

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)

Віктор МАКАРІЧЕВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

28 серпня 2025 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Сучасні методи обробки сигналів»
(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: «Інформаційні мережі зв'язку»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

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: _____

Студент групи 559 мн _____


(підпис)

Федір Апанасюк
(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	4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 16; СРЗ – 72);
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	Цифрова обробка даних, Обробка мультимедійних даних

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

Мета – формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для розробки та аналізу ефективності методів і алгоритмів цифрової обробки багатовимірних сигналів і зображень у радіотехнічних та телекомунікаційних системах різного призначення.

Завдання – вивчення методів детермінованого та ймовірнісного моделювання та обробки багатовимірних сигналів при розробці систем різного призначення.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі побудови інформаційних мереж зв'язку, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій при застосуванні методів і принципів побудови та оптимізації сучасних технологій розподілу і обробки інформації.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання та методів оптимізації;
- аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері розподілу і обробки інформації;
- організовувати і проводити експериментальні дослідження;
- продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для підтримки спеціалізацій з телекомунікацій.
- застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень;
- використовувати знання з математичних і логічних побудов, які є підґрунтям оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються

Програмні результати навчання:

– знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;

- знання сучасних методів і програмного забезпечення побудови адекватних теоретичних моделей і способів їх обґрунтування;
- знання з математичних і логічних побудов, які є основою оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються;
- здатність ефективно застосовувати роботу з комп'ютером, його технічним та програмним забезпеченнями (носіями інформації, базами даних тощо).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Багатоканальні сигнали, їх властивості та моделювання. Фільтрація багатовимірних сигналів та зображень.

Тема 1. Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості.

- анотація: розглядаються основні типи багатоканальних сигналів та зображень, що представлені в цифровій формі, а також їх основні застосунки.
- теми лекцій: Одновимірні, багатовимірні та багатоканальні сигнали. Области застосування таких сигналів та відповідні системи. Властивості багатоканальних сигналів. Кореляційні характеристики. Візуалізація багатоканальних сигналів та їх попередній аналіз.
- теми лабораторних занять: Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості (4 години)
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт

Тема 2. Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.

- анотація: аналізуються основні джерела завад, причини появи викривлень та статистичні, спектральні й кореляційні характеристики завад.
- теми лекцій: Гаусові й негаусові завади. Фактори, що на це впливають. Типи викривлень. Їх характеристики. Спектри та кореляційні функції.
- теми лабораторних занять: немає
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик.

- анотація: розглядаються методи та алгоритми моделювання завад різних типів, а також інформаційної складової.
- теми лекцій: 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 лабораторних занять: методи і алгоритми оцінювання характеристик завад для реальних даних (4 години)

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

Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних.

- анотація: надаються основні методики, як автоматизовані, так і автоматичні визначення типу завад та оцінювання їх основних характеристик.

- теми лекцій: Оцінювання закону розподілу. Визначення типу завад. Оцінювання характеристик адитивних та сигнально-залежних завад. Оцінювання відношення сигнал-шум. Характеристики завад в реальних багатоканальних сигналах та зображеннях. Автоматичне оцінювання. Вимоги та існуючі методи.

- теми лабораторних занять: немає.

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

Тема 5. Векторна фільтрація у ковзному вікні.

- анотація: надаються основи векторної та тривимірної фільтрації в ковзному вікні.

- теми лекцій: Векторний медіанний фільтр. Векторний альфа-урізаний фільтр. Кутові векторні фільтри. Основні характеристики. Порівняльний аналіз.

- теми лабораторних занять: немає.

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

Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень.

- анотація: згадуються основні типи ортогональних перетворення та їх застосування, описуються основні принципи фільтрації на основі ортогональних перетворень.

- теми лекцій: ортогональні перетворення, що застосовуються. Вибір ортогонального перетворення. Умови використання. Попередня обробка. Гомоморфні та варіаційно-стабілізуючі перетворення. Порівняльний аналіз покомпонентної та тривимірної обробки.

- теми лабораторних занять: немає.

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

Тема 7. Нелокальна фільтрація.

- анотація: надаються основи нелокальної фільтрації, методи й алгоритми пошуку подібних блоків, шляхи підвищення швидкодії.

- теми лекцій: Суть нелокальної фільтрації. Відомі нелокальні фільтри. Проблеми нелокальної фільтрації. Застосування для обробки гіперспектральних зображень та відео.

- теми лабораторних занять: немає.

- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до першого модулю.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Стиснення багатоканальних сигналів. Інтелектуальна обробка.

Тема 1. Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.

- анотація: надано класифікацію методів стиснення, описані головні підходи до стиснення без втрат та властивості багатоканальних сигналів, що використовуються під час стиснення.
- теми лекцій: Підходи до стиснення без втрат. Характеристики стиснення, що досягнуті на даний час. Стиснення багатоканальних ЕКГ та інших типів багатоканальних сигналів. Попередня обробка.
- теми лабораторних занять: Методи і засоби стиснення з втратами.
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Стиснення з втратами. Сучасні підходи.

- анотація: аналізуються відомі та перспективні методи та стандарти стиснення з втратами.
- теми лекцій: Стиснення на основі поканальних перетворень та ДКП. Декореляція даних. Вимоги до стиснення. Їх пріоритет.
- теми лабораторних занять: Методи і засоби стиснення з втратами.
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.

- анотація: розглянуто основні характеристики та критерії стиснення, взаємозв'язок між ними.
- теми лекцій: Поканальне та векторне стиснення. Формування груп. Метрики якості. Забезпечення якості. Забезпечення інших параметрів. Порівняльний аналіз параметрів стиснення для поканальної та векторної обробки. Стандарти, що розробляються.
- теми лабораторних занять: немає.
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт.

Тема 4. Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.

- анотація: розглянуто ситуації, коли необхідно виконувати суміщення, та відомі підходи до нього.
- теми лекцій: Стартові умови суміщення. Вимоги до методів та алгоритмів. Типи перетворень, що використовуються. Пошук подібних фрагментів. Оптимізація параметрів перетворень. Характеристики точності.
- теми лабораторних занять: немає.
- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Прогнозування ефективності фільтрації.

- анотація: розглянуто умови, коли необхідно прогнозувати ефективність фільтрації; запропоновано підходи до прогнозування.

- теми лекцій: Вимоги до прогнозування. Підходи до прогнозування. Вхідні та вихідні показники. Регресія за допомогою скатерограм. Точність прогнозування та її підвищення. Прийняття рішень про доцільність використання фільтрації.

- теми лабораторних занять: немає.

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

Тема 6. Прогнозування параметрів стиснення.

- анотація: розглянуто умови, коли необхідно прогнозувати ефективність стиснення; запропоновано підходи до прогнозування.

- теми лекцій: Вимоги до прогнозування. Підходи до прогнозування. Вхідні та вихідні показники. Регресія за допомогою скатерограм. Точність прогнозування та її підвищення. Прийняття рішень про характеристики стиснення.

- теми лабораторних занять: немає.

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

Тема 7. Розпізнавання та класифікація даних.

- анотація: надано перелік застосувань, де необхідні розпізнавання та класифікація;

- теми лекцій: Підходи до розпізнавання та класифікації. Вимоги. Критерії ефективності. Відомі класифікатори. Їх порівняльний аналіз. Приклади для реальних даних.

- теми лабораторних занять: Методи і засоби класифікації даних багатоканального дистанційного зондування

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

Тема 8. Багатоетапна обробка.

- анотація: описані необхідні та можливі етапи обробки, їх взаємодія та послідовність

- теми лекцій: Етапи обробки. Автоматизація обробки. Взаємний зв'язок етапів та методів обробки. Вплив результатів попередньої обробки на ефективність розв'язання кінцевих задач. Перспективи розвитку.

- теми лабораторних занять: немає.

- самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до другого модулю.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

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 заліку.

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			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) 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 заліку 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 використанні джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності 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 "Харків. авіац. ін-т"; розроб. В. В. Лукін. - Харків, 2019. - 287 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_1001Suchasn3.pdf
2. Курс на Менторі: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8413>

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

Допоміжна

1. Воробель, Р. А. Логарифмічна обробка зображень [Текст] : [монографія] / Р. А. Воробель. – К. : Наукова думка, 2012. – 230 с.
2. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/151/267/298-1?inline=1>

12. Інформаційні ресурси

1. https://kanyevsky.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/11/DSP_LabS.pdf
2. https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4107/%D0%A3%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%

[B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

3. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/151/267/298-1?inline=1>