

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**Державний університет «Київський авіаційний інститут»****Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій****Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан

Роман ОДАРЧЕНКО

«16» 09 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА****навчальної дисципліни****«Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»**

Освітньо-професійна програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

Форма навчання	Сем.	Усього (год./кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	2	270/9	50	-	34	186		КР-2	Д/з/ 1с
									Іспит 2с

Індекс: НМ– G5 - 3 / 25-2.1.7

КАІ РП 22.06–01–2025

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.2 з 15	

Робочу програму навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», навчальних та робочих навчальних планів № НМ– G5 - 3/25, № РМ–G5-3/25 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю код G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» та відповідних нормативних документів.

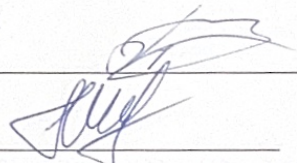
Робочу програму розробив
професор кафедри телекомунікаційних
та радіоелектронних систем _____



Ігор Прокопенко

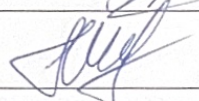
Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійних програм «Телекомунікаційні системи та мережі», «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» – кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, протокол № 24 від «01» вересня 2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Радіоелектронні пристрої, системи
та комплекси» _____



Ігор Прокопенко

Завідувач кафедри _____



Віктор ГНАТЮК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 11 від «15» 09 2025 р.

Голова НМРР _____



Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.3 з 15	

ЗМІСТ

сторінка

Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.....	6
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	7
2.3. Тематичний план	9
2.4. Перелік питань для підготовки до екзамену	10
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	10
3.1. Методи навчання	10
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	10
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті.....	12
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	13

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.4 з 15	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від _____ № _____, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є основою фахової підготовки магістра за освітньо-професійною програмою «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» в частині здатності розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі телекомунікацій та радіотехніки.

Метою викладання дисципліни є опанування студентами основ теорії статистичного синтезу методів обробки сигналів і даних і розуміння побудови каналів обробки інформаційних процесів в радіотехнічних інформаційно-вимірювальних системах (РІВС), що використовуються в цивільній авіації.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- опанування основ теорії статистичного синтезу методів обробки сигналів і даних;
- знайомство з основними статистичними моделями сигналів і завад, що діють в різних умовах застосування радіотехнічних систем ;
- вивчення структурних і функціональних схем побудови каналів обробки інформаційних сигналів в РІВС;
- формування у студентів навичок використання сучасних інформаційних технологій для вирішення задач проектування та експлуатації РІВС.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

ПРН02. Вміння враховувати соціальні і морально-етичні норми, налагоджувати результативне співробітництво у колективі при проведенні наукових досліджень і виконанні проєктів.

ПРН03. Здатність розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні телекомунікаційні і радіотехнічні системи, комплекси, технології, пристрої та їх компоненти.

ПРН04. Здатність планувати і виконувати наукові та прикладні дослідження у сфері телекомунікації та радіотехніки, застосовувати для цього методи математичного і фізичного моделювання, обробки інформації, інтерпретувати результати досліджень та обґрунтовувати висновки.

ПРН06. Вміти аналізувати напрями розвитку і новітні стандарти у сфері телекомунікацій та радіотехніки.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.5 з 15	

ПРН07. Здатність локалізувати та оцінювати стан проблемної ситуації на етапах дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.

ПРН08. Здатність застосовувати мови програмування загального та спеціалізованого призначення, пакети аналітичного та імітаційного моделювання, а також інструменти розробки програмного та апаратного забезпечення для розв'язання складних задач телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН10. Здатність виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

ПРН13. Аналізувати технічні (тактико-технічні) характеристики, патентну чистоту, потреби ринку, інвестиційний клімат та відповідність проектних рішень, наукових та дослідно-конструкторських розробок нормам законодавства України та міжнародних стандартів щодо інтелектуальної власності

ПРН16. Здатність проводити статистичний синтез оптимальних методів і алгоритмів оброблення радіотехнічних сигналів і даних.

ПРН17. Здатність виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ІК. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі телекомунікацій та радіотехніки.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК6. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК7. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК1. Здатність застосовувати наукові факти, концепції, теорії, принципи та методології наукових досліджень в професійній діяльності, зокрема з урахуванням концепції сталого розвитку

ФК2. Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в телекомунікаційних і радіотехнічних системах, комплексах та пристроях.

ФК4. Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.6 з 15	

ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (засобів, систем, комплексів).

ФК8. Здатність розв'язувати складні професійні задачі на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації.

ФК9. Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів.

ФК10. Здатність проводити наукові дослідження по створенню статистичних моделей сигналів в радіотехнічних інформаційно-вимірювальних системах і методів і засобів їх обробки.

ФК11. Знання та розуміння інформаційних процесів в авіаційних радіоелектронних системах.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Статистичне оброблення сигналів в радіотехнічних системах»

базується на таких дисциплінах, як: «Захист безпроводних телекомунікаційних та радіотехнічних систем», «Радіоелектронні системи та комплекси навігації»;

є базою таких дисциплін як: «Кваліфікаційний екзамен» та «Кваліфікаційна робота».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з трьох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля **№1 «Основи теорії випадкових процесів»**, який є логічно завершеним, самостійним, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання;
- навчального модуля **№2 «Методи і алгоритми виявлення і фільтрації сигналів»** який є логічно завершеним, самостійним, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання;
- навчального модуля **№3 «Курсова робота»**, мета якого полягає в узагальненні набутих вмінь і їх практичному застосуванні в задачі статистичного синтезу алгоритму оброблення сигналів при дії завад, згідно з варіантом завдання.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.7 з 15	

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1 «Основи теорії випадкових процесів».

Інтегровані вимоги модуля №1:

Знати:

- основні властивості різних випадкових та інформаційних процесів;
- методи статистичного синтезу та аналізу оцінок параметрів випадкових величин і процесів;

Вміти:

- створювати математичні моделі різних випадкових процесів;
- здійснювати синтез алгоритмів оцінювання параметрів за методами: максимуму функції правдоподібності, моментів та квантилів;
- здійснювати синтез алгоритмів оцінювання параметрів імпульсного та гармонічного сигналів на тлі гаусівського шуму;

Тема 1. Предмет, мета і задачі дисципліни

Задачі, які вирішують системи CNS, та загальні принципи побудови тих систем. Взаємодія з іншими дисциплінами. Основні визначення, структура курсу. Історія розвитку методів та теорій синтезу статистичних алгоритмів виявлення сигналів на тлі завад і шумів.

Тема 2 Основи теорії оцінювання статистичних параметрів випадкових величин

Основні визначення теорії випадкових величин і випадкових процесів. Гаусівські випадкові процеси та їхні параметри, процеси із складним одновимірним розподілом імовірностей, моделі імпульсних завад, марківські випадкові процеси.

Формулювання задачі оцінювання статистичного параметра випадкових величин за вибіркою їх значень, отриманих в результаті дослідів. Функція правдоподібності. Визначення оцінки як функції вибірових значень. Характеристики оцінки: зміщеність, ефективність, обґрунтованість.

Тема 3. Байєсівські оцінки

Функції ризику. Байєсівські оцінки, оцінки за максимумом апостеріорної щільності імовірності, оцінки за максимумом функції правдоподібності, оцінки за методом моментів та за методом квантилів.

Тема 4. Методи оцінювання (вимірювання) параметрів радіотехнічних сигналів

Інформаційні параметри радіотехнічних сигналів– амплітуда, частота, фаза та методи їх вимірювання. Апаратна реалізація вимірювачів.

Тема 5. Вимірювання характеристик звукових сигналів. Оцінювання спектральних характеристик. Математичне моделювання алгоритмів вимірювання.

Модуль 2. Методи і алгоритми виявлення і фільтрації сигналів

– Інтегровані вимоги модуля №2:

– Знати:

- методи статистичного синтезу та аналізу оптимальних параметричних алгоритмів виявлення сигналів;

– методи статистичного синтезу та аналізу непараметричних алгоритмів виявлення сигналів;

– методи статистичного синтезу та аналізу алгоритмів фільтрації корисних сигналів;

– особливості використання типового програмного забезпечення для досліджень алгоритмів обробки сигналів.

- Вміти:

– здійснювати синтез оптимальних параметричних алгоритмів виявлення детермінованих сигналів на тлі гаусівського шуму;

– здійснювати синтез непараметричних алгоритмів виявлення сигналів за умов апіорної невизначеності;

– провадити аналітичний аналіз синтезованих алгоритмів;

– створювати прикладні програми для статистичного дослідження характеристик випадкових процесів, алгоритмів оцінювання, виявлення та фільтрації корисних сигналів, що спостерігаються на тлі шумів та завад;

– аналізувати отримані результати.

Тема 6. Основи теорії виявлення сигналів

Формулювання задачі виявлення сигналів за вибіркою зі значень випадкових процесів, отриманих у досліді. Визначення критерію (тесту) або алгоритму виявлення сигналу.

Похибки, що мають місце у виявленні сигналів. Характеристики хибної тривоги і правильного виявлення сигналу. Методи побудови алгоритмів виявлення сигналів. Лема Неймана-Пірсона. Приклади синтезу параметричних виявлювачів. Апіорна невизначеність математичної моделі суміші сигналів і завад. Методи побудови алгоритмів виявлення сигналів за апіорно невідомими значеннями параметрів сигналів і завад. Адаптивний байєсівський метод і його модифікації. Приклади синтезу адаптивних виявлювачів сигналів. Тести Стюдента, Фішера.

Тема 7. Методи побудови алгоритмів виявлення сигналів за апіорно невідомої форми закону розподілу імовірностей завад. Непараметричні тести. Приклади синтезу рангових виявлювачів сигналів. Тести знаків, Вілкоксона, Колмогорова, їхня технічна і програмна реалізація. Застосування алгоритмів виявлення сигналів в обробці радіолокаційних сигналів. Математичне моделювання алгоритмів виявлення сигналів.

Тема 8. Основи теорії фільтрації

Формулювання задачі фільтрації сигналу або його параметра на тлі завад.

Частотна фільтрація сигналів. Фільтри Баттерворта, Чебишева та ін. Фільтрація випадкових стаціонарних сигналів на тлі гаусівських завад. Фільтр Вінера.

Часова фільтрація нестаціонарних сигналів на тлі гаусівських завад. Фільтри поліноміальних сигналів. Фільтр Калмана. Оптимальні та евристичні алгоритми обробки даних траєкторних вимірювань в радіолокаційних та радіонавігаційних системах. Математичне моделювання алгоритмів фільтрації сигналів.

Модуль №3. Курсова робота.

Курсова робота передбачає розв'язання задачі синтезу алгоритму оброблення сигналів при дії завад стосовно певного типу РІВС. Тематика курсових робіт та завдання

розробляються провідними викладачами кафедри і передбачають проведення досліджень з математичного моделювання сумішей сигналів і завад, синтез алгоритму оброблення (виявлення, оцінювання параметрів сигналів і завад, фільтрації сигналів) та дослідження їх ефективності.

2.3. Тематичний план

№ п/п	Назва теми	Денна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лабор. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6
Модуль № 1 «Основи теорії випадкових процесів».					
1.1	Предмет, мета і задачі дисципліни. Основні положення теорії випадкових процесів	1 семестр			
		21	2 2	2	15
1.2	Основи теорії оцінювання статистичних параметрів випадкових величин і процесів	27	2 2 2 2	2 2	15
1.3	Баєсівські оцінки параметрів радіотехнічних сигналів при дії завад, оцінки за максимумом апостеріорної щільності ймовірності, оцінки за максимумом функції правдоподібності, оцінки за методом моментів та за методом квантилів.	23	2 2 2	2	15
1.4	Методи і алгоритми оцінювання параметрів радіотехнічних сигналів при дії завад	22	2 2 2 2	2 2	10
1.5	Вимірювання характеристик звукових сигналів.	21	2 2	2 2	13
1.6	Модульна контрольна робота №1	6	2	-	4
Усього за модулем №1		120	32	16	72

Модуль 2. Методи і алгоритми виявлення і фільтрації сигналів					
Назва теми		2 семестр			
1.7	Основи теорії виявлення сигналів. Синтез оптимальних параметричних алгоритмів виявлення сигналів	42	2 2 2	2 2 2	30
1.8	Методи побудови алгоритмів виявлення сигналів за апіорно невідомої форми закону розподілу імовірностей завад. Непараметричні алгоритми виявлення сигналів у разі неповної апіорної визначеності сигнально-завадової ситуації	42	2 2 2	2 2 2	30
1.9	Основи теорії фільтрації радіотехнічних сигналів. Формулювання задачі фільтрації сигналу або його параметра на тлі завад. Частотна фільтрація сигналів, Часова фільтрація нестационарних сигналів на тлі гаусівських завад. Фільтри поліноміальних сигналів. Фільтр Калмана.	30	2 2	2 2 2	20
1.10	Модульна контрольна робота №2	6	2	-	4
Усього за модулем №2		120	18	18	84
Курсова робота		-	-	-	30
Усього за модулем №3		30	-	-	30
Усього за навчальною дисципліною		270	50	34	186

2.4. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджуються на засіданні кафедри та доносяться до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. Лабораторні заняття необхідно проводити малими групами для більш повного сприйняття і засвоєння практичного матеріалу.

3.2. Рекомендована література.

Базова література

3.2.1. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: навч. посібн. МОНУ / І. Г. Прокопенко. – К.: НАУ, 2011. – 200 с.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.11 з 15	

3.2.2. Прокопенко І. Г. Методи і засоби обробки сигналів. Оцінювання параметрів сигналів і завад: навч. посібн. / І. Г. Прокопенко. – К.: НАУ, 2003. – 200 с.

3.2.3. Прокопенко І. Г. Основи комп'ютерного проектування та моделювання радіоелектронних засобів: навч. посібн. / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов, Г. І. Красноружев. – Кривий Ріг: ККНАУ, 2007. – 84 с.

3.2.4. Наконечний А.Й., Обробка сигналів: навч. посібник /Наконечний А.Й. Стахів Р.І. Наконечний Р.А. – Львів: Видавництво Растр - 7, 2017. – 217с.

3.2.5. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.

3.2.6. Прокопенко І.Г., Савченко А.С., Прокопенко К.І., Дмитрук А.Ю. Ефективність використання нейронних мереж в задачі виявлення гармонічного сигналу на тлі широкопasmової корельованої завади. Наукоємні технології. 2024. № 2 (2023). С. 126-135. ISSN 2075-0781. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310- 5461.62.18706>.

3.2.7. Прокопенко І.Г., Дмитрук А.Ю., Прокопенко К.І. Аналіз ефективності алгоритмів оцінювання параметрів авторегресійних моделей в задачі виявлення сигналів в умовах завад. Наукоємні технології. 2025. № 1 (2025). С. 77-84. ISSN 2075-0781. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.65.19928>.

3.2.8. Prokopenko I., Prokopenko K., Dmytruk A. Comparison of Neural Network and Statistical Approaches to the Problem of Signal Detection. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer. 2024. Vol. 992. P. 224-241. ISSN 2367-3370. DOI: 10.1007/978-3-031-60196-5_18.

Допоміжна література

3.2.9. Прокопенко І. Г. Методи математичного моделювання: метод. рекомендації до виконання лаб. робіт / І. Г. Прокопенко, А. А.Семенов. – К.: НАУ, 2009. – 62 с.

3.2.10.Слободянюк П.В., Благодарний В.Г., Ступак В.С. Довідник з радіомоніторингу / Під заг. ред. П.В. Слободянюка. – Ніжин: ТОВ "Видавництво ", 2008. - 588 с.

3.2.11. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: методичні рекомендації до лабораторних занять / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов. – К.: НАУ, 2012. – 53 с. [електрон. ресурс].

3.2.12. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: методичні вказівки до виконання курсової роботи / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов. – К.: НАУ, 2012. – 20 с. [електрон. ресурс].

3.2.13 Прокопенко І.Г., Савченко А.С., Прокопенко К.І., Дмитрук А.Ю. Ефективність використання нейронних мереж в задачі виявлення гармонічного сигналу на тлі широкопasmової корельованої завади. Наукоємні технології. 2024. № 2 (2023). С. 126-135. ISSN 2075-0781. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310- 5461.62.18706>.

3.2.14 Prokopenko I., Prokopenko K., Dmytruk A. Comparison of Neural Network and Statistical Approaches to the Problem of Signal Detection. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer. 2024. Vol. 992. P. 224-241. ISSN 2367-3370. DOI: 10.1007/978-3-031-60196-5_18.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ ПП 22.06-01-2025
		стор.12 з 15	

3.2.15 Prokopenko I., Dmytruk A., Osipchuk A. Adaptive algorithms for the detection of radar signals against the background of broadband interferences. CEUR Workshop Proceedings. 2024. Vol. 3895. P. 40 – 53. ISSN 1613-0073.

3.2.16 Прокопенко І.Г., Дмитрук А.Ю., Прокопенко К.І. Аналіз ефективності алгоритмів оцінювання параметрів авторегресійних моделей в задачі виявлення сигналів в умовах завад. Наукоємні технології. 2025. № 1 (2025). С. 77-84. ISSN 2075-0781. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.65.19928>.

3.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1. <http://er.nau.edu.ua:8080/bitstream/NAU/22000/1/Robust%20Algorithms%20%28Signed%29.pdf>

3.3.2. <https://www.twirpx.com/file/2285353/>

3.3.3. Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов. – Електронні текстові данні (1 файл: 7399 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 268 с.

3.3.4. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41437/3/Teoria_sygnaliv.pdf

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.13 з 15	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
	Денна форма навчання
	Модуль №1 «Основи теорії випадкових процесів»
Виконання та захист лабораторних робіт	$66 \times 5 = 30$
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	<i>18 балів</i>
Виконання модульної контрольної роботи №1	15
Усього за модулем № 1	45
	Модуль №2 «Методи і алгоритми виявлення і фільтрації сигналів»
Виконання та захист лабораторних робіт	$66 \times 3 = 18$
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	<i>11 балів</i>
Виконання модульної контрольної роботи №2	17
Усього за модулем № 2	35
Семестровий екзамен	20
Усього за дисципліною	100
Виконання курсової роботи	50
Захист курсової роботи	50
Виконання та захист курсової роботи	100

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної модульної та контрольної рейтингових оцінок становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).

4.5. **Екзаменаційна рейтингова** оцінка складається з балів за результатами виконання екзаменаційних завдань, затверджених кафедрою в установленому порядку.

Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.14 з 15	

4.6. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсвої роботи** в балах, за національною шкалою та ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки та індивідуального навчального плану студента та Додатка до диплома, наприклад так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до екзаменаційної відомості, навчальної картки та індивідуального навчального плану студента, наприклад так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.8. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

	Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних системах»	Шифр документа	КАІ РП 22.06-01-2025
		стор.15 з 15	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайом- леної особи	Дата ознайом- лення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата Введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульо- ваного			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				



(Ф 21.01 - 03)

**Силабус навчальної дисципліни
«Статистичне оброблення сигналів у радіоелектронних
системах»**

**Освітньо-професійної програми: «Радіоелектронні пристрої,
системи та комплекси»**

**Спеціальність: G «Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка»
Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»**

Рівень вищої освіти	Другий (магістерській)
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна обов'язкового компонента із фахового переліку
Курс	1 (перший)
Семестр	1 (перший)-2 (другий)
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/загальна кількість годин	9 кредитів / 270 годин
Мова викладання	Українська
Що буде вивчатися (предмет навчання)	Навчальна дисципліна є основою фахової підготовки магістра за освітньо-професійною програмою «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси». Предметом навчання є методи статистичного синтезу алгоритмів обробки сигналів в радіотехнічних інформаційно-вимірювальних системах (РІВС) і принципи побудови каналів обробки сигналів в радіолокаційних, радіонавігаційних і телекомунікаційних системах .
Чому це цікаво/потрібно вивчати (мета)	Метою викладання дисципліни є опанування студентами основ теорії статистичного синтезу методів обробки сигналів і даних і розуміння побудови каналів обробки інформаційних процесів РІВС, що використовуються в цивільній авіації
Чому можна навчитися (результати навчання)	ПРН01. Вміння організовувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень. ПРН02. Вміння враховувати соціальні і морально-етичні норми, налагоджувати результативне співробітництво у колективі при проведенні наукових досліджень і виконанні проектів.

ПРН03. Здатність розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні телекомунікаційні і радіотехнічні системи, комплекси, технології, пристрої та їх компоненти.

ПРН04. Здатність планувати і виконувати наукові та прикладні дослідження у сфері телекомунікації та радіотехніки, застосовувати для цього методи математичного і фізичного моделювання, обробки інформації, інтерпретувати результати досліджень та обґрунтовувати висновки.

ПРН05. Здатність виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

ПРН07. Здатність локалізувати та оцінювати стан проблемної ситуації на етапах дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.

ПРН08. Здатність застосовувати мови програмування загального та спеціалізованого призначення, пакети аналітичного та імітаційного моделювання, а також інструменти розробки програмного та апаратного забезпечення для розв'язання складних задач телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН10. Здатність виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

ПРН16. Здатність проводити статистичний синтез оптимальних методів і алгоритмів оброблення радіотехнічних сигналів і даних.

ПРН17. Здатність виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний

	аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	ІК. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі телекомунікацій та радіотехніки. ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК6. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології. ЗК7. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні. ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК11. Знання та розуміння інформаційних процесів в авіаційних радіоелектронних системах. ЗК12. Здатність створювати і використовувати сучасні математичні методи аналізу і оптимізації радіотехнічних інформаційно-вимірювальних систем на всіх етапах життєвого циклу. ФК2. Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в телекомунікаційних і радіотехнічних системах, комплексах та пристроях. ФК4. Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів. ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (засобів, систем, комплексів). ФК8. Здатність розв'язувати складні професійні задачі на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації. ФК9. Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів. ФК10. Здатність проводити наукові дослідження по створенню статистичних моделей сигналів в радіотехнічних інформаційно-вимірювальних системах і методів і засобів їх обробки.

Навчальна логістика	Зміст дисципліни: Математичні моделі сигналів і завад, методи статистичного синтезу завадостійких алгоритмів виявлення, оцінювання і фільтрації сигналів на тлі завад, що мають місце при експлуатації радіотехнічних систем, методи проектування каналів обробки сигналів в РІВС. Види занять: Лекційні та лабораторні. Курсова робота. Методи навчання: студентсько-орієнтоване навчання, презентації, бесіди та дискусії
Пререквізити	Базується на таких дисциплінах, як: «Захист безпроводних телекомунікаційних та радіотехнічних систем», « Неруйнівний контроль в технічній діагностиці», « Радіоелектронні системи та комплекси навігації»;
Пореквізити	Є базою таких дисциплін як: «Кваліфікаційний екзамен» та «Кваліфікаційна робота».
Інформаційне забезпечення з фонду та репозитарію НТБ НАУ	1. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: навч. посібн. МОНУ/ І. Г. Прокопенко. – К.: НАУ, 2011. – 200 с. 2. Прокопенко І. Г. Методи і засоби обробки сигналів. Оцінювання параметрів сигналів і завад: навч. посібн. / І. Г. Прокопенко. – К.: НАУ, 2003. – 200 с. 3. Прокопенко І. Г. Основи комп'ютерного проектування та моделювання радіоелектронних засобів: навч. посібн. / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов, Г. І. Красноружев. – Кривий Ріг: ККНАУ, 2007. – 84 с. 4. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: методичні рекомендації до лабораторних занять / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов. – К.: НАУ, 2012. – 53 с. [електрон. ресурс]. 5. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів: методичні вказівки до виконання курсової роботи / І. Г. Прокопенко, А. А. Семенов. – К.: НАУ, 2012. – 20 с. [електрон. ресурс]. 6. Наконечний А.Й., Обробка сигналів: навч. посібник /Наконечний А.Й. Стахів Р.І. Наконечний Р.А. – Львів: Видавництво Растр - 7, 2017. – 217с. 7. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с. 8. Прокопенко І.Г., Савченко А.С., Прокопенко К.І., Дмитрук А.Ю. Ефективність використання нейронних мереж в задачі виявлення гармонічного сигналу на тлі широкосмужової корельованої завади. Наукоємні технології. 2024. № 2 (2023). С. 126-135. ISSN 2075-0781. DOI: https://doi.org/10.18372/2310-5461.62.18706. 9. Прокопенко І.Г., Дмитрук А.Ю., Прокопенко К.І. Аналіз ефективності алгоритмів оцінювання параметрів авторегресійних моделей в задачі виявлення сигналів в умовах

	завад. Наукоємні технології. 2025. № 1 (2025). С. 77-84. ISSN 2075-0781. DOI: https://doi.org/10.18372/2310-5461.65.19928. 10. Prokopenko I., Prokopenko K., Dmytruk A. Comparison of Neural Network and Statistical Approaches to the Problem of Signal Detection. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer. 2024. Vol. 992. P. 224-241. ISSN 2367-3370. DOI: 10.1007/978-3-031-60196-5_18.
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Корп. 3, ауд. 3/114, 3/302, 3/209. Комп'ютери зі спеціалізованими програмами, проектор, екран
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	Іспит, тестування
Кафедра	Кафедра телекомунікаційних та радіoeлектронних систем
Факультет	Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Викладач(і)	 ПРОКОПЕНКО ІГОР ГРИГОРОВИЧ Посада: професор кафедри ТКРС Науковий ступінь: доктор технічних наук Вчене звання: професор Профайл викладача: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=420196600 Тел.: (044) 406-79-84 E-mail: ihor.prokopenko@npp/kai.edu.ua Робоче місце: корп. 3, ауд. 3/419
Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс; оригінальні завдання до лабораторних робіт і курсової роботи

Розробник

І. Прокопенко

Завідувач кафедри

В. Гнатюк