

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан факультету інформаційних технологій  
Тетяна ГОВОРУЩЕНКО  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### *Теорія інформації, кодування та передачі сигналів*

*Галузь знань* – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

*Спеціальність* – 172 Електронні комунікації та радіотехніка

*Рівень вищої освіти* – Перший (бакалаврський)

*Освітньо-професійна програма* – Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі

*Обсяг дисципліни* – 4 кредитів ЄКТС *Шифр дисципліни* – ОЗП.05

*Мова навчання* – українська

*Статус дисципліни*: обов'язкова (цикл загальної підготовки)

*Факультет* – Інформаційних технологій

*Кафедра* – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					
Д	2	4	4	120	54	36	18	-	66	-	-	-	+
<b>Разом ДФН</b>			<b>4</b>	<b>120</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>66</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми зі спеціальності

172 Електронні комунікації та радіотехніка

Програму складено


Схвалено на засіданні кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

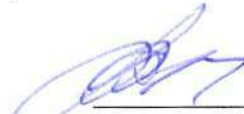
Протокол №1 від 27 серпня 2024 року


Завідувач кафедри ТМІТ

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради

 Олег ПИВОВАР

 Сергій ПІДЧЕНКО

 Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

# ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ, КОДУВАННЯ ТА ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ

## Опис дисципліни

<b>Код</b>	ОЗП.05
<b>Тип дисципліни</b>	Обов'язкова (цикл загальної підготовки)
<b>Освітній рівень</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Семестр</b>	4
<b>Кількість встановлених кредитів ЄКТС</b>	4,0
<b>Форми здобуття освіти</b>	Денна

### Результати навчання.

Студент, який успішно завершив опанування дисципліни, має *розуміти* основні положення теорії інформації; *використовувати* методи перетворення статистичних та ентропійних характеристик дискретних джерел інформації; *застосовувати* методи ефективного, економного та завадостійкого кодування; *здійснювати* комп'ютерне моделювання процесів кодування для пристроїв та систем із використанням сучасних пакетів прикладних програм.

### Зміст навчальної дисципліни.

Узагальнені принципи передачі інформації в телекомунікаційних пристроях, системах та мережах. Структура телекомунікаційного каналу зв'язку. Різновиди та функціональні перетворення завад та сигналів в каналах. Забезпечення синхронізації в бінарних каналах. Тактико-технічні характеристик каналів. Поняття кількості інформації для джерел та каналів. Алфавіт та ансамбль дискретних повідомлень. Поняття знаку, символу, розряду, цифри, коду, сигнально-кової конструкції. Інформаційні параметри джерел дискретних повідомлень. Ентропія джерел залежних і незалежних дискретних повідомлень. Пропускна здатність телекомунікаційних каналів із завадами різного роду. Канальне кодування в рамках форматування сигналів. Бінарні канальні коди (NRZ, RZ, Bi-Ph,D-Mod). Автосинхронізація під час бінарного канального кодування. Мета стиснення об'єму даних для передачі телекомунікаційними каналами. Ефективні коди (арифметичне кодування, словникові методи кодування, Шеннона-Фано, Хаффмена). Стиснення даних із втратами під час економного кодування. Методики економного кодування із втратами для джерел звукових, фото та відео повідомлень (MP3, JPEG, тощо). Основні поняття та можливості завадостійкого кодування. Блокові завадостійкі коди (парність, повторення, інверсний, ітеративний). Твірні та перевірні матриці блокового кодування. Мінімальна кодова відстань завадостійкого кодування та її вплив на виявлення та виправлення помилок. Звичайний та модифікований коди Хеммінга. Поліноміальне представлення процесу кодування блочними кодами. Циклічні коди (звичайний, код Голя, BCH). Поняття механізму згорткового завадостійкого кодування. Моделі процесу згорткового кодування (поліноміальна, діаграма станів, решітчаста діаграма). Згорткове декодування та його параметри. Алгоритм Вітербі для згорткового декодування. Каскадне кодування поняття перемежування. Коди Ріда-Соломона. Паралельне кодування, поняття перфорації знаків. Турбо-коди та їх можливості. Енергетична ефективність телекомунікаційних каналів із кодуванням.

**Запланована навчальна діяльність для денної форми навчання:** лекції – 36 год., лабораторні заняття – 18 год., самостійна робота – 66 год., разом – 120 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (із використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (із використанням методів комп'ютеризованих розрахунків та комп'ютерного моделювання), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** портфоліо лабораторних робіт; презентація результатів виконання індивідуальних завдань; тестування.

**Вид семестрового контролю:** іспит – 4 семестр.

### Навчальні ресурси:

1. Ямненко Ю.С., Клен К.С. Теорія інформації та обробка сигналів-1: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 120с.

3. Подлевський Б. М. Теорія інформації в задачах: підручник / Б. М. Подлевський, Р. Є. Рикалюк. – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 271 с.

3. Теорія інформації, кодування та передачі сигналів: лабораторний практикум з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка"/О.С.Пивовар, В.І. Стецюк, В.С. Петрушак – Хмельницький : ХНУ, 2022. – 84 с.

**Викладач:** к.т.н.доц. Пивовар О.С.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів» є однією із обов'язкових дисциплін загальної підготовки бакалавра за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на основі ОПП «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі».

**Пререквізити:** ОЗП.04 -Алгоритмізація та програмування; ОПП.02 - Інтернет технології та інформаційні ресурси.

**Кореквізити :** ОЗП.08 - Метрологія, стандартизація випробування та сертифікація; ОПП.07 - Обчислювальна і мікропроцесорна техніка; ОПП.09 - Волоконно-оптичні мережі та системи; ОПП.10 - Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем; ОПП.11 - Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах; ОПП.12 - Системи рухомого радіозв'язку та навігації.

Відповідно до Стандарту вищої освіти спеціальності 172 ТР та ОПП дисципліна ТІКПС має забезпечити:

- **компетентності:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2); здатність планувати та управляти часом (ЗК3);. навички здійснення безпечної діяльності (ЗК9); здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК9); здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні(ЗК11); здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК3); готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки (ФК7); готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки (ФК14); здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ФК15).

- **програмні результати навчання:** знання теорій та методів фундаментальних та загальноінженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності (ПРН1); вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій (ПРН2).

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, який спроможний вирішувати завдання кодування джерел та повідомлень в телекомунікаційних каналах на основі теорії інформації та передачі сигналів із застосуванням цифрових методів комп'ютерної обробки.

**Предмет дисципліни.** Теоретичні основи кількісної оцінки інформації, побудови методів та методик представлення сигналів та кодування повідомлень в різних формах .

**Завдання дисципліни.** Формування у студентів необхідного обсягу теоретичних знань та сукупності практичних навичок під час проведення аналізу, синтезу та оптимізації способів кодової обробки сигналів за різними критеріями.

**Результати навчання.** Студент, який завершив вивчення дисципліни, має: вміло та комплексно використовувати понятійний апарат теорії інформації, теорію побудови типових кодів джерел та повідомлень мультимедійного контенту; практично застосовувати математичні абстракції в рамках методик кодування різних класів; впевнено використовувати методи математичного моделювання та симуляції передачі сигналів в каналах із завадами.

## 2. СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Структура залікових кредитів дисципліни для денної форми здобуття освіти

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма			
	Лекції	Лабор. роботи	Практ.	СРС
Тема 1. Телекомунікаційні канали	8	6	-	14
Тема 2. Основи теорії інформації	8	4	-	17
Тема 3. Кодування джерел інформації	10	4	-	17
Тема 4. Кодування повідомлень	10	4	-	18
<b>Разом за семестр:</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>66</b>

### 2.2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 2.2.1. Зміст лекційного курсу для денної форми здобуття освіти

№ лекції	Тема	Перелік тем лекцій, їх анотації, література	Кільк. годин
1	Тема 1. Передача сигналів в телекомунікаціях	Узагальнені принципи збереження та передачі інформації в телекомунікаційних системах і мережах. Структура каналу зв'язку та функціональні перетворення сигналів в каналі. Літ.: [1] с.9-18; [2] с.45-58, [3] с. 50-53	2
2		Різновиди каналів зв'язку, сигналів, завад та спотворень, що виникають під час передачі інформації. Літ.: [1] с.9-18; [2] с.45-58, [3] с. 50-53	2
3		Параметри та характеристики каналів, сигналів та завад в часовій та спектральній зонах. Зв'язок між параметрами каналів та сигналів під час передачі повідомлень. Літ.: [1] с.12-18; [3] с. 22-27	2
4		Забезпечення синхронізації в цифрових та аналогових каналах. Фазова, тактова та циклова синхронізація бінарних потоків. Літ.: [1] с.12-18; [3] с. 22-27	2
5	Тема 2. Основи теорії інформації	Кількісні міри інформації джерел та повідомлень. Алфавіт та ансамбль повідомлень. Дискретні повідомлення. Знаки, символи та сигнально-кодові конструкції. Літ.: [2] с.9-14; [3] с.7-13	2
6		Поняття та важливість ентропії. Ентропійна міра джерел залежних та незалежних дискретних повідомлень. Літ.: [2] с.14-29; [3] с.7-13	2
7		Інформаційна надмірність дискретних джерел. Спільна та взаємна ентропія групи джерел повідомлень. Літ.: [2] с.20-29; [3] с.12-13	2
8		Продуктивність джерел дискретних повідомлень. Пропускна здатність каналів із завадами відповідно теорії Шенона. Літ.: [1] с.32-37; [2] с.47-55; [3] с.45-50	2
9	Тема 3. Кодування джерел інформації	Загальна класифікація кодів, основні задачі, визначення та терміни теорії кодування. Процес форматування джерел та отримання цифрового представлення аналогових сигналів. Літ.: [1] с.55-63; [2] с.73-83; [3] с.13-22	2
10		Канальне низькочастотне кодування. Цифрова модуляція під час бінарного кодування. Автосинхронізація бінарних кодів. Канальні коди, їх алгоритми та властивості (кодування без повернення до нуля, Манчестерське кодування, багатопозиційні коди, коди із затримкою, тощо) Літ.: [1] с.72-75; [2] с.49-58; [3] с.13-22	2
11		Ефективне стиснення даних дискретних джерел. без втрат інформації.	2

		Ефективні коди (арифметичне кодування, Шеннона-Фано , Хафмена, тощо). Літ.: [1] с.55-63; [2] с.49-58; [3] с.13-22	
12		Ефективні словникові коди дискретних джерел. LZ коди та їх удосконалення та модифікації. Літ.: [1] с.35-63; [2] с.49-68; [3] с.17-22	2
13		Економне кодування інформації із втратами. Алгоритми кодування звукової та відеоінформації (MP3, JPEG, тощо) Літ.: [1] с.55-63; [2] с.73-83; [3] с.8-13	2
14	Тема 4. Канальне кодування	Завадостійке кодування основні положення. Лінійні блокові завадостійкі коди із перевіркою на парність. Матричні математичні моделі завадостійких кодів. Літ.: [1] с.92-114, 454-456, [2] с.125-139	2
15		Параметри блочних кодів. Мінімальна кодова відстань. Коди Хеммінга. Поліноміальний опис блочного кодування. Літ.: [1] с.135-156; [2] с.136-139	2
16		Циклічні коди. Матричне та поліноміальне представлення циклічного кодування та декодування. Код Голея та БЧХ коди. Літ.: [1] с.159-197; [2] с.181-189	2
17		Згорткове завадостійке кодування. Поліноміальна модель, діаграма станів та решітчаста діаграма згорткового кодування. Алгоритм Вітербі для декодування згорткових кодів. Літ.: [1] с.344-351, 398-427	2
18		Прогресивне згорткове кодування. Коди Ріда-Соломона. Каскадне кодування із перемежуванням. Турбо-кодування із перфорацією. Енергетична ефективність застосування кодування в телекомунікаційних системах Літ.: [1] с.216-226	2
		Разом за семестр:	36

## 2.2.2 Зміст лабораторних занять

### Перелік лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
		Денна
1	Кількісні міри обсягу інформації дискретних повідомлень. Літ.: [2] с.14-29; [3] с.7-13	2
2	Оцінювання втрат дискретної інформації в каналі зв'язку Літ: [1] с.12-18 , [2] с.45-58	2
3	Аналіз пропускнуої спроможності каналів зв'язку за Шенноном Літ: [1] с.12-18 , [2] с.45-58	2
4	Низькочастотне кодування бінарного потоку Літ.: [1] с.121-130, [2] с.73-83; [3] с.38-45	2
5	Кодування джерела префіксним кодом Хафмена Літ: [1] с.80-88 , [2] с.90-106	2
6	Кодування джерела словниковими кодами Лемпела-Зіва (LZ). [1] с.35-63; [2] с.49-68; [3] с.17-22	2
7	Завадостійке кодування даних ітеративними кодами Літ.: [1] с.72-75; [2] с.49-58; [3] с.13-22	2
8	Завадостійке кодування даних кодами Хемінга. Літ.: [1] с.136-147; [2] с.125-139	2
9	Використання цифрових рекурентних послідовностей для шифрування повідомлень Літ.: [1] с.72-75; [2] с.49-58; [3] с.13-22	2
	<b>Разом:</b>	18

### 2.2.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у щотижневому опрацюванні матеріалу щотижневих лекцій, виконанні завдань під час підготовки до захисту лабораторних робіт та обробка даних лабораторних робіт, виконання індивідуальних завдань, підготовка до проведення електронного тематичного тестування та його виконання в модульному середовищі, підготовка до письмового підсумкового контролю.

#### Зміст самостійної роботи студентів

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Реєстрація в модульному середовищі(корегування індивідуальних планів та графіку дистанційного навчання). Опрацювання матеріалу лекції №1	4
2	Вибір індивідуальних завдань та тем рефератів. Опрацювання матеріалу лекції №2. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1	4
3	Опрацювання матеріалу лекції №3. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1. Підготовка до тематичного тестового контролю Т1	5
4	Опрацювання матеріалу лекції №4. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2, виконання індивідуальних завдань	3
5	Опрацювання матеріалу лекції №5. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2, виконання індивідуальних завдань	3
6	Опрацювання матеріалу лекції №6. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3, виконання індивідуальних завдань	3
7	Опрацювання матеріалу лекції №7. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3, виконання індивідуальних завдань	3
8	Опрацювання матеріалу лекції №8. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Підготовка до тематичного тестового контролю Т2.	5
9	Опрацювання матеріалу лекції №9. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4, виконання індивідуальних завдань	3
10	Опрацювання матеріалу лекції №10. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5, виконання індивідуальних завдань	3
11	Опрацювання матеріалу лекції №11. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5, виконання індивідуальних завдань	3
12	Опрацювання матеріалу лекції №12. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6, виконання індивідуальних завдань	3
13	Опрацювання матеріалу лекції №13. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6. Підготовка до тематичного тестового контролю Т3, виконання індивідуальних завдань	5
14	Опрацювання матеріалу лекції №14. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7, виконання індивідуальних завдань	3
15	Опрацювання матеріалу лекції №15. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до захисту індивідуальних завдань	6
16	Опрацювання матеріалу лекції №16. Підготовка до виконання лабораторної роботи №8. Підготовка до захисту індивідуальних завдань	3
17	Опрацювання матеріалу лекції №17. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8, оформлення та захист індивідуальних завдань	3
18	Опрацювання матеріалу лекції №18. Підготовка до виконання та захисту лабораторної роботи №9. Підготовка до тематичного тестового контролю Т4 та підсумкового контрольного заходу.	4
	Разом за семестр:	66

## 2.2.6 Орієнтовна тематика індивідуального завдання для самостійної роботи студентів

1. Характеристика основних джерел аналогових повідомлень для телекомунікаційного каналу передачі.
2. Характеристика основних джерел цифрових повідомлень для телекомунікаційного каналу передачі.
3. Порівняльний аналіз властивостей гармонічних та прямокутних сигналів та їх спектрів із точки зору використання як допоміжних сигналів доставки повідомлень в телекомунікаційних каналах..
4. Причини, наслідки та проблеми під час застосування симетричних та асиметричних телекомунікаційних каналів зв'язку.
5. Методики програмного та апаратного визначення тактико-технічних характеристик телекомунікаційних каналів передачі.
6. Вимірювальне устаткування для аналізу параметрів та характеристик телекомунікаційних провідних ліній передачі.
7. Вимірювальне устаткування для аналізу параметрів та характеристик радіоліній передачі.
8. Порівняння поліноміального опису процедур кодування та типових процесів обробки сигналів під час фільтрації.
9. Ймовірнісні параметри та характеристики завад як випадкових процесів. Апаратна підтримка методик вимірювання ймовірнісних характеристик.
10. Можливі позаземні джерела завад, що впливають на роботу телекомунікаційних пристроїв.
11. Завади із однаковою потужністю але різними спектральними залежностями. «Кольорова» класифікація флуктуаційних шумових завад в звуковому діапазоні.
12. Корелятор як спосіб лінійної оптимальної обробки сигналів. Апаратна та програмна реалізація кореляторів.
13. Двійково-десяткові та двійково-N розрядні коди та їх можливе застосування в телекомунікаційних каналах.
14. Надлишковість людського ока як джерела дискретної інформації.
15. Надлишковість людського вуха як джерела дискретної інформації.
16. Поняття бази сигналу і застосування в телекомунікаційних системах сигналів із великою базою.
17. Несистематичність в бінарних кодах. Блочні несистематичні коди. Згорткові несистематичні коди.
18. Способи порівняння різних класів кодів для завадостійкого кодування різної довжини.
19. Вплив відношення сигнал-завада на вході приймача із кодуванням на вибір типу завадостійкого кодека, що застосовується.
20. Застосування цифрових кодеків в рамках дельта-модуляції в сучасних звуковідеосистемах.
21. Варіанти використання завадостійкого кодування для завадостійкості асиметричних каналів зв'язку.
22. Порівняльний аналіз кореляційних методів забезпечення якості зв'язку із введенням надлишкового кодування даних.
23. Загальна характеристика та використання в реальних системах лінійного ущільнення каналів передачі.
24. Загальна характеристика та використання в реальних системах нелінійного ущільнення каналів передачі.
25. Кодова підтримка цифрового мажоритарного ущільнення – розділення цифрових індивідуальних каналів .
26. Системи кодування, що паралельно забезпечують скремблювання із розширенням спектру.
27. Апаратно програмна підтримка процедури перемешування в каскадному кодування.
28. Апаратно-програмна підтримка процедури перфорації даних в паралельному кодуванні.

29. Алгоритми кодування та кодеки, що використовуються в специфікації Ethernet.
30. Алгоритми кодування та кодеки, що використовуються в специфікації USB.
31. Алгоритми кодування та кодеки, що використовуються в специфікації SATA.
32. Алгоритми кодування та кодеки, що використовуються в специфікації PCI Express.
33. Способи генерації неперіодичних тестових послідовностей для тестування кодеків завадостійкого кодування..
34. Алгоритми ефективного кодування, що не ґрунтуються на алгоритмах LZ. алгоритми стиснення цифрових даних. Методики застосування, переваги та недоліки.
35. Кодування мовної інформації на базі формантної теорії мови. Побудова вокодерів.
36. Адаптивне використання різних алгоритмів кодування джерела або кодування повідомлень під час зміни рівня завад у каналі передачі.

### 3. ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес опанування дисципліни «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів» базується на використанні відомих традиційних і прогресивних технологій освітнього середовища.

Традиційними технологіями є: викладання лекційного матеріалу із застосуваннями простої візуалізації за допомогою дошки, проведення лабораторних робіт на базі лабораторних макетів та типового вимірювального устаткування, усне та письмове опитування, тощо.

Прогресивними технологіями є: широке використання під час викладення матеріалу лекції мультимедійного контенту (статичних та динамічних плакатів, навчальних фільмів, тощо), виконання віртуальних лабораторних робіт за допомогою середовища Matlab\Simulink, використання пакетів програм для обробки даних лабораторних робіт середовища Matlab та офісних програм, проведення електронного тестування для контролю знань в модульному середовищі, проведення навчального тестування, проведення віртуальних екскурсій, та опанування компетенцій курсу за допомогою ресурсів Інтернет під час роботи над індивідуальними завданнями.

### 4. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Під час поточного аудиторного контролю використовуються такі методи:

- коротке усне або письмове опитування із лекційного матеріалу;
- коротке усне або письмове щодо теоретичних загальних положень до лабораторних робіт;
- контроль практичних навичок використання вимірювального устаткування та метрологічних правил вимірювання під час виконання лабораторних робіт;
- контроль навичок та методик використання середовища Matlab для гавань курсу із кодування даних;
- захист результатів виконання лабораторних робіт та домашнього завдання із лабораторних робіт;
- контроль якості оформлення звіту з поточної лабораторної роботи на відповідність його стандартам університету;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу лекцій та загальних теоретичних положень лабораторних робіт у модульному середовищі;
- проведення підсумкової контрольної роботи, що проводиться наприкінці семестру у письмовій формі.

### 5. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний різновид контролю з дисципліни «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів» оцінюється за **чотирибальною** шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Семестрова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** (3 бали і вище) з урахуванням вагових коефіцієнтів (див. нижче). Вагові коефіцієнти встановлюються викладачем для більш справедливого та об'єктивного контролю опанування дисципліни на початку семестру на етапі корегування робочої програми.

Оцінка, яка виставляється за *лекційне заняття*, складається з таких елементів:



- правильність відповіді на поточні усні або короткі письмові запитання із матеріалу, що пройдено;
  - результати тестування із лекційного матеріалу;
  - рівень інтерактивної взаємодії із викладачем та творчого мислення;
  - рівень виконання, оформлення та захисту індивідуальних завдань;
- Оцінка, яка виставляється за *лабораторне заняття*, складається із наступних елементів:
- рівень опанування студентами методик моделювання, розрахунків, оцінювання, вимірювання та оперативності виконання лабораторної роботи;
  - відповідність оформлення звітів з лабораторної роботи поточним стандартам університету;
  - правильність відповідей під час захисту лабораторної роботи;
  - рівень володіння технічною мовою;
  - своєчасний захист лабораторної роботи.

Оцінювання всіх елементів контролю відбувається за чотирибальною шкалою. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент оформив та захистив звіт на наступному після виконання лабораторної роботи аудиторному занятті (не більше 2 тижнів). Пропущене лабораторне заняття студент має відпрацювати в окремий, встановлений викладачем, термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до початку сесії.

Підсумковий контрольний захід складається із письмової контрольної роботи. Завдання підсумкової роботи включає 2- 3 теоретичні запитання та 1 розрахункове завдання. Кожне запитання є елементом контролю, що оцінюється за чотирибальною шкалою. Сумарна оцінка за елемент контролю є середньоарифметичним значення оцінювання кожного елемента. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід вважається невстигаючим.

Оцінювання компетенцій студентів за елементами контролю здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за націон. шк..	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент у повному обсязі опанував зміст та суть елемента навчання, легко орієнтується у розташуванні та взаємному зв'язку цього елемента із іншими компетенціями; має повні компетенції виконання методик вимірювання, представлення та використання результатів лабораторних робіт; спроможність аргументовано обґрунтовувати свої судження та представлення. Відмінна оцінка передбачає наявність компетенції коректного та лаконічного подання відповідей. Під час відповідей студент проявляє творчу активність. Допускається наявність декількох несуттєвих помилок та обмовлень.
Добре	Студент виявив практично повне засвоєння змісту елемента навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом; свідомо використовує набуті знання та компетенції для вирішення необхідних практичних задач; виклад відповіді коректний та загалом відповідає запитанню (умовам), але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі помилки, неточності, нечіткі формулювання закономірностей, заміна та переплутування понять тощо. Творча активність студента в рамках елемента обмежена.
Задовільно	Студент виявив мінімально достатній рівень засвоєння змісту навчального матеріалу, слабо володіє необхідними компетенціями, рівень володіння понятійним апаратом достатній для подальшого навчання. Допускається наявність суттєвих помилок та неточностей, які за умови додаткових або конкретизованих запитань викладача можуть бути самостійно виправлені студентом, або вказано на шляхи їх виправлення. Творча активність студента проявляється слабо.
Незадовільно	Студент виявив недостатній рівень знань та компетенцій з елемента навчання. Подальшого продовження навчання можливо тільки за умови повторного опанування. Під час відповідей у студента відсутня логічна структура відповіді, він допускає велику кількість помилок під час визначення навіть елементарних спеціальних понять, відсутні компетенції щодо виконання лабораторних та практичних робіт, творча активність не виявлена.

## Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Елементи контролю	Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль, іспит
	Лекції	Лабораторні роботи	Тестовий контроль:	
	1...18	№ 1-№9	Тема 1...4 (Т1...Т4)	
Ваговий коефіцієнт	<b>0,1</b>	<b>0,35</b>	<b>0,15</b>	<b>0,4</b>

Тестування проводиться в онлайн режимі в модульному середовищі для навчання в рамках часу відведеного *на самостійну роботу* або під час аудиторних планових консультацій. Кожен тест має 15-35 елементарних тестових завдань. Кожне тестове завдання оцінюється одним балом. Результати тесту пропорційно приводяться до 5-ти бальної інституційної інтервальної шкали балів та фіксуються у загальному рейтингу за 4-бальною шкалою за таблицею, наведеною нижче.

### Відповідність відсотка правильних відповідей у тесті чотирибальній шкалі оцінювання

Відсоток правильних відповідей у тесті	0%-50%	50%-70%	70%-90%	90%-100%
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

Для відповіді на кожне тестове завдання у тесті відводиться не більше 3 хвилин (залежно від складності матеріалу тесту), наступна спроба проходження тесту можлива не раніше як за годину. Кількість спроб виконання контрольного тесту не більше 5, кількість спроб навчального тесту зазвичай не обмежується. Кінцевий результат контрольного тестування виставляється за найкращою спробою. У випадку отримання негативної оцінки із поточного тестування проводиться повторно до рівня «зараховано» (див. табл. нижче), але не раніше ніж за тиждень в установленому порядку до терміну наступного тематичного контролю. Повторне тестування може бути реалізовано онлайн під наглядом викладача.

Апеляція результатів тестування та інших контрольних заходів проводиться під час найближчої поточної консультації.

### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії		
		Бал	Опис	
<b>A</b>	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок	
<b>B</b>	4,25–4,74	4	<b>Зараховано</b>	
<b>C</b>	3,75–4,24	4		<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
<b>D</b>	3,25–3,74	3		<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
<b>E</b>	3,00–3,24	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
				<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
<b>FX</b>	2,00–2,99	2	<b>Незараховано</b>	
<b>F</b>	0,00–1,99	2		<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
			<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни	

## 6. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

1. Наведіть узагальнену структуру телекомунікаційної системи, вкажіть функціональне призначення блоків кодування та модуляції інформаційних повідомлень?
2. Вкажіть відмінності та зони застосування логічних, фізичних та частотних телекомунікаційних каналів?
3. Зазначте особливості, переваги та недоліки таких каналів в сучасних телекомунікаційних системах?
4. Виділіть основні чинники, що суттєво впливають на пропускну здатність телекомунікаційних каналів передачі, вкажіть шляхи покращання пропускну здатності на основі теорії кодування
5. Вкажіть особливості процесу перетворення аналогового сигналу в цифровий під час форматування?
6. Наведіть загальну класифікацію процесів кодування бінарного сигналу відповідно функціональному призначенню відповідних блоків передачі інформації.
7. Дайте характеристику основним поняттям кількості інформації: ймовірності, ентропії, коду, квантуванню, дискретизації тощо?
8. Зв'язок процесів кодування із екологічною безпекою та охороною праці?
9. Вкажіть особливості низькочастотного кодування серед інших різновидів.
10. Канальне кодування, автосинхронізація бінарних потоків?
11. Канальне лінійне кодування на основі біфазних кодів без повернення до нуля.
12. Канальне лінійне кодування на основі біфазних кодів із поверненням до нуля.
13. Кількість інформації за Шеноном, що генерується дискретним джерелом?
14. Кількість інформації за Шеноном, що генерується неперервним джерелом?
15. Доцільність використання понять умовна ентропія і взаємна інформація ?
16. Спільні та відмінні риси процесів кодування, модуляції та ущільнення інформації?
17. Надмірності інформації джерела або декількох пов'язаних джерел повідомлень. Забезпечення врівноваження продуктивності джерела та пропускну спроможності каналу?
18. Яким чином можливо порівняти результати роботи ефективних кодерів для різних джерел повідомлень.
19. Яким чином реалізується пошук більш удосконалених ефективних кодеків?
20. Сформулюйте необхідні і достатні умови щодо лінії передачі для неспотвореної передачі сигналів у телекомунікаційному каналі?
21. Наведіть коротку характеристику економних кодеків та їх зон застосування в сучасних телекомунікаційних технологіях?
22. Яким чином здійснюється пошук більш удосконалених методик економного кодування із втратами інформації?
23. Наведіть класифікаційні ознаки завадостійких кодів. Поняття лінійних та нелінійних кодів, систематичних і несистематичних кодів, блочних та згорткових кодів. Параметри кодування щодо виправлення та виявлення помилок ?
24. Вкажіть висновки теореми відліків та теореми Шенона для реалізації завадостійкої бінарної кодової обробки?
25. Поясніть принцип роботи ефективних кодеків на базі теорії інформації Шенона?
26. Викладіть алгоритми під час побудови кодового дерева Хаффмена ?
27. Поясніть принцип роботи ефективного кодера Шеннона-Фано ?
28. Розкрийте принципи економного кодування повідомлень джерел за допомогою втрати частини інформації повідомлення?
29. Поясніть основні етапи методики кодування звукових повідомлень MP3?
30. Поясніть основні етапи методики кодування звукових повідомлень JPEG?
31. Наведіть класифікаційні ознаки завадостійких кодів. Розкрийте базові принципи завадостійкого кодування із виявленням та виправленням помилок?
32. Математичний опис завадостійких бінарних кодів на базі твірних та перевірних матриць?
33. Наведіть методику Хеммінга для блочного завадостійкого кодування?
34. Наведіть принцип роботи та алгоритм виправлення помилок ітеративними кодерами?
35. Мінімальна кодова відстань та її зв'язок із якісними характеристиками завадостійкого кодування повідомлень для блочних кодів? Визначення мінімальної кодової відстані блочних кодів?

36. Поліноміальна модель блочного кодування. Операції із поліномами під час кодування? Суть та поліноміальне представлення циклічних кодів?
37. Циклічне декодування, основний та прогресивний алгоритми циклічного декодування?
38. Циклічні завадостійкі кодеки Голея та БЧХ та алгоритми їх функціонування?
39. Базові принципи згорткового кодування. Параметри та словниковий апарат згорткового кодування?
40. Поліноміальна модель згорткового кодування. Модель згорткового кодування на основі діаграми станів?
41. Модель згорткового кодування на основі решітчастої діаграми?
42. Згорткове декодування за алгоритмом Вітербі?
43. Визначення мінімальної кодової відстані для згорткового кодування.
44. Процес перемежування даних та застосування каскадного кодування для поліпшення ефективності роботи завадостійких кодеків?
45. Процес перфорації даних під час паралельного кодування (турбо-коди). Ефективність роботи турбо-кодів у телекомунікаційних системах?
46. Застосування алгоритмів кодування в каналах діючих телекомунікаційних систем?
47. Використання різних типів кодування для підвищення енергетичної ефективності передачі даних в телекомунікаційних системах?

## **7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Ямненко Ю.С., Клен К.С. Теорія інформації та обробка сигналів-1: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 120с.
2. Романюк М.І., Савченко Ю.Г. Основи теорії інформації та кодування: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 70 с.
3. Подлевський Б. М. Теорія інформації в задачах: підручник / Б. М. Подлевський, Р. Є. Рикалюк. – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 271 с.
4. Теорія інформації, кодування та передачі сигналів: лабораторний практикум з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”/О.С.Пивовар, В.І. Стецюк, В.С. Петрушак – Хмельницький : ХНУ, 2022. – 84 с.

### **Допоміжна**

5. Телекомунікаційні системи передавання інформації. Методи кодування [Текст] : навч. посібник /Р. А. Бурачок, М. М. Климаш, Б. В. Коваль. – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 476 с.
6. Іващенко П.В. Основи теорії інформації: навч. посіб. / П.В. Іващенко – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 53 с
7. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. «Теорія інформації і кодування: підручник». К: Вища школа. - 2001.- 255 с.
8. Фесечко В.О. Методи перетворення сигналів: Навч. посіб. –К.: ІВЦ Політехніка, 2005. - 128 с.

## **8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.