.	2	2	4			
Тема 4. Визначення умовної кількості інформації та ентропії для статистично залежних джерел.	2	2	4			
<i>Змістовний модуль 2. Ефективне та завадозахищене кодування</i>						
Тема 5. Загальна характеристика ефективного кодування.	2		4	1	2	Поточне опитування
Тема 6. Алгоритм кодування методом Шенона-Фано та Хаффмена.	2	2	5			
Тема 7. Завадостійке кодування.	2		5			
Тема 8. Коды Грея.	2	2	5			
Тема 9. Коды Хемінга	2	2	5	1	2	Поточне опитування
Тема 10. Лінійні групові коди.	2	2	5			
Тема 11. Циклічні коди.	2	2	5			
Тема 12. Коды Ріда-Соломона.	4		5			
Тема 13. Коды БЧХ	4		5			
Тема 14. Коды в системі залишкових класів.	2		5			
Разом	32	14	65	3	6	

5. Теми практичних робіт.

Практична робота № 1

Тема: Визначення кількості інформації та ентропії для багатоканальних джерел інформації.

Мета: Вивчення кількісних оцінок інформації та ентропії для багатоканальних джерел інформації.

1. Визначення імовірності багатоканальних джерел інформації.
2. Визначення кількості інформації багатоканальних джерел інформації.
3. Методи визначення ентропії багатоканальних джерел інформації.

Література: 2, 3, 4, 6.

Практична робота № 2

Тема: Визначення кількості інформації та ентропії для статистично залежних джерел інформації.

Мета: Вивчення кількісних оцінок інформації та ентропії для статистично залежних повідомлень.

1. Визначення імовірності статистично залежних повідомлень.
2. Визначення кількості інформації статистично залежних повідомлень.
3. Методи визначення ентропії статистично залежних повідомлень.

Література: 2, 3, 4, 6.

Практична робота № 3

Тема: Алгоритм кодування методом Шенона-Фано та Хаффмана

Мета: Вивчення побудови кодів методом Шенона-Фано та Хаффмана

Питання для обговорення:

1. Методика побудови кодів Шенона-Фано.
2. Кодування блоками.
3. Загальна характеристика кодів Шенона-Фано.
4. Методика побудови кодів Хаффмана.
5. Загальна характеристика кодів Хаффмана.
6. Префіксні коди.

Література: 1, 5, 8

Практична робота № 4

Тема: Коди Грея

Мета: Вивчення методики побудови кодів Грея та їх характеристик.

Питання для обговорення:

1. Характеристика кодів Грея.
2. Методика побудови кодів Грея.
3. Методика апаратного формування кодів Грея.

Література: 1, 7, 9.

Практична робота № 5

Тема: Коди Хемінга

Мета: Вивчення методики побудови кодів Хемінга, їх властивостей та виправлення помилок на їх основі.

Питання для обговорення:

1. Завадостійке кодування, поняття Хемінгової відстані.
2. Визначення надлишковості коду на основі мінімальної Хемінгової відстані
3. Визначення коректуючих властивостей коду.
4. Загальна характеристика кодів Хемінга.
5. Коди Хемінга, методика їх побудови та виправлення помилок.

Література: 1, 7, 9.

Практична робота № 6

Тема: Лінійні групові коди

Мета: Вивчення методики побудови групових кодів, їх властивостей та виправлення помилок на їх основі.

Питання для обговорення:

1. Визначення коректуючих властивостей коду.
2. Загальна характеристика лінійних групових кодів.
3. Лінійні групові коди та методика їх побудови на основі утворюючої матриці.
4. Методика побудови перевірконої матриці для групових кодів.
5. Методика виправлення помилок у повідомленнях на основі групових кодів.

Література: 1, 7, 9.

Практична робота № 7

Тема: Циклічні коди

Мета: Вивчення принципів побудови циклічних кодів

Питання для обговорення:

1. Ідея побудови циклічних кодів та їх властивості.
2. Неприводимі многочлени та побудова на їх основі циклічних кодів.
3. Побудова циклічних кодів на основі утворюючої матриці.
4. Принципи формування синдрому помилок в циклічних кодах.
5. Побудова циклічних кодів шляхом множення на утворюючий многочлен.
6. Виявлення та виправлення помилок в циклічних кодах.

Література: 1, 7, 9.

6. Самостійна робота

Самостійна робота з курсу «Теорія інформації та кодування» виконується самостійно

студентом на основі одного вибраного завдання з переліку, що охоплює основні теми курсу. Виконання самостійної роботи є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

Орієнтовна тематика завдань

№ п/п	Тематика
1	Кількість інформації та ентропія.
2	Оцінки кількості інформації.
3	Імовірнісні характеристики кодів.
4	Теорема Шенона про ефективне кодування.
5	Методика кодування Шенона-Фано.
6	Методика кодування Хаффмена.
7	Характеристики завадостійкого кодування.
8	Лінійні групові коди
9	Коди Хемінга.
10	Модифіковані коди Хемінга
11	Коди з перевіркою на парність.
12	Коди з перевіркою на парність по горизонталі і вертикалі.
13	Манчестерські коди.
14	Циклічні коди.
15	Коди БЧХ.
16	Коди в системі залишкових класів.
17	Коди Галуа.
18	Інші сучасні методи кодування.

7. Організація та проведення тренінгу з дисципліни «Теорія інформації та кодування».

Порядок проведення тренінгу:

1. Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.
2. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.
3. Практична частина реалізується шляхом виконання одного завдання з запропонованого переліку за обраною темою.
4. Підведення підсумків. Представлення та обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносяться на тренінг.

Мета тренінгу: закріплення та систематизація знань студентів із завадостійкого кодування даних в комп'ютерно-інтегрованих та телекомунікаційних системах.

Завдання тренінгу:

Побудувати завадостійкий циклічний код. В якості породжуючого многочлена коду взяти неприводимий примітивний поліном $r(x)$ з таблиці варіантів.

1. По заданому поліному побудувати породжуючу і перевірочну матриці в систематичному вигляді.
2. Оцінити коректуючу здатність побудованого коду і розрахувати характеристики його завадостійкості при заданій ймовірності спотворення одного символу коду.
3. Розробити алгоритм і програму захисту від спотворень під впливом завад даних з текстового файлу довільної довжини за допомогою розробленого завадостійкого коду.
4. Змодельовати процес проходження отриманого коду через двійковий симетричний канал зв'язку з ймовірністю спотворення кожного символу коду p з таблиці варіантів. Додати кілька пакетів помилок в середині слова і кінці.
5. Розробити алгоритм і програму декодування спотвореного в каналі зв'язку коду шляхом перевірки наявності помилки в кожному блоці і виправлення помилки за критерієм найменшої відстані.
6. Порівняти файли даних: вихідний і отриманий в результаті декодування, порахувати кількість спотворених символів і порівняти його з характеристиками завадостійкості коду, обчисленими в п.2.
7. Залежно від результатів попереднього кроку змінити характеристику каналу зв'язку - ймовірність спотворення p (збільшити, якщо якість передачі даних добра і зменшити, якщо погана) і повторити пункти 4-6. Зробити висновки про відповідність побудованого коду характеристикам каналу зв'язку.

8. Методи навчання.

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; практичні роботи, індивідуальні заняття; робота в Інтернет.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування за кожним змістовним модулем;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи
- екзамен;

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теорія інформації та кодування» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
20%	20%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне з оцінок, отриманих за теоретичне опитування на заняттях (теми 1-14)	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання та захист практичних робіт 1-7	Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та презентацію одного завдання тренінгу	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання та презентацію результатів одного завдання самостійної роботи	Теоретичні питання: 2 питання по 30 балів - max 60 балів. Практичне завдання - max 40 балів.

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1 -14
2	Персональні комп'ютери	1 -14
3	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1 -14
4	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1 -14
5	Наявність доступу до мережі Інтернет	1 -14

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Теорія інформації і кодування: курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 124 «Системний аналіз» /КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.С.Коваленко. Електронні текстові дані (1 файл: 5,758 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 248 с.
2. Введення в теорію інформації : посібник до вивчення дисципліни теорія інформації для студентів за напрямом підготовки 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / Укладачі : Курко А.М., Решетник В.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 108 с.
3. Основи теорії інформації та кодування. Конспект лекцій: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні та інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки»/ М.І. Романюк; Ю. Г. Савченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,86 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –70 с.
4. Приходько С. І., Трубочанінова К. А., Батаєв О. П. Основи теорії інформації та кодування: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 109 с., табл. 51.
5. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 3. Способи кодування сигналів: Том 1. Натуральні, ефективні та лінійні коди [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні прилади та пристрої» / С.В. Денбновецький, І.В. Мельник, Л.Д. Писаренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 470с.
6. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 3. Способи кодування сигналів. Том 2. Групові, ітеративні та згорткові коди. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні пристрої та системи» та «Електронні прилади та пристрої» / С.В. Денбновецький, І.В. Мельник, Л.Д. Писаренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. –634 с.
7. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 3. Способи кодування сигналів. ТОМ 3. Методи стиснення числової та текстової інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні пристрої та системи» та «Електронні прилади та пристрої» / С.В. Денбновецький, І.В. Мельник, Л.Д. Писаренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. –634 с.
8. Etzion T. Perfect Codes and Related Structures. World Scientific Publishing, 2022. — 436 p.
9. Radhakrishnan Sudhakar, Naduvath Sudev (eds.) Coding Theory. ITexLi, 2022. — 124 p.
10. Calkavur S., Bonnecaze A., Cruz R.D., Sole P. Code Based Secret Sharing Schemes: Applied Combinatorial Coding Theory. Springer, 2019. — 274 p.
11. Moon T.K. Error Correcting Codes: Mathematical Methods and Algorithms. 1st edition — Wiley, 2021. — 995p.
12. Spezia Stefano. Mathematical Theory and Applications of Error Correcting Codes. Arcler Press, 2021. — 560 p.
13. Alvim M.S., Chatzikokolakis K., McIver A., Morgan C., Palamidessi C., Smith G.S. The Science Of Quantitative Information Flow. New York: Springer, 2020. — 484 p.
14. Ball S. A Course in Algebraic Error-Correcting Codes. Birkhäuser, 2020. — xiii, 177 p.
15. Gazi O. Forward Error Correction via Channel Coding. Springer, 2020. — 326 p
16. Slinko A. Algebra for Applications: Cryptography, Secret Sharing, Error-Correcting, Fingerprinting, Compression. 2nd Ed. — Springer, 2020. — 376 p.
17. Stratonovich R.L. Theory Of Information And Its Value. Springer, 2020. — 431 p.
18. Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем. Монографія / за загальною редакцією А.І. Сегіна – Тернопіль: ВПЦ “Університетська думка” 2023. – 495 с
19. Николайчук Я.М. Коды поля Галуа: теория та застосування./Монографія/ - Тернопіль: ТзОВ "Терно-граф", 2012. - 392 с.
20. Сегін А. І.Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Теорія інформації та кодування». Тернопіль – 2017 – 93с.
21. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Теорія інформації та кодування». Тернопіль – 2017 – 60 с.