



Силабус дисципліни «Теорія інформації та кодування»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ · БАКАЛАВР

90

Годин загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС відповідно до стандарту

3

Змістовних модулів 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 курсу

Мета дисципліни

Дисципліна «Теорія інформації та кодування» формує у студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» фундаментальні знання про кількісні міри інформації, принципи ефективного та завадостійкого кодування, методи стиснення і захисту даних. Курс спрямований на розвиток здатності аналізувати інформаційні потоки, проектувати ефективні системи передачі даних, розуміти математичні основи сучасних протоколів зв'язку та алгоритмів обробки інформації.

Форми навчання

- Лекції — 15 годин
- Лабораторні заняття — 15 годин
- Практичні заняття — 15 годин
- Самостійна робота — 45 годин

Компетентності та результати навчання

Загальні компетентності

Здатність до аналізу, синтезу та критичного оцінювання інформації в технічному та математичному контексті: виявлення суттєвих закономірностей, порівняння альтернативних методів кодування, формування обґрунтованих інженерних рішень. Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та організовувати виконання завдань у визначені строки, зокрема під час виконання лабораторних робіт та підготовки звітів.

Здатність до усної та письмової технічної комунікації: чітко пояснювати алгоритми кодування, аргументовано захищати результати досліджень, оформлювати звіти та аналітичні матеріали. Відповідальність, ініціативність, дисциплінованість та готовність працювати в команді під час виконання групових лабораторних і практичних завдань.

- Аналізувати навчальну та наукову інформацію з теорії інформації
- 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

Розуміння математичних основ теорії інформації: міра Шеннона, ентропія, взаємна інформація, пропускна здатність каналу. Знання принципів ефективного кодування (коди Хаффмана, Лемпеля-Зіва), завадостійкого кодування (лінійні блокові коди, циклічні коди, коди БЧХ, коди Ріда-Соломона, згорткові коди) та сучасних методів стиснення даних.

Здатність застосовувати методи теорії інформації для проектування і аналізу систем передачі, зберігання та обробки даних у комп'ютерних мережах і телекомунікаційних системах.

- Обчислювати ентропію та кількість інформації джерел
- Синтезувати та аналізувати коди для ефективного кодування
- Проектувати завадостійкі коди для каналів із завадами
- Застосовувати алгоритми стиснення даних без втрат і з втратами
- Оцінювати пропускну здатність каналів зв'язку

Результати навчання

Після успішного завершення курсу студент повинен демонструвати такі результати навчання:

1

Знання та розуміння

Пояснювати сутність ключових понять теорії інформації: ентропія, надлишковість, кількість інформації, пропускна здатність каналу, завадостійкість. Характеризувати основні типи кодів та принципи їх побудови — від кодів Хаффмана до кодів Ріда-Соломона.

2

Аналіз та оцінювання

Аналізувати ефективність різних методів кодування, виявляти компроміси між надлишковістю та завадостійкістю. Оцінювати пропускну здатність каналів зв'язку та порівнювати продуктивність алгоритмів стиснення даних.

3

Застосування знань

Застосовувати алгоритми ефективного та завадостійкого кодування для вирішення практичних задач передачі та зберігання інформації. Реалізовувати алгоритми кодування та декодування програмними засобами на основі математичних моделей.

4

Комунікація та рефлексія

Аргументовано представляти результати лабораторних досліджень і захищати власні технічні рішення. Формувати інженерне мислення, здатність до вибору оптимального методу кодування відповідно до умов конкретної задачі.

Модуль 1. Основи теорії інформації

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1

Тема 1.1

Вступ до теорії інформації. Поняття інформації та повідомлення. Загальна схема передачі інформації Шеннона. Дискретні та неперервні джерела інформації. Математичні моделі сигналів. Основні задачі теорії інформації та її зв'язок із суміжними дисциплінами.

Тема 1.2

Кількість інформації та ентропія. Ймовірнісна модель джерела. Міра Шеннона. Ентропія дискретного джерела. Властивості ентропії. Умовна ентропія та взаємна інформація. Ентропія джерела з пам'яттю. Диференційна ентропія неперервних джерел.

Тема 1.3

Моделі каналів зв'язку. Дискретний канал без пам'яті. Матриця перехідних ймовірностей. Пропускна здатність каналу. Теорема Шеннона про пропускну здатність. Симетричні та асиметричні канали. Неперервний гаусівський канал. Теорема Шеннона-Хартлі.

Тема 1.4

Надлишковість та джерела повідомлень. Поняття надлишковості. Джерела з пам'яттю та Марківські моделі. Ергодичні джерела. Продуктивність джерела. Оцінювання параметрів реальних джерел — тексти, зображення, аудіо, відео. Межі стиснення даних.

Модуль 2. Ефективне кодування та стиснення даних

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2

Тема 2.1

Основи ефективного кодування.

Нерівність Крафта. Теорема Шеннона про кодування без шуму. Префіксні коди. Оптимальне кодування Хаффмана: алгоритм побудови та оцінка ефективності. Арифметичне кодування. Порівняльний аналіз методів.

Тема 2.2

Словникові методи стиснення.

Алгоритм LZ77 та LZ78. Алгоритм LZW та його застосування у форматах GIF, TIFF, PDF. Адаптивне кодування Хаффмана. Перетворення Барроуза-Вілера (BWT). Алгоритм DEFLATE (ZIP, PNG). Порівняльна ефективність алгоритмів стиснення без втрат.

Тема 2.3

Стиснення із втратами інформації.

Квантування та його вплив на якість сигналу. Диференційне імпульсно-кодове модулювання (ДІКМ). Трансформаційне кодування: ДКП, вейвлет-перетворення. Стандарти JPEG, JPEG2000. Стиснення аудіо та відео: принципи MP3, MPEG. Метрики якості: PSNR, SSIM.

Модуль 3. Завадостійке кодування

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3

Тема 3.1

Основи завадостійкого кодування.

Теорема Шеннона про кодування в каналі з завадами. Поняття кодової відстані Хемінга. Лінійні блокові коди: синдромне декодування. Коди з перевіркою парності. Код Хемінга та його узагальнення. Перемежування як засіб боротьби з пакетними помилками.

Тема 3.2

Циклічні коди та коди БЧХ. Алгебраїчні основи циклічних кодів у полі Галуа $GF(2^m)$. Породжувальний поліном. Кодування та декодування циклічних кодів. Коди Боуза-Чоудгурі-Хоквінгема (БЧХ). Коди Ріда-Соломона та їх застосування у CD, DVD, QR-кодах та системах зберігання даних.

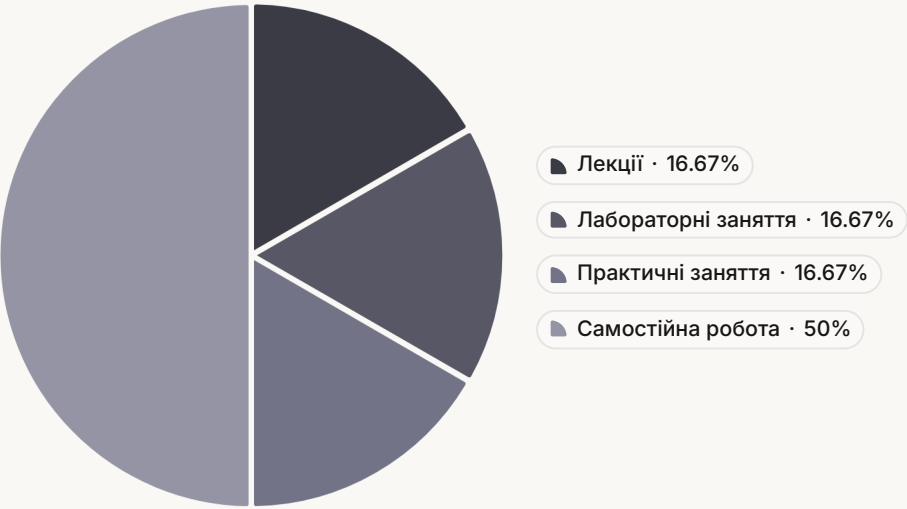
Тема 3.3

Згорткові коди та турбо-коди.

Структура та характеристики згорткових кодів. Алгоритм декодування Вітербі. Турбо-коди та їх використання в стандартах мобільного зв'язку 3G/4G. LDPC-коди (Low-Density Parity-Check). Коди для сучасних систем зв'язку: 5G NR, Wi-Fi 802.11. Полярні коди.

Розподіл навчального часу — 90 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	Практичні (год.)	Самостійна робота (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Вступ до теорії інформації	2	2	2	4
	Тема 1.2 — Кількість інформації та ентропія	2	2	2	4
	Тема 1.3 — Моделі каналів зв'язку	1	1	1	4
	Тема 1.4 — Надлишковість та джерела повідомлень	1	1	1	3
Модуль 2	Тема 2.1 — Основи ефективного кодування	2	2	2	4
	Тема 2.2 — Словникові методи стиснення	2	2	2	4
	Тема 2.3 — Стиснення із втратами інформації	1	1	1	3
Модуль 3	Тема 3.1 — Основи завадостійкого кодування	2	2	2	5
	Тема 3.2 — Циклічні коди та коди БЧХ	1	1	1	4
	Тема 3.3 — Згорткові коди та турбо-коди	1	1	1	4
Разом		15	15	15	45



Структура навчального часу

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

- **Лекції (15 год. — 17%):** подача ключового теоретичного матеріалу
- **Лабораторні (15 год. — 17%):** програмна реалізація алгоритмів кодування
- **Практичні (15 год. — 17%):** розв'язання задач, аналіз кодів, дискусії
- **Самостійна робота (45 год. — 50%):** поглиблене вивчення, підготовка завдань

📖 Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни** — студенти навчаються самостійно працювати з алгоритмами та математичними методами кодування.

Самостійна робота студентів та методи викладання

Форми самостійної роботи

Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за навчальними посібниками з теорії інформації та кодування, науковими статтями у фахових виданнях. Конспектування ключових алгоритмів і теорем, порівняння підходів різних авторів до кодування.

Робота з інформаційними ресурсами

Опрацювання офіційних ресурсів: Репозиторій НТУ «ХПІ» (repository.kpi.kharkov.ua), Електронний каталог НБУ ім. Вернадського (nbuv.gov.ua), IEEE Xplore. Аналіз стандартів кодування, пошук актуальних досліджень.

Індивідуальні завдання

Виконання розрахункових завдань щодо обчислення ентропії, синтезу та аналізу кодів, підготовка аналітичних звітів з актуальних методів кодування та стиснення даних. Уміння застосовувати математичний апарат теорії інформації на практиці.

Підготовка до занять

Підготовка до лабораторних занять шляхом опрацювання алгоритмів та їх математичного обґрунтування; підготовка до тестувань через вивчення ключових визначень і теорем; систематизація знань перед модульними контрольними роботами.

Методи викладання

→ Лекції

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

→ Лабораторні роботи

Програмна реалізація алгоритмів кодування (Хаффман, LZW, Хемінг, БЧХ) мовами Python або C++; студенти тестують коди, аналізують ефективність та оформлюють звіти.

→ Практичні заняття

Розв'язання задач з обчислення ентропії, синтезу кодів та аналізу пропускну здатності каналів; розвиток навичок математичного моделювання інформаційних систем.

→ Кейс-стаді

Аналіз реальних систем кодування (QR-коди, стандарти Wi-Fi, 4G/5G, форматів JPEG та ZIP); студенти виявляють застосовані методи та обґрунтовують інженерні рішення.

→ Самостійне дослідження

Підготовка розрахункових звітів та аналітичних матеріалів за обраною темою; розвиток навичок самостійного пошуку та систематизації інформації у фахових джерелах.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: розрахункові та тестові вправи за темами змістовного модуля. Оцінюються регулярність виконання завдань, якість оформлення лабораторних звітів та рівень засвоєння матеріалу. Поточний контроль формує накопичувальну оцінку протягом семестру. Включає усні захисти лабораторних робіт, письмові розв'язки задач та виконання індивідуальних завдань.

2

Проміжний контроль

Модульна контрольна робота — комплексне завдання, яке охоплює теми змістовного модуля (теоретичні питання, обчислення ентропії, синтез кодів, розв'язання задач із завадостійкого кодування). Оцінюються повнота відповіді, правильність обчислень та обґрунтованість висновків. Проводиться після кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль

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

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

Рекомендована література та ресурси

Навчальна та наукова література (2022–2024)

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. — 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.
5. Заполовський М. Й., Мезенцев М. В. Теорія інформації та кодування : навч.-метод. посібник для студентів спеціальності 123. — Харків : Електронне видання, 2024. — 109 с.
6. Кузьмін І. В., Троцишин І. В., Кузьмін А. І. Основи теорії інформації та кодування : підручник для студентів напрямку «Комп'ютерна інженерія». — Хмельницький : ХНУ, 2022. — 373 с.
7. Жураковський Ю. П., Полторак В. П. Теорія інформації та кодування : підручник. — Київ : Вища школа, 2022 (перевидання). — 255 с.
8. Коваленко А. Є. Побудова кодів на основі типових алгоритмів кодування даних : методичні вказівки. — Київ : ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2023. — 71 с.
9. Подлевський Б. М. Теорія інформації та кодування : навч.-метод. рекомендації. — Одеса, 2022. — 98 с.
10. Майданюк В. П. Кодування та захист інформації : навч. посібник. — Вінниця : ВНТУ, 2024. — 164 с.

Офіційні інтернет-ресурси

1. Репозиторій НТУ «ХПІ» (навч. посібники з кодування). — URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/>
2. Електронна бібліотека ВНТУ. — URL: <https://pdf.lib.vntu.edu.ua/>
3. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. — URL: <https://nbuv.gov.ua/>
4. Електронний репозиторій ЛНУ ім. Івана Франка. — URL: <https://new.mmf.lnu.edu.ua/>
5. Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій (ДУІКТ). — URL: <https://duikt.edu.ua/>
6. IEEE Xplore Digital Library (стандарти та наукові статті). — URL: <https://ieeexplore.ieee.org/>
7. Офіційний сайт Верховної Ради України (нормативна база). — URL: <https://zakon.rada.gov.ua/>
8. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського. — URL: <https://library.kpi.ua/>



Рекомендована література охоплює видання **2022–2024 років** українських авторів відповідно до вимог актуальності навчально-методичного забезпечення.