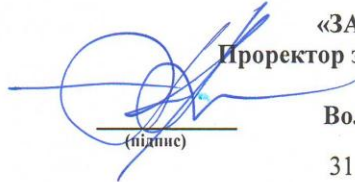


НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М. С. ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. О.О. ЗЕЛЕНСЬКОГО



(підпис)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи

Володимир ПАВЛІКОВ

31 серпня 2023 р.

Відділ аспірантури і докторантури

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Сучасний стан і тенденції розвитку телекомунікацій та радіотехніки»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
(код та найменування спеціальності)

Освітньо-наукова програма: «Електронні комунікації та радіотехніка»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Харків 2023 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Сучасний стан і тенденції розвитку телекомунікацій та радіотехніки»
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
освітньої програми «Електронні комунікації та радіотехніка»

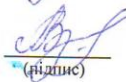
28 липня 2022 р., – 9 с.

Розробник: зав. каф. 504, д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ініціали та прізвище)

Гарант ОНП зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ініціали та прізвище)

Протокол № 1 від 31 серпня 2023 р. засідання кафедри № 504

Завідувач кафедри зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



Володимир СЕЛЕВКО

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Семен ЖИЛА

1. Опис навчальної дисципліни

| | | |
|---|--|--|
| Найменування показника | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
| Кількість кредитів – 7 | Галузь знань <u>«Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</u> <small>(шифр і найменування)</small> | Вибіркова |
| Кількість модулів – 1 | | Навчальний рік |
| Кількість змістовних модулів – 2 | Спеціальність <u>172 «Електронні комунікації та радіотехніка»</u> <small>(код і найменування)</small> | 2023/2024 |
| Індивідуальне завдання – <u>не передбачене</u> | | Семестр |
| Загальна кількість годин 64*/150 | Освітньо-наукова програма <u>«Електронні комунікації та радіотехніка»</u> <small>(найменування)</small> | 1-й |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 5,5 | | Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий) |
| | 32 години | |
| | Практичні* | |
| | 32 години | |
| | Лабораторні* | |
| | | |
| | Самостійна робота | |
| 86 годин | | |
| Вид контролю | модульний контроль, іспит | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/86

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність працювати в міжнародному контексті;
- здатність розробляти проекти та управляти ними.

Фахові компетентності:

- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у теорії та практиці радіотехнічних і телекомунікаційних систем, а також дотичних до них міждисциплінарних напрямів, і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з радіотехніки, телекомунікацій та суміжних галузей;
- здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень;
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності;
- здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;
- здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теорії та практиці радіотехніки і телекомунікацій та дотичних до них міждисциплінарних проектах;
- здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності;
- здатність до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору;
- здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності.

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;
- вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми комп'ютерної науки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;
- 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;
- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теорії та практиці радіотехніки і телекомунікацій;
- планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теорії та практики радіотехніки і телекомунікацій та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

- застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;
- розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теорії та практики радіотехніки і телекомунікацій з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
- розуміти загальні принципи та методи теорії та практики радіотехніки і телекомунікацій, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері радіотехніки та телекомунікацій;
- здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів в області радіотехніки і телекомунікацій;
- уміти управляти змістом, розкладом, вартістю, якістю, ризиками, людськими ресурсами та комунікаціями науково-технічних проектів в аерокосмічній галузі з відповідністю вимогам міжнародних стандартів;
- знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень;
- знати, розуміти та вміти застосовувати методи та засоби створення інформаційних технологій та програмного забезпечення у сфері радіотехніки та телекомунікацій, в тому числі в аерокосмічній галузі.
- 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.

Пререкевізити - Цифрова обробка даних

Кореквізити - Сучасні інформаційні технології в науці та освіті.

3. Програма 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. Области застосування таких сигналів та відповідні системи. Властивості багатоканальних сигналів. Кореляційні характеристики. Візуалізація багатоканальних сигналів та їх попередній аналіз.

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.

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.

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.

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.

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.

Модульний контроль.

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.

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.

Тема 3. Особливості моделювання відбиття радіохвиль від випадкових поверхонь.

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

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.

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.

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.

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. 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. | 12 | 2 | 4 | | 6 |
| Тема 2. Причини появи завад. Їх статистичні та кореляційні характеристики. Інші фактори. | 16 | 2 | 4 | | 10 |
| Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик завад. | 13 | 2 | 4 | | 7 |
| Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних. | 12 | 3 | 4 | | 5 |
| Тема 5. Покомпонентна та векторна (багатовимірна) фільтрація. | 12 | 2 | | | 10 |
| Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень та нелокальна фільтрація. Багатоетапна обробка. | 20 | 4 | 4 | | 12 |
| Модульний контроль | 1 | 1 | | | |
| Разом за змістовним модулем 1 | 86 | 16 | 20 | | 50 |
| Змістовний модуль 2. Радіотехнічні та телекомунікаційні системи. Їх блоки та застосування. Врахування специфіки розповсюдження радіохвиль. | | | | | |
| Тема 1. Частотно-селективні пристрої та їх застосування. | 7 | 3 | | | 4 |
| Тема 2. Тенденції розвитку радіофізики. Пошук прихованих об'єктів. | 11 | 3 | | | 8 |
| Тема 3. Особливості моделювання відбиття радіохвиль від випадкових поверхонь. | 6 | 2 | | | 4 |
| Тема 4. Системи загоризонтної радіолокації. Поширення радіохвиль. | 14 | 2 | 4 | | 8 |
| Тема 5. Радіотехнічні системи виявлення та вимірювання характеристик надводних об'єктів. | 6 | 2 | | | 4 |
| Тема 6. Сучасні ймовірнісні моделі сигналів. Їх обробка та стиснення. | 19 | 3 | 8 | | 8 |
| Модульний контроль | 1 | 1 | | | |
| Разом за змістовним модулем 2 | 64 | 16 | 12 | | 36 |
| Усього годин | 150 | 32 | 32 | | 86 |
| Модуль 2 | | | | | |
| Індивідуальне завдання | - | - | - | - | - |
| Контрольний захід | - | - | - | - | - |
| Усього годин | 150 | 32 | 32 | | 86 |

5. Теми семінарських занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|-------------------------------------|-----------------|
| 1 | Не передбачені навчальними планами. | |
| | Разом | |

6. Теми практичних занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Основні характеристики сигналів та завад в залежності від застосувань. | 4 |
| 2 | Причини появи завад. Їх статистичні та кореляційні характеристики. Інші фактори. | 4 |
| 3 | Моделювання та оцінювання характеристик негаусових завад. | 4 |
| 4 | Оцінювання характеристик завад для реальних даних ДЗ. | 4 |
| 5 | Обробка на основі дискретних ортогональних перетворень та нелокальна фільтрація. | 4 |
| 6 | Системи загоризонтної радіолокації. Проектування ФАР. | 4 |
| 7 | Сучасні ймовірнісні моделі сигналів. Їх обробка нелінійна обробка. | 4 |
| 8 | Сучасні ймовірнісні моделі сигналів. Їх стиснення. | 4 |
| | Разом | 32 |

7. Теми лабораторних занять

| № п/п | Назва теми | Кількість |
|-------|-------------------------------------|-----------|
| 1 | Не передбачені навчальними планами. | |
| | Разом | |

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Основні характеристики сигналів та завад в залежності від застосувань. | 6 |
| 2 | Причини появи завад. Їх статистичні та кореляційні характеристики. Інші фактори. | 10 |
| 3 | Моделювання та оцінювання спектральних характеристик завад. | 7 |
| 4 | Оцінювання характеристик завад для реальних медичних зображень. | 5 |
| 5 | Покомпонентна та векторна (багатовимірна) фільтрація. Обробка кольорових та мультиспектральних зображень. | 10 |
| 6 | Обробка на основі ортогональних перетворень та нелокальна фільтрація. Багатоетапна обробка. Придушення змішаних та сигнально-залежних завад. | 12 |
| 7 | Частотно-селективні пристрої та їх застосування. Генерування НВЧ сигналів. | 4 |
| 8 | Тенденції розвитку радіофізики. Пошук прихованих об'єктів під поверхнею, в речах та на тілі людини. | 8 |
| 9 | Особливості моделювання відбиття радіохвиль від випадкових поверхонь. Залежності від шорсткості та вологовмісту. | 4 |
| 10 | Системи загоризонтної радіолокації. Поширення радіохвиль у хвилеводних каналах. | 8 |
| 11 | Радіотехнічні системи виявлення та вимірювання характеристик | 4 |

| | | |
|----|---|-----------|
| | надводних об'єктів. Визначення типів об'єктів. | |
| 12 | Сучасні ймовірнісні моделі сигналів. Їх стиснення без втрат та із втратами. | 8 |
| | Разом | 86 |

9. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

10. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) переконання у значущості навчання;
- 2) вимоги;
- 3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового та комп'ютерного модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

| Складові навчальної роботи | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 8 | 0...8 |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...3 | 4 | 0...12 |
| Модульний контроль | 0...30 | 1 | 0...30 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 8 | 0...8 |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...3 | 4 | 0...12 |
| Модульний контроль | 0...30 | 1 | 0...30 |
| Усього за семестр | | | 0...100 |

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

Критерії оцінювання роботи студента 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 завод 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.

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. 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>

14. 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. Воробель, Р. А. Логарифмічна обробка зображень [Текст]: [монографія] / Р. А. Воробель. – К. : Наукова думка, 2012. – 230 с.
3. Наконечний А.Й. Обробка сигналів: навчальний посібник /Наконечний А.Й., Стахів Р.І., Наконечний Р.А. - Львів : Растр-7, 2017 – 218 с.
4. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник/ Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.
5. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: навч. посібн. МОНУ / І. Г. Прокопенко. – К.: НАУ, 2011. – 200 с.
6. Яновський Ф. Й. Радіолокаційні системи повітряних суден : підруч. / Ф. Й. Яновський. – К.: НАУ, 2012. – 688 с.

Допоміжна

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>