Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

_____ Сергій ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

31.08. 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Основи теорії цифрового зв'язку»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»,
G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»,
G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків – 2026 р.

Розробник: _Кожемякіна Н.В., доцент, канд.техн.наук _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри №504 інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____ Володимир ЛУКІН
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ _____ Денис ДЕМИДЕНКО
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Кожемякіна Надія Володимирівна

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд.техн.наук

Вчене звання: -

Перелік дисциплін, які викладає: Основи теорії цифрового зв’язку, Вимірювальна цифрова техніка в інфокомунікаціях, Виробнича практика, Нормативно-правова база та стандарти в інфокомунікаціях, Антенні пристрої і комплекси, Фізичні основи бездротових засобів телекомунікацій

Напрями наукових досліджень: підвищення якості цифрової обробки даних у мультимедійних системах, стиснення мультимедійних даних, нейронні мережі та машинне навчання, мережі передачі даних та IT-інфраструктура

Контактна інформація: n.kozhemiakina@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	6/4*
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5,5 кредитів ЄКТС / 165 годин (80 аудиторних, з яких: лекції – 40, практичні – 16, лабораторні - 24; СРЗ –85)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Цифрова обробка сигналів

* Для здобувачів, які навчаються за скороченим терміном.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – 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 и методів, на яких заснована передача інформації.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі інформаційних та комунікаційних засобів та технологій, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- до знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
- вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
- використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

Програмні результати навчання:

- Знання теорій та методів фундаментальних та загально-інженерних наук в об’ємі, необхідному для розв’язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.
- Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв’язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

– 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.

4. Зміст 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.

Лабораторна робота: Створення нового репозиторію на Github та створення гілок на віддаленому репозиторії для виконання лабораторних робіт.

Практична робота: Створення гілок на віддаленому репозиторії Github для виконання практичних робіт.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення процесів модуляції і прийому сигналів, а також загальних відомостей про канали зв'язку, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 2. Дискретне представлення неперервних повідомлень.

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

Лабораторна робота: Генерація сигналів з обмеженою максимальною частотою за допомогою мови програмування Python та побудова їх спектрів.

Практична робота: Фільтрація мовних сигналів за допомогою лінійного фільтру на основі фільтру Butterworth.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення процесів дискретизації та квантування сигналів, їх особливостей, а також проблем, які виникають при цих процесах, підготовка до захисту лабораторної роботи.

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.

Лабораторна робота: Дискретизація аналогових сигналів за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Фільтрація мовних сигналів за допомогою нелінійного фільтру на основі J-Invariance, а також Total variation filter, Bilateral filter та Wavelet denoising filter.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення понять інформації, кількості інформації, задач та принципів економного кодування, кодування з втратами та без втрат. Підготовка до захисту лабораторної роботи.

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).

Лабораторна робота: Квантування за рівнем дискретних сигналів за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Фільтрація мовних сигналів за допомогою ускладненого алгоритму Shift-invariant wavelet denoising та gaussian фільтрів.

Самостійна робота: Вивчення понять диференційного кодування та кодування мовних сигналів, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль 1 Виконання тестових завдань

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.

Лабораторна робота: Представлення інформації з заданими характеристиками за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Вивчення метрик якості SNR, СКВ, Дисперсія, порівняння результатів фільтрації мовних сигналів за допомогою визначених метрик.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення блокових кодів, кодів з перевіркою на парність, ітеративного коду, а також процесів відновлення втраченої інформації, підготовка до захисту лабораторної роботи.

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.

Лабораторна робота: Кодування послідовності даних простими алгоритмами (RLE, LZW) за допомогою мови програмування Python.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення різних видів декодерів з можливістю відновлення інформації, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 3. Поліноміальні і циклічні коди.

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

Лабораторна робота: Кодування послідовності даних арифметичним кодуванням та кодуванням Хаффмана за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Вивчення метрик якості Mean Absolute Error, Mean Square Error, Structural Similarity Index Measure, Коефіцієнт кореляції Пірсона та Спірмана, порівняння результатів фільтрації мовних сигналів за допомогою визначених метрик.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, визначення понять поліному, процесів кодування за допомогою циклічних кодів, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 4. Кодування з застосуванням згорточних кодів.

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

Лабораторна робота: Стиснення з втратами. Кодування зображень методом JPEG за допомогою мови програмування Python.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення алгоритмів кодування на базі кодових дерев, їх характеристик, переваг та недоліків, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль 2 Виконання тестових завдань

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.

Лабораторна робота: Реалізація алгоритму H.264 (MPEG-4 Part 10) для стиснення відеозображень за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Стиснення мовних сигналів, дослідження процесів у ІКМ.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення понять модуляції сигналів, двійкової передачі даних, підготовка до захисту лабораторної роботи.

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 - розрізнювачами 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.

Лабораторна робота: Кодування Геммінґа (12, 8) за допомогою мови програмування Python.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення методів сліпого поділку каналів та джерел, вивчення структур оптимальних передавачів та приймачів, здатних виявляти та виправляти помилки, розділяти сигнали, підготовка до захисту лабораторних робіт.

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.

Лабораторна робота: Двійкова модуляція та прийом двійкових сигналів за допомогою мови програмування Python.

Практична робота: Стиснення мовних сигналів, дослідження процесів у ДІКМ, порівняння методів стиснення за допомогою визначених метрик якості.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення багатопозиційних сигналів та їх виділення на фоні завад при прийомі сигналів, з можливістю розділення, підготовка до захисту лабораторних робіт.

ТЕМА 4. Прийом М-ічних сигналів.

Перешкодостійкість оптимального приймача при М-ічном прийомі. Залежність ймовірності помилки від енергетичного відношення сигнал / шум на біт при різних М. Межа Шеннона. Теорема Шеннона для каналу з перешкодами.

Лабораторна робота: Реалізація коду з перевіркою на парність та ітеративного кодування, завантаження всіх отриманих результатів та скриптів Python на віддалений репозиторій Github.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення оптимальних приймачів, а також теореми Шеннона для каналів із перешкодами, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль 3 Виконання тестових завдань

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...2	2	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...2	2	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Усього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль (*іспит*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до *іспиту*. Під час складання семестрового *іспиту* здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

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

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

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».

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Кодексом академічної доброчесності та забезпечення її дотримання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчестності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

10. Методичне забезпечення

1.Лабораторний практикум по курсу Основи теорії передачі інформації. Навчальний посібник. Електронне видання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»

2.Електронний ресурс Mentor (https://mentor.khai.edu)

11. Рекомендована література

Базова

1. Подлевський Б.М. Теорія інформації в задачах: Підручник./ Б.М. Подлевський, Р.Є. Рикалюк. - Київ: «Центр учбової літератури», 2017.-271 с.

2. Коваленко А.Є. Теорія інформації і кодування: курс лекцій. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.

3. Денбновецький С. В. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 3. Способи кодування сигналів. Том 1. Натуральні, ефективні та лінійні коди [Електронний ресурс] : навчальний посібник / С. В. Денбновецький, І. В. Мельник, Л. Д. Писаренко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 470 с.

Допоміжна

1. Банкет В. Л., Іващенко П.В., Іщенко М.О. Завадостійке кодування в телекомунікаційних системах: навчальний посібник, Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011.

2. Основи теорії електронних комунікацій [Електронний ресурс] : конспект лекцій. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 61 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського (№ 504) [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://dict.khai.edu

2. Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://library.khai.edu.

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

4. Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації\ України [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.dsszzi.gov.ua/dsszzi/control/uk/index