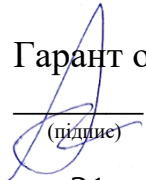


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис) А.В. Шостак
(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія інформації та кодування

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Системне програмування
(найменування освітньої програми)

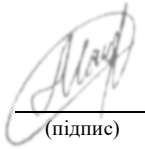
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Колісник М.О., доцент кафедри 503. к.т.н, доц.

(автор, посада, науковий ступень та вчене звання)


(підпис)

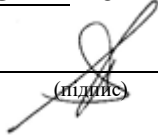
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
_____ комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » 08 2024 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В. С. Харченко

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 12 "Інформаційні технології" (шифр та найменування) Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія" (код та найменування) Освітня програма Системне програмування (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 4		2024/2025
Індивідуальне завдання: <u>РР</u>		Семестр
		<u>3-й</u>
Загальна кількість годин: 48/120		Лекції *
		<u>32</u> годин
		Практичні, семінарські*
		<u>0</u> годин
		Лабораторні*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3, самостійної роботи студента – 4,5		<u>16</u> годин
		Самостійна робота
		<u>72</u> години
		Вид контролю
		Залік

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/72.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: Метою викладання навчальної дисципліни “Теорія інформації та кодування” є оволодіння основними положеннями теорії інформації і кодування, такими, як поняття про ентропію і кількісні заходи вимірювання інформації, основними теоремами теорії інформації для дискретних каналів зв'язку, відомостями про принципи ефективного і завадостійкого кодування.

Завдання: є вивчення базових понять теорії інформації, методів її обчислення, вимірювання ентропії, основних показників інформаційних систем, а також теорії кодування.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності спеціальності:

ФК4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.

ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

ФК12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

ФК13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

Результати навчання:

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

Пререквізити: "Дискретна математика", "Вища математика", "Основи функціонування комп'ютерів", "Технології програмування".

Кореквізити: "Програмування систем на кристалі", "Технології програмування", "Комп'ютерні мережі", "Програмування засобів штучного інтелекту на Python".

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 Основи теорії інформації. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу без завад і з завадами. Основні алгоритми ефективного кодування.

Змістовний модуль 1. Основи поняття теорії інформації. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу без завад та з завадами

Тема 1. Введення в теорію інформації та кодування

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теорія інформації та кодування». Предмет теорії інформації. Теоретична і прикладна спрямованість дисципліни. Зв'язок даного курсу з іншими дисциплінами.

Тема 2. Оцінка кількості інформації. Ентропія.

Поняття інформації. Підходи до вимірювання інформації. Ентропія та її вимірювання.

Ентропія як міра невизначеності вибору. Повідомлення як сукупність відомостей про стан фізичної системи. Ступінь невизначеності фізичної системи як функція числа станів і їх імовірності.

Вимоги до міри невизначеності вибору. Правила визначення ентропії по Шеннону і по Хартлі. Основні властивості ентропії. Інформаційна ентропія джерела і термодинамічна ентропія. Приклади визначення ентропії простих ансамблів.

Тема 3. Взаємна інформація. Основні види ентропії.

Апріорна і апостеріорна імовірність і їх роль при оцінці невизначеності системи. Часткова кількість інформації і її властивості. Середня кількість інформації, що переноситься одним символом по каналу і його властивості. Приклади визначення кількості інформації для простих ансамблів.

Тема 4. Інформаційні характеристики систем передачі інформації.

Інформаційні характеристики джерела дискретних повідомлень. Основні моделі джерела дискретних повідомлень: джерело з пам'яттю і без пам'яті, ергодичне джерело повідомлення. Властивості ергодичних послідовностей символів. Надмірність. Продуктивність джерела дискретних повідомлень. Приклади визначення характеристик джерел дискретних повідомлень.

Тема 5. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Вступ.

Основні поняття теорії кодування. Цілі кодування. Узгодження каналу та сигналу. Роль оптимального кодування.

Тема 6. Основні алгоритми ефективного кодування.

Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Метод Шеннона-Фано.

Тема 7. Канали зв'язку.

Моделі дискретних каналів: канали з пам'яттю і без пам'яті, стаціонарні і нестаціонарні. Двійковий симетричний канал. Ідеальний канал зв'язку.

Тема 8. Моделі каналів зв'язку. Основні параметри каналів зв'язку.

Швидкості передачі по каналу. Пропускна спроможність каналів з завадами і без завад. Приклади визначення інформаційних характеристик простих каналів. Об'єм сигналу, об'єм каналу. Динамічний діапазон каналу зв'язку. Тривалість передачі інформації по каналу зв'язку. Смуга пропускання каналу зв'язку.

Модульний контроль.

Модуль 2 Кодування інформації при передачі по дискретному каналу з завадами.

Змістовний модуль 2. Основи завадостійкого кодування.

Тема 9. Стиснення інформації.

Основна теорема Шеннона про кодування в каналі без завад. Основна теорема Шеннона про кодування для каналу з завадами. Роль теореми Шеннона в становленні правильних переконань на принципові можливості техніки зв'язку.

Тема 10. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Коди Хаффмана.

Методи стискання інформації. Метод кодування Хаффмана. Арифметичні коди. Недоліки системи ефективного кодування. Приклади ефективного кодування простих повідомлень. Порівняльний аналіз методів кодування некорельованої послідовності символів: Шеннона-Фано, Хаффмена, арифметичним кодом.

Тема 11. Завадостійкі коди.

Основні поняття. Надмірність коду і загальні принципи введення надмірності. Дозволені і заборонені кодові комбінації. Лінійні коди. Блокове кодування і його переваги. Кратність помилки. Поняття про кодову відстань. Зв'язок здатності коду, що коректує, з кодовою відстанню. Мінімальна кодова відстань для виявлення помилки і для виправлення помилки. Алгоритми кодування і декодування безперервними кодами. Згорткові коди.

Тема 12. Систематичні коди.

Методи кодування: матричний, системою рівнянь, поліноміальний. Синдром та виявлення помилки лінійним блоковим кодом. Породжуюча матриця. Перевірочна матриця.

Тема 13. Коди Хеммінга.

Алгоритми кодування кодом Хеммінга при різних методах і умовах.

Тема 14. Циклічні коди.

Алгоритми кодування і декодування циклічними кодами. Коди БЧХ. Коди Ріда-Соломона. Кінцеві поля в кодуванні.

Тема 15. Основні поняття прикладної теорії інформації та кодування.

Марківське джерело інформації. Ентропія Марківського джерела інформації. Байєсовські мережі довіри та їх застосування в теорії інформації та кодування.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Основи теорії інформації					
Змістовий модуль 1. Основи поняття теорії інформації. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу без завад та з завадами					
Тема 1. Введення в теорію інформації та кодування	4	2		-	2
Тема 2. Оцінка кількості інформації. Ентропія.	10	2		2	6
Тема 3. Взаємна інформація. Основні види ентропії.	8	2		2	4
Тема 4. Інформаційні характеристики систем передачі інформації.	7	2		1	4
Тема 5. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Вступ.	6	2		-	4
Тема 6. Основні алгоритми ефективного кодування.	8	2		2	4
Тема 7. Канали зв'язку.	6	2		-	4
Тема 8. Моделі каналів зв'язку. Основні параметри каналів зв'язку.	6	1		1	4

Модульний контроль	1	1		-	
Разом за змістовим модулем 2	56	16		8	32
Модуль 2. Кодування інформації при передачі по дискретному каналу з завадами					
Змістовний модуль 2. Основи завадостійкого кодування					
Тема 9. Стиснення інформації.	7	2		1	4
Тема 10. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Коди Хаффмана.	7	2		1	4
Тема 11. Завадостійкі коди.	5	2		1	2
Тема 12. Систематичні коди.	5	2		1	2
Тема 13. Коди Хеммінга.	10	2		2	6
Тема 14. Циклічні коди.	10	2		2	6
Тема 15. Основні поняття прикладної теорії інформації та кодування.	19	3		-	16
Модульний контроль	1	1			
Разом за змістовим модулем 4	64	16		8	40
Усього годин	120	32		16	72

5. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

Не передбачено навчальним планом

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Оцінка кількості інформації та ентропії дискретного джерела повідомлень	2
2	Дослідження властивостей ентропії дискретного джерела	2

	повідомлень з пам'яттю	
3	Розрахунок оптимального коду з використанням методу Шеннона-Фано	2
4	Обчислення інформаційних втрат при передачі повідомлень по дискретному каналу зв'язку з шумами	2
5	Стиснення текстової інформації. Метод Хаффмана. Метод арифметичного кодування.	2
6	Дослідження системи передачі дискретної інформації з використанням коду Хеммінга	2
7	Вивчення принципів кодування циклічних кодів	4
	Разом	16

8. Самостійна робота

№	Назва теми лекції , практичних робіт	Кількість годин
1	Тема 1. Введення в теорію інформації та кодування	2
2	Тема 2. Оцінка кількості інформації. Ентропія.	2
3	Пр.1. Оцінка кількості інформації та ентропії дискретного джерела повідомлень	4
4	Тема 3. Взаємна інформація. Основні види ентропії.	2
5	Тема 4. Інформаційні характеристики систем передачі інформації.	2
6	Пр.2. Дослідження властивостей ентропії дискретного джерела повідомлень з пам'яттю	2
7	Тема 5. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Вступ.	2
8	Тема 6. Основні алгоритми ефективного кодування.	2
9	Пр. 3. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Метод Шеннона-Фано.	4
10	Тема 7. Канали зв'язку.	2

11	Тема 8. Моделі каналів зв'язку. Основні параметри каналів зв'язку.	2
12	Пр.4. Обчислення інформаційних втрат при передачі повідомлень по дискретному каналу зв'язку з шумами	4
13	Тема 9. Стиснення інформації.	2
14	Тема 10. Кодування сигналів. Методи оптимального кодування. Коди Хаффмана.	2
15	Пр.5. Стиснення текстової інформації. Метод Хаффмана. Метод арифметичного кодування.	4
16	Тема 11. Завадостійкі коди.	2
17	Тема 12. Систематичні коди.	2
18	Пр.6. Кодування повідомлення завадостійким кодом Хеммінга	4
19	Тема 13. Коди Хеммінга.	2
20	Тема 14. Циклічні коди.	2
21	Пр.7. Вивчення принципів кодування повідомлення циклічними кодами	4
22	Тема 15. Основні поняття прикладної теорії інформації та кодування.	2
23	Створення соціального проекту	16
	Всього	72

9. Індивідуальне завдання

Розрахункова робота передбачає виконання індивідуального завдання для команди, яке полягає у створенні програмного продукту, що відображатиме соціальний проект. Тему команда студентів обирає самостійно, представляє спочатку для обговорення на лабораторній роботі, а потім готують проект і захищають його, як стартап.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді екзамену.

11.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовий модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист проекту	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитань, максимальна кількість балів за кожне із запитань, складає 33,33 балів.

11.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати базові поняття теорії інформації та кодування у частині, що стосується методів оцінки кількості інформації та ентропії джерела повідомлення, а також принципів передачі по каналах зв'язку різних типів;
- знати методи ефективного кодування;
- знати базові алгоритми завадостійкого кодування.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміти писати програми розрахунку кількості інформації та ентропії;

- вміти вирішувати задачі оцінки кількості інформації та ентропії;
- вміти використовувати методи ефективного кодування інформації;
- вміти використовувати методи завадостійкого кодування інформації;
- вміти використовувати методи розрахунку ентропії, кількості інформації, швидкості передачі інформації, пропускної здатності каналу;
- вміти проводити теоретико-числові розрахунки за базовими алгоритмами кодування інформації.
- вміти використовувати методи вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити не менше 6 лабораторних/практичних занять. Знати базові поняття теорії інформації та кодування у частині, що стосується методів оцінки кількості інформації та ентропії джерела повідомлення, а також методів оцінки пропускної здатності та швидкості передачі інформації; знати методи ефективного кодування; знати базові алгоритми завадостійкого кодування.

Добре (75-89). Твердо знати теоретичний мінімум, виконати і захистити не менше 7 завдань лабораторних/практичних робіт. Уміти використовувати сучасний інструментарій у вигляді створених програмних проектів для рішення задач оцінки ентропії джерела повідомлення та кількості інформації, методів кодування інформації. Уміти виконувати теоретико-числові перетворення за базовими алгоритмами кодування. Уміти використовувати методи оцінки основних характеристик кодів, характеристик сигналів, характеристик каналу зв'язку.

Відмінно (90-100). Захистити на відмінно всі 7 лабораторних/практичних робіт. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти їх застосовувати.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

12. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7364>.

13. Рекомендована література

Базова

1. Robert M.Gray. Entropy and information theory . - New York, SPRINGER Verlag, 2023. - 324 p.

2. Polyansjiy, Y., Wu, Y. Information theory: From coding to learning. Cambridge University Press, 2024. - 748 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108966351>

3. Беркман Л.Н., Бондарчук А.П., Гайдур Г.І., Чумак Н.С. «Кодування джерел інформації та каналів зв'язку. Частина 3». - 2018.

4. Основи теорії інформації та кодування: підручник/ І.В. Кузьмі, І.В. Трошин, А.І. Кузьмі, В.О. Кедрус, В.Р. Любчик за реп. І.В. Кузьміна. - 3-тє видання, переробл. та доповнене. - Хмельницький: ХНУ, 2009. - 373 с. ISBN 978-966-330-063-4.

5. Основи теорії інформації та кодування: навч. посібник / [І. А. Прокопишин, Р. Є. Рикалюк, В. Ф. Чекурін, К. А. Червінка]. – Електрон. вид. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. – 156 с.

6. Фетюхіна Л. В. Теорія інформації та кодування: навч.-метод. посібник / Л. В.Фетюхіна, О. А. Бутова – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – 68 с.

Допоміжна

1. Курко А.М. Введення в теорію інформації: посібник до вивчення дисципліни теорія інформації для студентів за напрямом підготовки 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / укл. А.М. Курко, В.Я. Решетник. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. – 108 с.

2. Fundamentals in Information Theory and Coding. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.springer.com/gp/book/9783642203466>. 2014.

3. 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.Є.Коваленко. Електронні текстові дані (1 файл: 5,758 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. - 248 с.

4. O'Regan, G. (2023). Coding Theory. In: Mathematical Foundations of Software Engineering. Texts in Computer Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26212-8_21.

5. Soloviev V. Entropy Analysis of Crisis Phenomena for DJIA Index [Electronic resource] / Vladimir Soloviev, Andrii Bielinskyi, Viktoria Solovieva // ICTERI 2019: ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization

and Knowledge Transfer : Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops. Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019 / Edited by : Vadim Ermolayev, Frédéric Mallet, Vitaliy Yakovyna, Vyacheslav Kharchenko, Vitaliy Kobets, Artur Kornilowicz, Hennadiy Kravtsov, Mykola Nikitchenko, Serhiy Semerikov, Aleksander Spivakovsky. – (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2393). – P. 434-449. – Access mode : http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_375.pdf.

15. Інформаційні ресурси

1. [Ел. ресурс]. URL:
https://mentor.khai.edu/pluginfile.php?file=%2F347802%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FWiley.Interscience.Elements.of.Information.Theory.Jul.2006.eBook-DDU.pdf.
2. [Ел. ресурс]. URL:
https://mentor.khai.edu/pluginfile.php?file=%2F347803%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FInformation%20theory.pdf.
3. [Ел. ресурс]. URL:
https://mentor.khai.edu/pluginfile.php?file=%2F347804%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2Finformation-theory.pdf.
4. [Ел. ресурс]. URL: <https://scrumorg-website-prod.s3.amazonaws.com/drupal/2021-01/01-2021%20Kanban%20Guide.pdf?nexus-file=https%3A%2F%2Fscrumorg-website-prod.s3.amazonaws.com%2Fdrupal%2F2021-01%2F01-2021%2520Kanban%2520Guide.pdf>