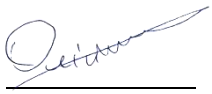
Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



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

31 серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрова обробка сигналів (КР)

(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: Рубель А. С., доцент, доктор філософії
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

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

Роман ТУРЧИН
(підпис) (ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Рубель Андрій Сергійович
Посада: доцент
Науковий ступінь: доктор філософії (PhD)
Вчене звання: -
Перелік дисциплін, які викладає: *Цифрова обробка сигналів (КР); Основи машинного навчання; Програмування мобільних додатків; Кібербезпека інфокомунікаційних систем*
Напрями наукових досліджень: *цифрова обробка зображень, цифрова обробка сигналів, машинне навчання*
Контактна інформація: a.rubel@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5-й (3-й*)
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов’язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	2 кредити ЄКТС / 60 годин (24 аудиторних, з яких: практичні – 24; СРЗ – 36)
Види навчальної діяльності	Практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, індивідуальне завдання, семестровий контроль – диференційний залік
Пререквізити	«Комп’ютерне моделювання та обробка даних», «Основи програмування»

* Для здобувачів, які навчаються за скороченим терміном.

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

Мета – закріпити теоретичні знання про основні математичні моделі та методи цифрового оброблення інформації, які застосовуються для опису процесів, що протікають в інфокомунікаційних системах, ефективні алгоритми перетворення та аналізу цифрових сигналів; сформувати у студентів навички і знання, необхідні для практичної реалізації алгоритмів цифрового оброблення даних.

Завдання – формування у студентів навичок самостійного вирішення типових завдань цифрового оброблення сигналів (моделювання випадкових спотворень, фільтрації та оцінювання якості відновлення) із використанням комп'ютерних математичних пакетів для цифрового оброблення даних.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі електронних комунікацій та радіотехніки, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

– Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

– Здатність планувати та управляти часом;

– Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

– Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

– Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь -яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

– 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 складати нормативну документації (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань;

– Готовність до вивчення науково-технічної інформації вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки;

– 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;

– Здатність проводити розробки, впровадження і використання вбудованих систем (мікроконтролерів, ПЛІС, сигнальних процесорів) в засобах телекомунікацій, радіолокації, радіонавігації для реалізації методів та алгоритмів контролю і керуванням машинами, механізмами та технологічними процесами в вимірювальних пристроях та системах, у т.ч. аерокосмічній галузі.

Програмні результати навчання:

– Знання теорії та методів фундаментальних та загально-інженерних наук в об’ємі необхідному для розв’язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності;

– Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматичного проектування, в т.ч. створених самостійно;

– Вміння проектувати, в т.ч. схематично, нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо;

– Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо;

– Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо;

– Вміння використовувати та впроваджувати вбудовані системи (мікроконтролери, ПЛІС, спеціалізовані процесори обробки сигналів) в радіоелектронних засобах комунікації, радіолокації, радіонавігації та аерокосмічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1
Змістовний модуль 1. Методи та алгоритми цифрового оброблення даних у інфокомунікаційних системах

Тема 1. Вступ до дисципліни «Цифрова обробка даних (КР)»

Основні проблеми та підходи до реєстрації, моделювання та цифрового оброблення сигналів. Предмет вивчення, структура, етапи та задачі дисципліни. Бібліографія. Узгодження індивідуальних завдань КР. Структура, зміст, вимоги до розрахунково-пояснювальної записки. Вимоги діючих стандартів до її оформлення.

Практична робота «Вступ до дисципліни».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 2. Теоретичні основи методів обробки інформації

Базові поняття теорії ймовірності. Властивості реальних завад. Ймовірнісні моделі сигналів та завад. Теоретичні моменти розподілу. Властивості статистичних оцінок. Обґрунтування необхідності застосування завадостійких методів обробки.

Практична робота «Теоретичні основи методів обробки інформації».

Практична робота «Теоретичні моменти розподілу. Властивості статистичних оцінок».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 3. Алгоритми стохастичного моделювання завад

Методи моделювання випадкових факторів. Моделювання випадкових подій. Моделювання неперервних випадкових величин із заданим розподілом. Метод оберненої функції. Метод композиції. Мультиплікативний алгоритм.

Практична робота «Моделювання випадкових подій».

Практична робота «Моделювання неперервних випадкових величин із заданим розподілом. Метод оберненої функції».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 4. Алгоритми статистичного аналізу

Статистичні моделі факторів. Емпіричні моменти розподілу. Гістограма. Перевірка узгодженості емпіричного та теоретичного розподілів. Критерій Пірсона. Критерій Колмогорова–Смирнова.

Практична робота «Статистичний аналіз».

Практична робота «Критерій Пірсона. Критерій Колмогорова–Смирнова».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 5. Основні методи цифрової обробки даних

Види цифрових фільтрів. Практичні випадки непостійності

співвідношення сигнал-шум. Теорія стійкого оцінювання. L-оцінки. Фільтрація на основі ортогональних перетворень, умови їх застосування. Переваги та недоліки методів фільтрації. Імпульсні та негаусові завади, причини їх виникнення.

Практична робота «Основні методи цифрової обробки даних».

Практична робота «Фільтрація на основі ортогональних перетворень».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 6. Лінійна фільтрація

Лінійна просторово-інваріантна фільтрація. Маски локальних просторових фільтрів для придушення шумів. Операція згортки. Властивості просторових НЧ фільтрів. Однорідний усереднювальний фільтр.

Практична робота «Лінійна фільтрація».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Тема 7. Неадаптивна нелінійна фільтрація

Основні вимоги до методів нелінійної фільтрації одновимірних сигналів. Класифікація нелінійних неадаптивних фільтрів. Медіанний фільтр. Вибір тестових сигналів для аналізу властивостей фільтрів. Критерії якості фільтрації.

Практична робота «Нелінійна фільтрація. Медіанний фільтр».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу заняття.

Змістовний модуль 2. Виконання і захист курсової роботи

Практична робота «Захист курсової роботи».

Самостійна робота здобувача освіти: виконання індивідуального завдання, підготовка до захисту курсової роботи.

5. Індивідуальні завдання

Виконання курсової роботи на тему «Дослідження методів цифрового оброблення одновимірних сигналів».

6. Методи навчання

Застосовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення практичних занять, виконання індивідуальних завдань, проведення індивідуальних консультацій протягом семестру, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях та консультаціях, фінальний контроль у вигляді диференційного заліку

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

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсової роботи (проєкту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 50 балів	до 25 балів	до 25 балів	100

Проведення поточного контролю на практичних заняттях та консультаціях, фінальний контроль у вигляді диференційного заліку.

Захист курсової роботи відбувається перед комісією; до складу комісії входять не менше двох викладачів (відповідно до розподілу навчального навантаження), один з яких – це керівник КР.

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

Загальними вимогами до виконання КР є такі:

1) Своєчасна здача етапів виконання КР.

2) Оформлення розрахунково-пояснювальної записки відповідно до ДСТУ 3008 : 2015.

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КР; при цьому виконання етапів є несвоєчасним (тобто, з відставанням від календарного графіку), а отримані результати є неточними та / або неповними. Оформити розрахунково-пояснювальну записку до КР; при цьому наявні суттєві відхилення від вимог до розрахунково-пояснювальної записки, зокрема, розрахункові завдання виконані з окремими істотними помилками, виправленими за допомогою викладача; відсутня логічна послідовність та ясність у викладенні матеріалу, є недогляди в оформленні, в тексті зустрічаються граматичні, орфографічні та / або друкарські помилки, неточні формулювання. Висновки є недостатньо обґрунтованими та / або поверхневими. Виконати ілюстративну частину КР (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на мінімально-достатньому рівні продемонструвати отримані результати. Під час доповіді вміти викладати матеріал КР; при цьому

допускається деяка нелогічність, непослідовність розкриття змісту матеріалу, однак присутнє загальне розуміння вирішуваних завдань КР. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вміти пояснити (за допомогою кількох навідних питань викладача) типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання КР.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КР; при цьому виконання етапів є своєчасним (відповідно до календарного графіку), однак отримані результати є неточними та / або неповними. Оформити розрахунково-пояснювальну записку до КР; при цьому матеріал викладено повністю та у логічній послідовності, але наявні несуттєві відхилення від вимог до розрахунково-пояснювальної записки, зокрема, розрахункові завдання виконані з окремими неістотними помилками, виправленими самостійно або за допомогою викладача; є недогляди в оформленні, в тексті подекуди зустрічаються орфографічні та / або друкарські помилки, неточні формулювання. Аналіз отриманих результатів є недостатньо пророблений. Виконати ілюстративну частину КР (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на достатньому рівні продемонструвати формальну постановку задачі КР, використовувані моделі та методи та отримані результати. Під час доповіді вміти викладати матеріал КР у достатньому обсягу, логічно та послідовно (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача); підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання КР. Допускається, якщо під час захисту на додаткові питання буде надано неповні відповіді.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КР; при цьому виконання етапів є своєчасним (відповідно до календарного графіку, або із його випередженням), а отримані результати є точними та повними (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Оформити розрахунково-пояснювальну записку до КР; при цьому представлений матеріал є добре структурованим, викладеним повністю та у логічній послідовності, згідно з вимогами до оформлення розрахунково-пояснювальної записки; допускаються незначні неточності під час висвітлення другорядних питань, поодинокі недогляди в оформленні та тексті записки. Висновки сформульовано чітко та достатньо обґрунтовані, аналіз отриманих результатів є повним і точним. Виконати ілюстративну частину КР (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на високому рівні продемонструвати формальну постановку задачі КР, використовувані моделі та методи, отримані результати, аналіз результатів та висновки. Під час доповіді вміти викладати матеріал КР у достатньому обсягу, логічно та послідовно

(допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом самостійно); виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вміти аналізувати переваги та недоліки використовуваних алгоритмів та програмних рішень. Надавити вірні відповіді на додаткові питання під час захисту КР.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Відвідування практичних занять є обов'язковим. Допускаються пропуски занять з таких поважних причин, як хвороба, сімейні обставини, участь в олімпіаді, творчому конкурсі тощо за попереднього домовленістю та згодою викладача за умови дозволу деканату (викладачу надаються копії довідок, документів або інших матеріалів, які підтверджують причину пропуску). За умов дистанційного навчання поважними причинами пропусків можуть бути порушення у функціонуванні електромереж і збої в роботі Інтернету. Відпрацювання пропущених занять є обов'язковим незалежно від причини пропущеного заняття. Відпрацювання практичного заняття полягає в самостійному виконанні завдань пропущеної практичної роботи.

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 недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. У разі виявлення плагіату (шляхом порівняння виконаних практичних робіт) робота оцінюватиметься у «0» балів (з можливістю перескладання).

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. Цифрове оброблення даних : навч.-методичний посібник з курсового проектування [Електронний ресурс] / Васильєва І. К., Рубель А. С. // Харків, НАУ «ХАІ», 2021. Режим доступу: https://mentor.khai.edu

2. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання *Ментор* знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5078

11. Рекомендована література

Базова

1. Holton T. Digital Signal Processing: Principles and Applications / Thomas Holton. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2021. – 1058 с.
2. Esakkirajan S. Digital Signal Processing: Illustration Using Python / S. Esakkirajan, T. Veerakumar, B. Subudhi. – Singapore: Springer, 2024. – 541 с.

Допоміжна

1. ДСТУ 3008 : 2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
2. Власій, О. О Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень : навч. -методичний посібник / О. О. Власій, О. М. Дудка. – Івано-Франківськ : ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника», 2015. – 72 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Python, https://www.python.org/
2. https://mentor.khai.edu
3. NumPy documentation, https://numpy.org/doc/stable/
4. Signal processing using SciPy, https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html
5. Matplotlib: Visualization with Python, https://matplotlib.org/