

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

28 серпня 2025 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Сучасний стан і тенденції розвитку телекомунікацій та радіотехніки»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

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

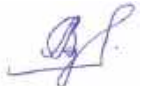
Освітньо-наукова програма: «Телекомунікації та радіотехніка»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Лукін В.В., завідувач кафедри, д-р техн. наук, професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д-р техн. наук, професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Аспірант першого курсу _____


(підпис)

Андрій АДАМОВИЧ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Лукін Володимир Васильович

Посада: завідувач кафедри

Науковий ступінь: д-р техн. наук

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає: «Сучасні методи обробки сигналів», «Обробка мультимедійних даних», «Цифрова обробка сигналів», «Цифрова обробка даних»

Напрями наукових досліджень:

Цифрова обробка сигналів та зображень, фільтрація та стиснення даних, оцінка характеристик завад, розпізнавання та класифікація об'єктів

Контактна інформація:

e-mail v.lukin@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Цифрова обробка даних, Обробка мультимедійних даних
Кореквізити	Сучасні інформаційні технології в науці та освіті
Постреквізити	Робота над науковими проектами

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

Мета вивчення: формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для розробки та аналізу методів, алгоритмів та засобів обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах різного призначення.

Завдання: вивчення методів і засобів детермінованого та ймовірнісного моделювання та обробки сигналів при розробці систем різного призначення.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати комплексні проблеми за допомогою методів та технологій телекомунікацій та радіотехніки в галузі професійної, у тому числі дослідницько-іноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен: до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; працювати в міжнародному контексті.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен: виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у теорії та практиці радіотехнічних і телекомунікаційних систем, а також дотичних до них міждисциплінарних напрямках, і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з радіотехніки, телекомунікацій та суміжних галузей; усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень; здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті; виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень; дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності; до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору; до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в радіотехніці та телекомунікація.

Програмні результати навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з теорії та практики радіотехніки і телекомунікацій і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;
- формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;
- розуміти загальні принципи та методи, що застосовуються в системах телекомунікацій та радіотехніки, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері радіотехніки та телекомунікацій та у викладацькій практиці;
- здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів для систем телекомунікацій та радіотехніки;
- уміти управляти змістом, розкладом, вартістю, якістю, ризиками, людськими ресурсами та комунікаціями науково-технічних проектів в аерокосмічній галузі з відповідністю вимогам міжнародних стандартів;
- знати філософсько-світоглядні засади, сучасні тенденції, напрямки і закономірності розвитку вітчизняної та світової науки в умовах глобалізації й уміння їх використовувати в науково-дослідній та професійній діяльності у різних галузях, у тому числі аерокосмічній галузі.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Властивості сигналів і завад в системах радіотехніки та телекомунікацій, їх оцінювання, моделювання та основні принципи обробки.

Тема 1. Основні характеристики сигналів та завад в залежності від застосувань.

Одновимірні, багатовимірні та багатоканальні сигнали. Області застосування таких сигналів та відповідні системи. Властивості багатоканальних сигналів. Кореляційні характеристики. Візуалізація багатоканальних сигналів та їх попередній аналіз.

теми практичних занять - аналіз кореляційних характеристик сигнальної складової та шумів у зображеннях різного походження (4 години);

- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 2. Причини появи завад. Їх статистичні та кореляційні характеристики. Інші фактори.

Гаусові й негаусові завади. Фактори, що на це впливають. Типи викривлень. Їх характеристики. Спектри та кореляційні функції. Оцінювання спектрів в різних ортогональних базисах.

- теми практичних занять: оцінка спектрів завад в базисі дискретного косинусного перетворення (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик завад.

Особливості моделювання негаусових процесів. Причини можливої зміни відношення сигнал-шум у часі та просторі. Моделювання негаусових та нестационарних випадкових процесів. Стійкі методи оцінювання. Оцінки зсуву, оцінки масштабу. Міріада та меридіанна оцінки. Бутстреп.

- теми практичних занять: аналіз методів прискорення отримання міріадної оцінки (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних.

Визначення типу завад. Оцінювання характеристик адитивних та сигнально-залежних завад. Оцінювання відношення сигнал-шум. Характеристики завад в реальних багатоканальних сигналах та зображеннях. Автоматичне оцінювання. Програмні продукти. Вимоги та існуючі методи.

- теми практичних занять: тестування програмного забезпечення для оцінки дисперсії адитивних завад (4 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 5. Покомпонентна та векторна (багатовимірна) фільтрація.

Покомпонентна обробка. Скалярні фільтри. Векторний медіанний фільтр. Векторний альфа-урізаний фільтр. Кутові векторні фільтри. Основні характеристики. Порівняльний аналіз покомпонентної та тривимірної обробки.

- теми практичних занять: аналіз впливу вибору типу норми для розрахунку векторної медіани (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень та нелокальна фільтрація. Багатоетапна обробка.

Ортогональні перетворення, що застосовуються. Вибір ортогонального перетворення. Умови використання. Попередня обробка. Гомоморфні та варіаційно-стабілізуючі перетворення. Суть нелокальної фільтрації. Відомі нелокальні фільтри. Проблеми нелокальної фільтрації. Застосування для обробки гіперспектральних зображень та відео. Етапи обробки. Автоматизація обробки. Взаємний зв'язок етапів та методів обробки. Вплив результатів попередньої обробки на ефективність розв'язання кінцевих задач. Перспективи розвитку.

- теми практичних занять: аналіз метрик для пошуку подібних блоків (4 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульного контролю

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Радіотехнічні та телекомунікаційні системи. Їх блоки та застосування. Врахування специфіки розповсюдження радіохвиль.

Тема 1. Частотно-селективні пристрої та їх застосування.

НВЧ електродинаміка. Селективні пристрої. Особливості резонансних систем та хвилеводної техніки ММ-діапазону.

- теми практичних занять: аналіз структур генераторів НВЧ (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 2. Тенденції розвитку радіофізики. Пошук прихованих об'єктів.

Сучасні методи розв'язання задач дифракції при розповсюдженні радіохвиль. Моделі радіолокаційного відбиття від різних типів поверхонь. Підповерхневе зондування. Пошук предметів на тілі людини. Інші застосування.

- теми практичних занять: аналіз методів локалізації та класифікації об'єктів за допомогою навчених нейромереж (4 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 3. Особливості моделювання відбиття радіохвиль від випадкових поверхонь.

Характеристики вітрового морського хвилювання. Моделювання інших типів випадкових поверхонь. Спектри відбитих сигналів.

- теми практичних занять: аналіз структур радіолокаційних систем вивчення стану водної поверхні (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 4. Системи загоризонтної радіолокації.

Теорія та експериментальні дослідження загоризонтного поширення радіохвиль та радіолокаційного спостереження об'єктів. Застосування результатів, що проведено в світі та ІРЕ НАН України.

- теми практичних занять: історія українських систем загоризонтної радіолокації (2 години);
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 5. Радіотехнічні системи виявлення та вимірювання характеристик надводних об'єктів.

Фізичні основи радіолокаційного спостереження об'єктів над морською поверхнею. Відповідні приймально-передавальні системи і комплекси.

- теми практичних занять: методи робасного виявлення надводних об'єктів та їх класифікація (2 години);

- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту практичних робіт

Тема 6. Сучасні ймовірнісні моделі сигналів.

Математичний апарат сучасної теорії ймовірностей. Ортогональні розклади випадкових сигналів. Взаємозв'язок енергетичних спектрів сигналів в різних ортонормованих базисах. Оптимальні приймачі.

- теми практичних занять: алгоритми прийому сигналів при негаусових завадах (2 години);

- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульного контролю

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальними планами

6. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: переконання у значущості навчання; вимоги; створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності: пояснювально-ілюстративний; словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення); наочний (ілюстрація, демонстрація); практичний (вправи).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового та комп'ютерного 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	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку 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 освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати модульні контрольні. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. На початковому рівні застосовувати отримані знання на практиці.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати основну інформацію про різні сучасні методи обробки багатоканальних сигналів, особливості моделювання завад та спотворень для таких типів даних, підходи до аналізу ефективності методів та алгоритмів, їх порівняльного аналізу, методи оптимізації методів обробки багатовимірних сигналів та відповідних систем або їх блоків. Уміти проводити аналіз основних властивостей інформаційних процесів та завад й викривлень у багатоканальних сигналах та зображеннях, формувати відповідні моделі, вибирати методи обробки з сімейств сучасних підходів, аналізувати можливості їх застосування, обирати найкращі з них, виконувати статистичний аналіз і синтез, проводити дослідження впливу різних чинників, зміни стану тощо, оптимізувати структуру алгоритму обробки чи його параметри, приймати рішення, використовувати стандартні функції для програмування та вирішення задач моделювання та розробки методів обробки багатоканальних сигналів.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

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 Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. 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 етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів" / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. В.В. Лукін. - Харків, 2019. - 287 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_1001Suchasn3.pdf

Посилання на Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9125>

11. Рекомендована література

Базова

1. Наконечний А. Й. Цифрова обробка сигналів: навч. посіб. / А. Й. Наконечний, Р. А. Наконечний, В. А. Павлиш; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2020.
2. Наконечний А.Й. Обробка сигналів: навчальний посібник / Наконечний А.Й., Стахів Р.І., Наконечний Р.А. - Львів : Растр-7, 2017 – 218 с.

Допоміжна

1. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник/ Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/151/267/298-1?inline=1>
2. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Kichak_P1_2018_122.pdf
3. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/3/20/3-20-kl12.pdf>
4. <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=2953159>
5. <https://vottp.khmnu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/35>