

# Робоча програма дисципліни «Теорія інформації та кодування»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

3

Модулі

Змістовних блоки курсу



# Загальна інформація про дисципліну

## Ідентифікація

**Назва:** Теорія інформації та кодування

**Спеціальність:** 123 Комп'ютерна інженерія

**Ступінь:** Бакалавр

**Обсяг:** 90 годин / 3 кредити ЄКТС

**Модулів:** 3 змістовних блоки

**Лекції:** 15 год. | **Лабораторні:** 15 год.

**Практичні:** 15 год. | **СРС:** 45 год.

## Призначення дисципліни

Дисципліна «Теорія інформації та кодування» формує у студентів системне розуміння математичних основ теорії інформації, методів ефективного та завадостійкого кодування, а також принципів стиснення та захисту даних. Курс охоплює ключові концепції міри інформації, ентропії, каналів зв'язку та алгоритмів кодування.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує формування фахових компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою, необхідних для розробки надійних цифрових систем.

# Загальні компетентності

## Математичне мислення

Здатність до застосування математичного апарату теорії ймовірностей та математичної статистики для аналізу інформаційних процесів, обчислення ентропії та характеристик каналів зв'язку.

## Комунікація

Здатність до усної та письмової комунікації: чітко пояснювати принципи кодування та передачі інформації, аргументовано захищати лабораторні роботи, оформлювати звіти та аналітичні записки.

## Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та організовувати виконання індивідуальних завдань у визначені строки, зокрема під час підготовки розрахункових робіт і дослідницьких проектів з кодування.

## Командна робота

Відповідальність, ініціативність та готовність працювати в команді під час виконання лабораторних робіт, аналізу алгоритмів кодування та спільного вирішення інженерних задач.

Студент повинен вміти: аналізувати інформаційні та статистичні дані; виділяти головне та узагальнювати результати досліджень; планувати власну діяльність і дотримуватися дедлайнів; коректно спілкуватися з викладачами та одногрупниками; брати участь у командній роботі та розподіляти обов'язки.

# Фахові компетентності

## Теорія інформації

Розуміння сутності та закономірностей теорії інформації: міра Шеннона, ентропія дискретних і неперервних джерел, взаємна інформація, пропускна здатність каналу зв'язку. Знання теорем кодування Шеннона та їх практичного застосування.

## Ефективне кодування

Здатність проектувати та аналізувати методи ефективного (економного) кодування: коди Хаффмана, Шеннона-Фано, арифметичне кодування, алгоритми стиснення даних без втрат (LZ77, LZ78, LZW) та з втратами.

## Завадостійке кодування

Знання принципів завадостійкого кодування: лінійні блокові коди, код Хемінга, циклічні коди, коди БЧХ, коди Ріда-Соломона. Розуміння методів виявлення та виправлення помилок у каналах зв'язку.

## Практичне програмування

Орієнтування у програмних засобах реалізації алгоритмів кодування та декодування; використання наукових та інформаційних ресурсів для розробки й тестування кодеків і систем захисту від помилок.

# Результати навчання

01

---

## Пояснення базових понять

Пояснювати сутність ключових понять і явищ: інформація, ентропія, надмірність, пропускна здатність каналу, ефективне кодування, завадостійкість, коригуючий код, стиснення даних.

03

---

## Розробка та реалізація алгоритмів

Розробляти та програмно реалізовувати алгоритми кодування і декодування, виконувати моделювання каналів зв'язку з завадами та оцінювати ефективність застосованих методів захисту інформації.

02

---

## Аналіз методів кодування

Аналізувати та порівнювати методи ефективного і завадостійкого кодування, застосовувати алгоритми побудови кодів, обчислювати характеристики якості коригуючих кодів і визначати оптимальні рішення.

04

---

## Використання наукових джерел

Орієнтуватися у науковій та навчально-методичній базі з теорії інформації та кодування; використовувати наукові й інформаційні ресурси для підготовки обґрунтованих технічних рішень і звітів.

# Математичні основи теорії інформації

1

Тема 1.1

Основні поняття теорії інформації. Міра Шеннона. Ентропія дискретних джерел.

2

Тема 1.2

Джерела інформації та канали зв'язку. Пропускна здатність. Теореми Шеннона.

3

Тема 1.3

Ентропія неперервних джерел. Диференціальна ентропія. Взаємна інформація.

4

Тема 1.4

Моделі каналів зв'язку. Двійковий симетричний канал. Канал з гаусівським шумом.

# Основні поняття теорії інформації. Ентропія

## Лекційний матеріал (2 год.)

**Лекція 1:** Предмет і завдання теорії інформації. Поняття інформації та повідомлення. Кількісна міра інформації за Шенноном. Ентропія дискретного джерела: визначення, властивості, максимальна та мінімальна ентропія. Умовна ентропія та взаємна інформація.

**Застосування ентропії:** надмірність повідомлень, середня довжина коду, нижня межа Шеннона. Зв'язок між ентропією та стисненням даних. Огляд розвитку теорії інформації від К. Шеннона до сучасних застосувань.

### Ключові питання лекції

- Поняття інформації та її кількісна міра за Шенноном
- Ентропія як міра невизначеності дискретного джерела
- Властивості ентропії та її максимум для рівноймовірних символів
- Умовна ентропія та взаємна інформація між джерелом і приймачем
- Зв'язок ентропії з надмірністю та стисненням даних

## Практичне заняття (1 год.)

**Завдання 1.** Обчислення ентропії дискретного джерела для різних розподілів ймовірностей символів. Порівняння ентропії рівномірного та нерівномірного розподілів.

**Завдання 2.** Розрахунок умовної ентропії та взаємної інформації для заданого каналу зв'язку. Визначення надмірності повідомлень.

**Завдання 3.** Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

## Лабораторна робота (1 год.)

**Лаб. 1:** Програмна реалізація обчислення ентропії дискретного джерела. Побудова гістограм розподілу ймовірностей символів. Дослідження залежності ентропії від параметрів джерела.

## Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Прокопишин І. А. та ін. «Основи теорії інформації та кодування» — розділ «Основні поняття» (ЛНУ, 2023)
- Підготовка розрахункового завдання: обчислення ентропії та взаємної інформації для реального джерела даних
- Складання конспекту: «Міра Шеннона та її застосування в сучасних системах зв'язку»



**Очікуваний результат:** студент вміє обчислювати ентропію дискретного джерела, визначати взаємну інформацію та надмірність повідомлень.

# Канали зв'язку та теореми кодування Шеннона

1

## Джерело інформації

Модель дискретного / неперервного джерела.  
Статистичні характеристики.

2

## Кодер

Перетворення символів джерела у кодові слова.  
Ефективне або завадостійке кодування.

3

## Канал зв'язку

Модель каналу з завадами. Матриця переходів.  
Пропускна здатність.

4

## Приймач

Декодування. Виявлення та виправлення помилок.  
Критерії якості.

## Лекційний матеріал (2 год.)

Загальна схема передавання інформації. Класифікація каналів зв'язку: дискретні, неперервні, з пам'яттю та без пам'яті. Матриця переходів каналу. Пропускна здатність дискретного каналу. Теорема Шеннона про кодування без завад (перша теорема). Теорема Шеннона про кодування з завадами (друга теорема). Межа Шеннона–Гартлі.

## Практика (1 год.) та Лабораторна (1 год.) і СРС (8 год.)

**Практика:** Обчислення пропускної здатності двійкового симетричного каналу; аналіз матриці переходів і умовної ентропії; розв'язання задач на застосування теорем Шеннона.

**Лаб. 2:** Моделювання двійкового симетричного каналу. Дослідження залежності пропускної здатності від ймовірності помилки.

**СРС:** Опрацювання: Майданюк В. П., Романюк О. Н., Тужанський С. Є. «Основи теорії інформації та кодування» (ВНТУ, 2022) — розділ «Канали зв'язку»; підготовка звіту з розрахунку пропускної здатності каналу.



# Неперервні джерела та моделі каналів зв'язку

## Тема 1.3 — Неперервні джерела (Лекція 3, 2 год.)

Диференціальна ентропія неперервних джерел. Ентропія гаусівського та рівномірного розподілів. Ентропія сигналів з обмеженим спектром. Квантування та дискретизація: теорема Котельникова-Найквіста. Вплив квантування на ентропію. Рейт-дисторсія: мінімальна кількість біт для заданої якості відтворення.

**Практика (1 год.):** Обчислення диференціальної ентропії для різних розподілів; порівняння ентропії дискретних і неперервних джерел; задачі на теорему Котельникова.

**Лаб. 3 (1 год.):** Дослідження ентропії реальних сигналів (звуковий, відео). Вплив частоти дискретизації і розрядності на якість відтворення.

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Прокопишин І. А. та ін. «Основи теорії інформації та кодування» (ЛНУ, 2023) — розділ «Неперервні джерела»; підготовка аналітичної записки «Дискретизація і квантування в цифрових системах».

## Тема 1.4 — Моделі каналів зв'язку (Лекція 4, 2 год.)

Двійковий симетричний канал (BSC): параметри, пропускна здатність. Двійковий стираючий канал (BEC). Канал з адитивним гаусівським білим шумом (AWGN): формула Шеннона-Гартлі. Гауссівський канал: межа Шеннона у просторі сигналів. Канали з пам'яттю та канали завмирань. Множинний доступ та MIMO-системи: огляд інформаційних меж.

**Практика (1 год.):** Порівняльний аналіз моделей каналів зв'язку; розрахунок пропускної здатності AWGN-каналу; задачі на межу Шеннона.

**Лаб. 4 (1 год.):** Моделювання каналу AWGN. Побудова кривої BER vs. SNR. Дослідження впливу шуму на якість передачі.

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Гайдур Г. І., Бондаренко З. З. «Теорія інформації та кодування» (ДУІКТ, 2024) — розділ «Канали зв'язку»; підготовка реферату «AWGN-канал та межа Шеннона у сучасних системах зв'язку».

# Методи ефективного кодування та стиснення даних

## Тема 2.1

Основи ефективного кодування. Нерівність Крафта. Коди Хаффмана та Шеннона-Фано.

## Тема 2.2

Арифметичне кодування. Адаптивні алгоритми. Контекстне моделювання (PPM, CTW).

## Тема 2.3

Словникові алгоритми стиснення: LZ77, LZ78, LZW, DEFLATE. Стиснення без втрат.

## Тема 2.4

Стиснення із втратами: перетворення (DCT, вейвлети), JPEG, MPEG, MP3. Рейт-дисторсія.

# Ефективне кодування: коди Хаффмана та Шеннона-Фано

## Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття ефективного (економного) кодування. Нерівність Крафта та її значення. Нижня межа Шеннона для середньої довжини коду. Алгоритм Шеннона-Фано: побудова, переваги та недоліки. Алгоритм Хаффмана: оптимальність, побудова дерева кодування, доведення оптимальності. Канонічний код Хаффмана. Адаптивний алгоритм Хаффмана (FGK, Vitter).

### Ключові питання

- Нерівність Крафта та умови існування префіксних кодів
- Алгоритм побудови коду Шеннона-Фано
- Алгоритм Хаффмана та доведення його оптимальності
- Порівняння ефективності кодів Хаффмана та Шеннона-Фано
- Адаптивний алгоритм Хаффмана для потокових даних

## Практичне заняття (1 год.)

**Завдання 1.** Побудова кодів Шеннона-Фано та Хаффмана для заданого алфавіту з нерівномірним розподілом. Порівняння середньої довжини коду та ентропії.

**Завдання 2.** Кейс: аналіз ефективності кодування реального текстового файлу. Обчислення коефіцієнта стиснення.

**Завдання 3.** Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

## Лабораторна робота (1 год.)

**Лаб. 5:** Програмна реалізація алгоритму Хаффмана. Кодування та декодування текстових файлів. Вимірювання коефіцієнта стиснення для різних типів даних.

## Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Івашко А. В., Крилова В. А. «Теорія інформації та кодування в прикладах і задачах» (НТУ «ХПІ», 2022) — розділ «Ефективне кодування»
- Підготовка звіту: «Порівняльний аналіз алгоритмів Шеннона-Фано та Хаффмана»
- Дослідження адаптивного алгоритму Хаффмана та його реалізацій



**Очікуваний результат:** студент вміє будувати оптимальні коди Хаффмана та Шеннона-Фано, обчислювати середню довжину коду і коефіцієнт стиснення.

# Арифметичне кодування та контекстні методи



## Лекційний матеріал (2 год.)

Принцип арифметичного кодування: дробове представлення, інтервальний алгоритм. Порівняння з кодами Хаффмана: наближення до ентропії. Проблема точності та реалізація з цілою арифметикою. Адаптивне арифметичне кодування. Контекстне моделювання: метод PPM (Prediction by Partial Matching), CTW (Context Tree Weighting). Трансформація Барроуза-Уілера (BWT) та алгоритм bzip2.

## Практика (1 год.) та Лаб. (1 год.) і СРС (7 год.)

**Практика:** Виконання арифметичного кодування вручну для малого алфавіту; порівняння з кодом Хаффмана; аналіз алгоритму PPM.

**Лаб. 6:** Реалізація арифметичного кодування. Дослідження коефіцієнта стиснення для різних типів даних порівняно з кодом Хаффмана.

**СРС:** Опрацювання: Гайдур Г. І., Бондаренко З. З. «Теорія інформації та кодування» (ДУІКТ, 2024) — розділ «Арифметичне кодування»; підготовка аналітичної записки «Арифметичне кодування vs. Хаффман: де застосовується кожний метод».

# Словникові алгоритми та стиснення із втратами

## Тема 2.3 — Словникові алгоритми (Лекція 7, 2 год.)

Клас словникових алгоритмів стиснення. Алгоритм LZ77: ковзне вікно, пошук збігів, кодування трійками. LZ78 та LZW: динамічний словник, застосування у форматах GIF та TIFF. Алгоритм DEFLATE (LZ77 + Хаффман): використання у ZIP, PNG, gzip. Run-Length Encoding (RLE): простота та ефективність для однотипних даних. Порівняльна характеристика алгоритмів за швидкістю та ступенем стиснення.

**Практика (1 год.):** Ручне виконання алгоритму LZ77 для тестового рядка; аналіз словника LZW; порівняння коефіцієнтів стиснення різних алгоритмів.

**Лаб. 7 (1 год.):** Реалізація та порівняння алгоритмів RLE, LZ77, LZW. Тестування на різних типах даних (текст, зображення, бінарні файли).

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Майданюк В. П. та ін. «Основи теорії інформації та кодування» (ВНТУ, 2022) — розділ «Стиснення без втрат»; підготовка звіту «Застосування словникових алгоритмів у форматах PNG, ZIP, gzip».

## Тема 2.4 — Стиснення із втратами (Лекція 8, 2 год.)

Теорія рейт-дисторсії: компроміс між якістю та ступенем стиснення. Дискретне косинусне перетворення (DCT): блокова обробка зображень. Формат JPEG: квантування коефіцієнтів DCT, зигзаг-сканування, кодування Хаффманом. Вейвлет-перетворення: JPEG 2000. Стиснення звуку: MP3, AAC — психоакустична модель. Стиснення відео: MPEG-4, H.264, H.265 — міжкадрове кодування, вектори руху.

**Практика (1 год.):** Аналіз залежності якості зображення від коефіцієнта стиснення JPEG; порівняння DCT та вейвлет-перетворення; кейс «Вибір кодека для відеостримінгу».

**Лаб. 8 (1 год.):** Дослідження JPEG-стиснення: вплив якісного параметра на PSNR та розмір файлу. Реалізація спрощеного DCT-кодування зображення.

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Прокопишин І. А. та ін. «Основи теорії інформації та кодування» (ЛНУ, 2023) — розділ «Кодування графічних зображень, звуку та відео»; підготовка аналітичної записки «Сучасні відеокодеки: H.264 vs. H.265 — порівняльний аналіз».

# Завадостійке кодування та захист інформації від помилок

## Тема 3.1

Основи завадостійкого кодування. Коди з виявленням помилок: парність, CRC, контрольна сума.

## Тема 3.2

Лінійні блокові коди. Код Хемінга. Ідеальні та досконалі коди. Кордон Хемінга.

## Тема 3.3

Циклічні коди та коди БЧХ. Побудова, кодування та декодування. Синдромне декодування.

## Тема 3.4

Коди Ріда-Соломона. Згорткові коди та декодування Вітербі. Сучасні коди: Turbo, LDPC.

# Основи завадостійкого кодування. Виявлення помилок

## Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття завадостійкого кодування: надмірність як засіб захисту від помилок. Характеристики корегуючого коду: кодова відстань Хемінга, кратність виявлення та виправлення помилок. Прості коди виявлення помилок: код парності, подвійна парність, контрольна сума. Циклічний надлишковий код (CRC): поліноміальна арифметика, стандарти CRC-16, CRC-32. Хеш-функції та коди автентифікації (MAC).

## Ключові питання

- Поняття кодової відстані Хемінга та її зв'язок з виявленням і виправленням помилок
- Код парності: принцип роботи, обмеження
- CRC: поліноміальна арифметика над  $GF(2)$ , стандарти
- Застосування CRC у протоколах Ethernet, USB, ZIP
- Порівняння простих кодів виявлення помилок за ефективністю

## Практичне заняття (1 год.)

**Завдання 1.** Обчислення кодової відстані для заданих кодових слів. Визначення кратності виявлення та виправлення помилок коду.

**Завдання 2.** Кейс: обчислення CRC-16 і CRC-32 для тестових повідомлень вручну; перевірка цілісності даних.

**Завдання 3.** Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

## Лабораторна робота (1 год.)

**Лаб. 9:** Програмна реалізація обчислення CRC-32. Дослідження надійності виявлення помилок при різних видах пошкоджень даних.

## Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Заполовський М. Й., Мезенцев М. В. «Теорія інформації та кодування» — розділ «Завадостійке кодування» (КПІ, 2024)
- Підготовка розрахункового завдання: аналіз кодів виявлення помилок у протоколах Ethernet, USB
- Складання порівняльної таблиці «Простих кодів виявлення помилок: парність, контрольна сума, CRC»



**Очікуваний результат:** студент вміє характеризувати параметри завадостійких кодів, обчислювати кодову відстань та реалізовувати алгоритм CRC.

# Лінійні блокові коди. Код Хемінга

01  
10

Лінійний блоковий код  $(n, k)$   
Породжуюча та перевірна матриці. Систематична форма. Синдром помилки.



## Код Хемінга

Конструкція коду Хемінга  $(7,4)$ .  
Розміщення контрольних розрядів.  
Виправлення однократної помилки.



## Межа Хемінга та ідеальні коди

Сфера Хемінга. Межа Хемінга (Singleton bound). Ідеальні та досконалі коди. Коди Голя.

## Лекційний матеріал (2 год.)

Лінійні блокові коди  $(n, k)$ : параметри, породжуюча матриця  $G$ , перевірна матриця  $H$ . Систематична форма коду. Синдромне декодування: обчислення синдрому, виправлення помилок. Код Хемінга: конструкція, перевірочні позиції, виправлення однократної помилки. Розширений код Хемінга з виявленням двократних помилок. Межа Хемінга та поняття ідеального коду. Коди Голя  $G(23,12)$  та  $G(24,12)$ .

## Практика (1 год.) та Лаб. (1 год.) і СРС (7 год.)

**Практика:** Побудова коду Хемінга  $(15,11)$ ; кодування та декодування з виправленням однократної помилки; розрахунок синдрому для виявлення помилки.

**Лаб. 10:** Реалізація коду Хемінга. Моделювання каналу з однократними помилками. Перевірка виправляючої здатності коду.

**СРС:** Опрацювання: Івашко А. В., Крилова В. А. «Теорія інформації та кодування в прикладах і задачах» (НТУ «ХПІ», 2022) — розділ «Лінійні блокові коди»; підготовка звіту «Лінійні блокові коди: від коду Хемінга до досконалих кодів».



# Циклічні коди, БЧХ, Рід-Соломон та сучасні коди

## Тема 3.3 — Циклічні коди та БЧХ (Лекція 11, 2 год.)

Циклічні коди: властивості, поліноміальне представлення. Твірний поліном. Кодування та синдромне декодування циклічного коду. Коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (БЧХ): конструкція над  $GF(2^m)$ , параметри, здатність виправляти  $t$  помилок. Декодування БЧХ: алгоритм Берлекампа-Мессі. Застосування циклічних кодів і БЧХ у системах передачі та зберігання даних.

**Практика (1 год.):** Кодування та декодування циклічного коду за твірним поліномом; побудова коду БЧХ для заданих параметрів; синдромне декодування.

**Лаб. 11 (1 год.):** Реалізація циклічного коду та БЧХ. Дослідження виправляючої здатності за різних рівнів помилок у каналі.

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Заполовський М. Й., Мезенцев М. В. «Теорія інформації та кодування» (КПІ, 2024) — розділ «Циклічні коди та БЧХ»; підготовка реферату «Циклічні коди: від теорії до практики в системах зв'язку».

## Тема 3.4 — Коди Ріда-Соломона та сучасні коди (Лекція 12, 2 год.)

Коди Ріда-Соломона: клас недвійкових БЧХ-кодів, кодування над  $GF(2^m)$ , застосування у CD, DVD, QR-кодах, RAID. Згорткові коди: решітчасте представлення, кодування. Алгоритм декодування Вітербі: принцип, складність, застосування в GSM, 3G, Wi-Fi. Турбо-коди: паралельна конкатенація, ітеративне декодування, наближення до межі Шеннона. Коди з низькою щільністю перевірок (LDPC): граф Таннера, декодування довіреності (belief propagation). Полярні коди: досягнення межі Шеннона, застосування у 5G.

**Практика (1 год.):** Аналіз застосувань кодів Ріда-Соломона (QR-коди, RAID); дослідження алгоритму Вітербі на прикладі; огляд характеристик Turbo та LDPC кодів.

**Лаб. 12 (1 год.):** Дослідження коду Ріда-Соломона: кодування та декодування з пакетними помилками. Порівняння з кодом БЧХ.

**СРС (7 год.):** Опрацювання: Гайдур Г. І., Бондаренко З. З. «Теорія інформації та кодування» (ДУІКТ, 2024) — розділ «Сучасні коди»; підготовка аналітичної записки «LDPC та Turbo-коди у стандартах 4G/5G: порівняльний огляд».

# Розподіл навчального часу — 90 годин

| Модуль       | Тема                                         | Лекції (год.) | Лаборат. (год.) | Практ. (год.) | СРС (год.) |
|--------------|----------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|------------|
| Модуль 1     | Тема 1.1 — Ентропія, міра Шеннона            | 2             | 1               | 1             | 8          |
|              | Тема 1.2 — Канали зв'язку. Теореми Шеннона   | 2             | 1               | 1             | 8          |
|              | Тема 1.3 — Неперервні джерела                | 2             | 1               | 1             | 7          |
|              | Тема 1.4 — Моделі каналів зв'язку            | 2             | 1               | 1             | 7          |
| Модуль 2     | Тема 2.1 — Коди Хаффмана та Шеннона-Фано     | 2             | 1               | 1             | 8          |
|              | Тема 2.2 — Арифметичне кодування, RPM        | 2             | 1               | 1             | 7          |
|              | Тема 2.3 — LZ77, LZ78, LZW, DEFLATE          | 2             | 1               | 1             | 7          |
|              | Тема 2.4 — Стиснення із втратами (JPEG, MP3) | 1             | 2               | 1             | 7          |
| Модуль 3     | Тема 3.1 — Виявлення помилок. CRC            | 2             | 2               | 1             | 8          |
|              | Тема 3.2 — Лінійні блокові коди. Хемінг      | 2             | 2               | 2             | 7          |
|              | Тема 3.3 — Циклічні коди, BCH                | 2             | 1               | 2             | 7          |
|              | Тема 3.4 — Рід-Соломон, Turbo, LDPC, 5G      | 2             | 1               | 2             | 7          |
| <b>Разом</b> | <b>12 тем у 3 модулях</b>                    | <b>23</b>     | <b>15</b>       | <b>15</b>     | <b>82</b>  |



**Загальний обсяг: 90 годин = 3 кредити ЄКТС.** Лекції: 15 год., Лабораторні: 15 год., Практичні: 15 год., Самостійна робота: 45 год. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

# Структура навчального часу



## Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **90 годин (3 кредити ЄКТС)** — розподілено між чотирма формами роботи для забезпечення балансу між теорією, практикою та самостійним дослідженням.

### Лекції — 15 год. (16,7%)

Системне подання ключового теоретичного матеріалу з використанням формул, схем та прикладів з реальних систем зв'язку та зберігання даних.

### Лабораторні — 15 год. (16,7%)

Програмна реалізація алгоритмів кодування та декодування, моделювання каналів зв'язку, дослідження характеристик корегуючих кодів.

### Практичні — 15 год. (16,7%)

Розв'язання задач, аналіз кейсів, ручне виконання алгоритмів, захист розрахункових завдань.

### Самостійна робота — 45 год. (50%)

Поглиблене вивчення, підготовка звітів, робота з науковою літературою. Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни**.

# Самостійна робота студентів — Детальний опис



## Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за навчальними посібниками з теорії інформації та кодування (Майданюк, Прокопишин, Івашко, Гайдур та ін.), науковими статтями у фахових виданнях. Студент конспектує ключові положення, виводить формули та порівнює підходи різних авторів.



## Робота з інформаційними ресурсами

Опрацювання офіційних сайтів: Національної бібліотеки ([nbuv.gov.ua](http://nbuv.gov.ua)), репозиторію НТУ «ХПІ» ([repository.kpi.kharkov.ua](http://repository.kpi.kharkov.ua)), навчальних ресурсів ВНТУ та ЛНУ. Аналіз стандартів IEEE та ITU-T з кодування, пошук актуальних досліджень.



## Індивідуальні завдання

Виконання розрахункових завдань (обчислення ентропії, побудова кодів, синдромне декодування); творчих завдань — аналітичні записки, порівняльні огляди алгоритмів стиснення та завадостійкого кодування, дослідження сучасних стандартів (5G, Wi-Fi 6).



## Підготовка до занять

Підготовка до лабораторних занять (розробка програмного коду, перевірка алгоритмів); підготовка до практичних занять (розв'язання типових задач, повторення теорії); підготовка до контрольних модульних робіт (систематизація формул і алгоритмів).

# Форми контролю знань

1

## Поточний контроль

Завдання: розрахункові та тестові вправи за темами змістовного модуля. Оцінюються регулярність виконання завдань і лабораторних робіт, якість відповідей і рівень засвоєння матеріалу. Поточний контроль формує накопичувальну оцінку протягом семестру. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або усного захисту лабораторної роботи.

2

## Проміжний контроль

Модульна контрольна робота — комплексне завдання, яке охоплює теми змістовного модуля (теоретичні питання, розв'язання задач, аналіз алгоритмів). Оцінюються повнота відповіді, правильність розрахунків та обґрунтованість висновків. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля (3 контрольних роботи).

3

## Підсумковий контроль

Залік (або іспит) відповідно до навчального плану. Форма проведення — тестування та письмові відповіді на теоретичні питання і розв'язання задач. Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю відповідно до встановленої шкали: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

# Методи викладання

Викладання дисципліни «Теорія інформації та кодування» поєднує класичні академічні та інтерактивні методи, що забезпечує формування не лише міцної теоретичної бази, а й практичних навичок розробки та реалізації алгоритмів кодування, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії.



## Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням формул, схем, таблиць і прикладів з реальних систем; студенти ведуть конспекти та задають уточнювальні запитання.



## Лабораторні роботи

Програмна реалізація алгоритмів кодування та декодування (Python, C++, MATLAB); моделювання каналів зв'язку; вимірювання та порівняння характеристик кодів.



## Практичні заняття

Розв'язання типових задач: обчислення ентропії, побудова кодів Хаффмана, синдромне декодування циклічних кодів; ручне виконання алгоритмів для розуміння їх принципів.



## Кейс-аналіз

Аналіз реальних застосувань: QR-коди (Рід-Соломон), стандарт Wi-Fi (LDPC), формат ZIP (DEFLATE), протокол Ethernet (CRC). Вибір оптимального коду для конкретної задачі.



## Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок і рефератів за обраною темою; огляд сучасних стандартів кодування (5G, H.265); розвиток навичок самостійного пошуку та систематизації інформації.



## Дискусії та захист

Обговорення переваг та обмежень методів кодування; захист лабораторних робіт та розрахункових завдань; розвиток критичного мислення та аргументації технічних рішень.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

# Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Майданюк В. П., Романюк О. Н.,  
Тужанський С. Є.

Основи теорії інформації та кодування : електронний навч. посібник. — Вінниця : ВНТУ, 2022. — 133 с.

2. Івашко А. В., Крилова В. А.

Теорія інформації та кодування в прикладах і задачах : навч. посібник. — Харків : НТУ «ХПІ», 2022. — 317 с.

3. Прокопишин І. А., Рикалюк Р. Є., Чекурін В. Ф., Червінка К. А.

Основи теорії інформації та кодування : навч. посібник. — Електрон. вид. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. — 156 с. ISBN 978-617-10-0820-5.

4. Гайдур Г. І., Бондаренко З. З.

Теорія інформації та кодування : навч. посібник. — Київ : ДУІКТ, 2024. — (для спеціальностей 123, 125).

5. Заполовський М. Й., Мезенцев М. В.

Теорія інформації та кодування : навч.-метод. посібник для студентів спеціальності 123 — «Комп'ютерна інженерія». — Харків : КПІ, Електронне видання, 2024. — 109 с.

6. Жураковський Ю. П., Полторак В. П.

Теорія інформації та кодування : підручник. — Київ : Вища школа, 2001 (переможне видання, рекомендоване для додаткового читання). — 255 с.

7. Подлевський Б. М., Рикалюк Р. Є.

Теорія інформації в задачах : підручник. — Київ : Центр учбової літератури, 2017 (рекомендується для самостійної роботи як збірник задач). — 280 с.

8. Кузьмін І. В., Троцишин І. В., Кузьмін А. І.

Основи теорії інформації та кодування : підручник для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія». — 3-тє вид. — Хмельницький : ХНУ, 2009 (рекомендується для поглибленого вивчення). — 373 с.

# Додаткова література та наукові статті

9. Прокопишин І. А. та ін.

Основи теорії інформації та кодування. — ЛНУ, 2023. — 156 с.  
*Рекомендується для тем 1.1–1.3 (ентропія, неперервні джерела, кодування зображень та звуку).*

11. Заполовський М. Й., Мезенцев М. В.

Теорія інформації та кодування : навч.-метод. посібник. — КПІ, 2024. — 109 с. *Рекомендується для тем 3.1–3.4 (завадостійке кодування, циклічні коди, БЧХ).*

10. Гайдур Г. І., Бондаренко З. З.

Теорія інформації та кодування : навч. посібник. — ДУІКТ, 2024.  
*Рекомендується для тем 2.2, 3.3–3.4 (арифметичне кодування, сучасні коди Turbo та LDPC).*

12. Івашко А. В., Крилова В. А.

Теорія інформації та кодування в прикладах і задачах. — НТУ «ХПІ», 2022. — 317 с. *Рекомендується для практичних занять і лабораторних робіт усіх модулів як збірник задач.*



# Нормативно-правова база

## → Конституція України

Прийнята 28 червня 1996 р. Основний Закон держави, що гарантує право на освіту та доступ до інформації. [zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua)

## → Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, стандарти підготовки бакалаврів. [zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua)

## → Закон «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII

Регулює організацію освітнього процесу у ЗВО, академічну свободу, стандарти вищої освіти. [zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua)

## → Стандарт вищої освіти України: спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Визначає компетентності та програмні результати навчання для рівня «бакалавр». [mon.gov.ua](http://mon.gov.ua)

## → Стандарти IEEE 802.11, IEEE 802.3 (Wi-Fi, Ethernet)

Міжнародні стандарти, що визначають методи кодування та захисту даних у мережевих технологіях. [standards.ieee.org](http://standards.ieee.org)

# Офіційні ресурси та фахові видання

## Репозиторій НТУ «ХПІ»

[repository.kpi.kharkov.ua](http://repository.kpi.kharkov.ua) — електронні навчальні посібники, наукові праці кафедри, відкритий доступ до матеріалів з теорії інформації та кодування.

## Репозиторій ВНТУ

[pdf.lib.vntu.edu.ua](http://pdf.lib.vntu.edu.ua) — матеріали кафедр ВНТУ, зокрема посібник Майданюка В. П. з теорії інформації та кодування у відкритому доступі.

## Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

[nbuv.gov.ua](http://nbuv.gov.ua) — електронні ресурси, наукові статті, монографії з теорії інформації, кодування та цифрових телекомунікацій.

## Міністерство освіти і науки України

[mon.gov.ua](http://mon.gov.ua) — освітні стандарти для спеціальності 123, навчальні програми, методичні матеріали з комп'ютерної інженерії.

## IEEE Xplore Digital Library

[ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org) — провідна міжнародна база наукових публікацій з теорії інформації, кодування та телекомунікацій (журнал IEEE Trans. on Information Theory).

## Журнал «Проблеми інформатизації та управління»

Фахове наукове видання НАУ України з питань інформаційних технологій, телекомунікацій та систем кодування даних.

## Електронний навчальний портал ЛНУ

[new.mmf.lnu.edu.ua](http://new.mmf.lnu.edu.ua) — матеріали кафедри математики ЛНУ, посібник Прокопишина І. А. та ін. у відкритому доступі.

## Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

[duikt.edu.ua](http://duikt.edu.ua) — навчально-методичні матеріали, посібники з теорії інформації та кодування для спеціальностей 123, 125.

# Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому «Теорія інформації та кодування» для інженерів?

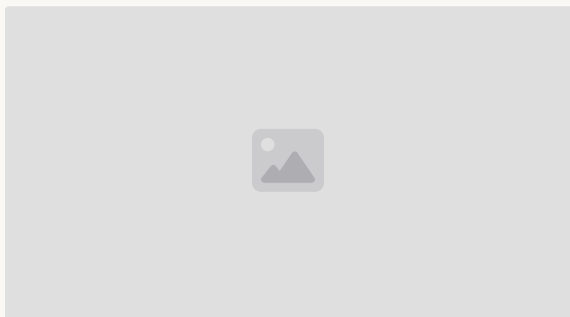
Дисципліна «Теорія інформації та кодування» є фундаментальною складовою підготовки бакалаврів зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». Розуміння принципів передачі, стиснення та захисту інформації формує у майбутніх інженерів здатність проектувати надійні та ефективні цифрові системи.

Сучасний фахівець у сфері комп'ютерної інженерії щодня використовує результати теорії інформації: від форматів файлів і протоколів мережевої передачі до корекції помилок у пам'яті та стандартів 5G.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Розробка та оптимізація алгоритмів стиснення даних для медіапотоків і хмарних сховищ
- Проектування систем корекції помилок для накопичувачів (SSD, RAID) та мереж зв'язку
- Розуміння протоколів передачі даних (TCP/IP, Wi-Fi, Ethernet) на рівні кодування
- Розробка криптографічних та автентифікаційних систем на базі теорії кодування
- Впровадження стандартів мобільного зв'язку (4G/5G): LDPC, полярні коди
- Оптимізація систем машинного навчання через принципи теорії інформації

# Ключові компетентності курсу — Підсумок



Курс охоплює всі ключові розділи теорії інформації та кодування — від математичних основ вимірювання інформації до сучасних завадостійких кодів, що застосовуються у стандартах 5G, — і формує у студентів цілісне розуміння принципів передачі, стиснення та захисту цифрових даних.

# Бажаємо успіхів у вивченні Теорії інформації та кодування!

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

12

Тем

У 3 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Фундаментальна теорія сьогодні стає інженерним інструментом завтра.» — принцип теорії інформації

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 3 кредити ЄКТС