

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. О.О. ЗЕЛЕНСЬКОГО (№ 504)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми



Ірина ВАСИЛЬСВА
(ініціали та прізвище)

31 серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теорія інформації і кодування»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Розробник: ТОЦЬКИЙ Олександр, професор, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p>Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування)</p> <p>Освітня програма <u>«Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2023/2024
Індивідуальне завдання не передбачено навчальним планом <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 72*/150		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи здобувача – 4,9		Лекції*
		40 годин
		Практичні*
		32 години
	Лабораторні*	
	- годин	
	Самостійна робота	
	78 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 72/78

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: придбання студентами наступних спеціальних знань і вміння використовувати їх у своїй практичній роботі: призначення систем цифрового зв'язку, структурі систем зв'язку, методи економного і завадостійкого кодування у системах зв'язку, методи оптимального прийому цифрових сигналів, критерії якості передачі інформації, властивості і моделі радіотехнічних каналів зв'язку

Завдання: вивчення загальної теорії і методів, на яких заснована передача інформації.

Компетентності, які набуваються

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності:

- Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
- Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
- Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
- Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

Очікувані програмні результати навчання:

- Здатність брати участь у створенні прикладного програмного забезпечення для елементів (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

Пререквізити – вища математика, фізика

Кореквізити – Основи інфокомунікацій

Міждисциплінарні зв'язки: статистична теорія радіосистем, програмування та чисельні методи, тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Модель цифрової системи зв'язку. Основи теорії інформації та економного кодування.

ТЕМА 1. Узагальнена модель системи цифрового зв'язку.

Загальні поняття. Призначення і характеристики елементів моделі. Моделі джерел повідомлень. Кодер джерела. Кодер-декодер каналу. Модуляція і прийом сигналів. Радіотехнічні канали зв'язку.

ТЕМА 2. Дискретне представлення неперервних повідомлень.

Теорема Котельникова для одномірних і двовимірних сигналів. Ефекти дискретизації і квантування.

ТЕМА 3. Основи теорії інформації та економного кодування. Кодування без втрат.

Кількість інформації, що міститься в повідомленні. Ентропія джерела. Теорема кодування для джерела. Задачі економного кодування. Неруйнівне кодування (статистичні методи). Коди без пам'яті. Коди з пам'яттю. Коди Хаффмена і Шеннона-Фано. Кодування довжин повторень. Арифметичне кодування. Словникові методи кодування.

ТЕМА 4. Методи економного кодування з втратою інформації.

Скалярне квантування (ІКМ). Диференціальне кодування. Кодування мови (кодування форми, вокодери, гібридні методи). Кодування нерухомих зображень (JPEG). Кодування відео (MPEG).

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Основи завадостійкого кодування

ТЕМА 1. Лінійні блокові коди.

Типи кодів. Лінійні блокові коди. Код із простою перевіркою на парність. Ітеративний код. Кодування з використанням породжуючої матриці. Перевірочна матриця. Дуальні коди. Синдром і виявлення помилок. Синдромне декодування лінійних блокових кодів.

ТЕМА 2. Декодування методом максимальної правдоподібності.

М'який декодер. Жорсткий декодер. Вага Хемминга, відстань Хемминга. Здатність коду виявляти і виправляти помилки. Імовірність невиявлення і невиправлення помилки для найпростіших блокових кодів.

ТЕМА 3. Поліноміальні і циклічні коди.

Породжуючий поліном. Теорема про існування циклічних кодів. Кодування. Перевірочний поліном. Обчислення синдрому і виправлення помилок. Неалгебраїчні методи декодування.

ТЕМА 4. Кодування з застосуванням згорткових кодів.

Основні характеристики. Схеми кодуючих засобів. ППХ еквівалентного фільтра. Породжуючий поліном. Кодове дерево і решітчаста діаграма. Кодування на базі кодового дерева. Алгоритми декодування згорткових кодів Вітербі і Фано.

Модульний контроль

Змістовний модуль 3. Цифрова модуляція і прийом цифрових сигналів.

ТЕМА 1. Простіші цифрові методи модуляції.

Призначення модуляції. Види модуляції. Двійкова модуляція - АМн, ЧМН, ФМн. Двійкова амплітудна модуляція АМн. Формування. Сигнал. Сигнальне сузір'я. Спектр. Двійкова частотна модуляція ЧМН. Формування. Сигнал. Сигнальне сузір'я. Спектр. Відмінність від АМн. Двійкова фазова модуляція ФМн. Формування. Сигнал. Сигнальне сузір'я. Спектр.

ТЕМА 2. Оптимальний прийом двійкових сигналів.

Оптимальний прийом двійкових сигналів на тлі перешкод. Постановка і рішення задачі розрізнення двох відомих сигналів на тлі нормального білого шуму. Геометрична інтерпретація процесу передачі і довічного прийому. Оптимальне правило розрізнення двох відомих сигналів. Функція правдоподібності для випадку прийому на тлі НБШ. Структура оптимального приймача - розрізнявачами двох відомих сигналів. Схеми оптимальних приймачів АМн, ЧМН і ФМн. Перешкодостійкість оптимального приймача (ймовірність помилок при прийомі двійкових сигналів). Імовірність помилок при прийомі протилежних, ортогональних і АМн сигналів.

ТЕМА 3. Багатопозиційна модуляція і прийом М-ічних сигналів.

Формування багатопозиційних сигналів. Оптимальний прийом М сигналів на тлі перешкод. QPSK. Постановка і рішення задачі оптимального розрізнення М відомих сигналів. Схема оптимального приймача М сигналів з однаковими енергіями. Перешкодостійкість оптимального приймача при М-ичном прийомі. Залежність ймовірності помилки від енергетичного відношення сигнал / шум на біт при різних М. Межа Шеннона. Теорема Шеннона для каналу з перешкодами.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Модель цифрової системи зв'язку. Основи теорії інформації та економного кодування.					
ТЕМА 1. Узагальнена модель системи цифрового зв'язку.	11	4	-	-	7
ТЕМА 2. Дискретне представлення неперервних повідомлень.	15	4	4	-	7
ТЕМА 3. Основи теорії інформації та економного кодування. Кодування без втрат.	21	4	8	-	9
ТЕМА 4. Методи економного кодування з втратою інформації.	15	2	4	-	9
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	63	15	16	-	32
Змістовний модуль 2. Основи завадостійкого кодування					
ТЕМА 1. Лінійні блокові коди.	11	2	2	-	7
ТЕМА 2. Декодування методом максимальної правдоподібності.	17	4	6	-	7
ТЕМА 3. Поліноміальні і циклічні коди.	11	4		-	7
ТЕМА 4. Кодування з застосуванням згорткових кодів.	13	4	2	-	7
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	53	15	10	-	28
Змістовний модуль 3. Цифрова модуляція і прийом цифрових сигналів.					
ТЕМА 1. Простіші цифрові методи модуляції.	7	2	-	-	5
ТЕМА 2. Оптимальний прийом двійкових сигналів.	14	3	4	-	7
ТЕМА 3. Багатопозиційна модуляція і прийом М-ічних сигналів.	12	4	2	-	6
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	34	10	6	-	18
Усього годин	150	40	32	-	78
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	-	-	-	-	-
Усього годин	-	-	-	-	-

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом.	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дискретизація і квантування неперервних сигналів	4
2	Стиснення речових сигналів, зображень та відео. Алгоритми JPEG, MPEG	8
3	Кодування з використанням блокових кодів. Методи корекції похибок.	4
4	Завадостійке кодування з використанням блокових кодів. Синдромне декодування лінійних блокових кодів.	2
5	Декодування методом максимальної правдоподібності	6
6	Дослідження алгоритма декодування згорткових кодів Вітербі.	2
7	Методи двійкової модуляції ASK, PSK, FSK,	2
8	Прийом двійкових сигналів	2
9	Прийом М-позиційних сигналів.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом.	
	Разом	

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні відзнаки ОТЦЗ від інших радіотехнічних систем. Поняття інформації, критерії кількості і якості цифрової передачі інформації.	7
2	Дискретне представлення неперервних сигналів. Теорема Котельникова. Відновлення неперервних сигналів по їх відлікам. Інтерполяційна формула Котельникова.	7
3	Кодування довжин повторень. Диференціальне кодування. Арифметичне кодування.	9
4	Економне кодування мовних сигналів. Вокодер. Принцип роботи. Гібридні методи і їх переваги.	9
5	Лінійні блокові коди. Синдромне декодування.	7
6	Декодування методом максимальної правдоподібності.	7
7	Ціклічні коди. Згорткові коди. Декодер Вітербі. Декодер Фано.	14
8	Призначення модуляції і види модуляції. Простіши цифрові методи модуляції. Оптимальний прийом двійкових сигналів.	12
9	Багатопозиційна модуляція і прийом М-ічних сигналів.	6
	Разом	78

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

10. Методи навчання

- 1) створення ситуації зацікавленості;
- 2) пояснювально-ілюстративний;
- 3) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 4) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 5) практичний (вправи).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист практичних робіт	0...2	6	0...12
Модульний контроль	0...17	1	0...17
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист практичних робіт	0...2	5	0...10
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	5	0 5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних завдань. Максимальна кількість балів за одне завдання – 50.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи, здати тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90-100). Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати уявлення про традиційні методи аналогової модуляції і методи прийому неперервних сигналів; структурні схеми і основні характеристики таких систем передачі інформації, як системи стільникового зв'язку, системи аналогового і цифрового телебачення; сучасні тенденції розвитку цифрових систем передачі інформації. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно».

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

13. Методичне забезпечення

1. Шульгин В.И. Основы теории цифровой связи. Ч.1. Кодирование информации: учеб. пособие. / – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. - 183 с.
2. Шульгин В.И. Основы теории цифровой связи. Ч.2. Модуляция и прием сигналов: учеб. пособие. / – Х. Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т », 2008. - 85 с.
3. Основы теории передачи информации. Ч.2. Помехоустойчивое кодирование / В.И. Шульгин. -Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т », 2003.
4. Основы теории передачи информации. Ч.1. Экономное кодирование/В.И. Шульгин.- Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т », 2003. - 102 с.
5. Шульгин, В.И. Обработка изображений и видео: учеб. пособие для самост. подготовки:/ В.И. Шульгин, О.Н. Антончик. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 108 с.
6. Лабораторний практикум по курсу ОТПП. Навчальний посібник. Електронне видання. ХАІ.

14. Рекомендована література

1. Ричард Рид. Основы теории передачи информации. Изд. Дом “Вильямс”, 2005 г. -304 с.
3. Литвинская О.С., Чернышёв Н.И. Основы теории передачи информации. Учебное пособие. Изд “Кнорус”, 2013, - 240 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k504.khai.edu>

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» [Електронний ресурс] / Режим доступу:

<https://library.khai.edu>

Міжнародний союз електров'язку [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.itu.int