



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Методи і системи обробки сигналів

### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для електроніки, енергетики і медицини

### Кафедра

Радіоелектроніка (164)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Вибіркова

### Семестр

8

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Пуляєв Валерій Олександрович

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри радіоелектроніки НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 25 років. Автор понад 180 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Радіотехнічні системи у радіофізичних дослідженнях», «Комп'ютеризація спеціалізованих середовищ», «Комп'ютерне моделювання»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Методи і системи обробки сигналів" є професійно-орієнтованою дисципліною. Наразі використовується велика кількість різноманітних сигналів у різних сферах діяльності людини. Головна увага в курсі приділяється висвітленню різних типів сигналів, що використовуються в радіотехніці, телекомунікаціях і медицині, й методам їх обробки та аналізу. В курсі розглядаються як класичні методи обробки, що ґрунтуються на статистичному та спектральному аналізах, так і сучасні методи вейвлет-аналізу, аналізу надширокополосних і фрактальних сигналів.

Запропоновані методи суттєво розширюють світогляд студентів та допомагають їм глибше зрозуміти складну та різноманітну природу фізичних явищ і процесів.

### Мета та цілі дисципліни

Мета – систематизація знань студентів з основ з теорії сигналів і та процесів, а також класичних і сучасних методів їх аналізу та відновлення корисної інформації, що вони переносять.

Цілі дисципліни – вивчення типів і призначення сигналів, їх математичного представлення, сучасних методів і систем обробки сигналів, методик обробки різних типів сигналів з використанням комп'ютерних систем.



## **Формат занять**

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

## **Компетентності**

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК01. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

СК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

СК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

## **Результати навчання**

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 20 год., лабораторні роботи – 20 год., самостійна робота – 50 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Програмування", "Аналогова електроніка", "Цифрова електроніка", "Статистична радіофізика".

## **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться з використанням мультимедійних засобів. Лекційний матеріал представлено у вигляді презентацій Power Point зі вставленими текстовими, графічними, аудіо- та відео елементами. Це дозволяє читати лекції як в аудиторії, так і дистанційно. На лабораторних заняттях використовується увага на більш глибокому розумінні мови програмування Python та її бібліотек, що мають вбудовані функції для обробки сигналів різних типів.

# Програма навчальної дисципліни

## Теми лекційних занять

### Тема 1. Поняття сигналу. Класифікація сигналів

Історична довідка. Класифікації сигналів. Детерміновані та випадкові сигнали. Аналогові та імпульсні сигнали. Фрактальні сигнали.

### Тема 2. Інтерполяція та екстраполяція сигналів

Поняття інтерполяції та екстраполяції. Застосування та різновиди інтерполяції. Поліноміальна та сплайнова інтерполяція.

### Тема 3. Апроксимація. Видалення тренду

Поняття та застосування апроксимації. Різниця між апроксимацією та регресією. Методи апроксимації. Згладжування експериментальних даних. Поняття тренду. Необхідність видалення тренду для аналізу короткострокових варіацій.

### Тема 4. Методи та системи обробки випадкових сигналів

Значення та застосування випадкових сигналів. Випадкові сигнали у природі. Методи обробки випадкових сигналів. Кореляційний аналіз. Застосування спектрального аналізу. Системи обробки сигналів.

### Тема 5. Перетворення сигналів. Спектральний аналіз

Поняття, класифікація і приклади перетворень сигналів. Спектральний аналіз сигналів. Оцінка спектральної густини потужності. Приклади спостереження періодичних складових сигналів.

### Тема 6. Лінійні перетворення сигналів

Поняття лінійності перетворення. Полігармонійні сигнали в природі. Приклади лінійних перетворень. Віконні функції. Вейвлет-перетворення. Розділення лінійних перетворень.

### Тема 7. Нелінійні перетворення сигналів

Поняття білінійності. Білінійні перетворення класу Коена. Перетворення Вігнера. Чої - Вільямса та Борна - Жордана.

### Тема 8. Надширокосмугові сигнали

Загальні поняття. Застосування надширокосмугових сигналів. Моделі надширокосмугових сигналів. Методи опису. Нелінійні надширокосмугові сигнали.

### Тема 9. Фрактальні сигнали

Загальні поняття. Фрактальна розмірність. Моделі фрактальних сигналів. Фрактальні надширокосмугові сигнали. Методи аналізу фрактальних сигналів.

### Тема 10. Комплексний аналіз сигналів

Комбінація низки лінійних і нелінійних перетворень. Виявлення "тонких" ефектів. Демонстрація ефективності під час аналізу низки природних і штучних сигналів.

## Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачено.

## Теми лабораторних робіт

1. Знайомство з бібліотеками numpy і matplotlib мови Python.
2. Реалізація методів інтерполяції імпульсних сигналів.
3. Реалізація методів апроксимації сигналів.
4. Проведення кореляційного аналізу випадкових сигналів.
5. Проведення спектрального аналізу детермінованих і випадкових сигналів.
6. Проведення вейвлет-перетворень сигналів.
7. Генерація та аналіз надширокосмугових сигналів.
8. Генерація та аналіз фрактальних сигналів.

## Самостійна робота

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин

1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до лабораторних занять	10
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	10
4	Письмові відповіді на питання, що наводяться в кінці кожної лекції.	10
5	Ознайомлення з існуючими та розробка власних програм реалізації лінійних і нелінійних перетворень сигналів.	10
	Разом	50

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Попов А. О. Теорія сигналів: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2019. 268 с.
2. Ваврук Є., Лашко О., Попович Р. Алгоритми та засоби обробки сигналів: навчальний посібник. Львів: СПОЛОМ. 2021. 240 с
3. Лазоренко О. В. Черногор Л. Ф. Надширокополосні сигнали та процеси: монографія. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. 2009. 576 с.
4. Пархомей І., Цюпа Н. Основи теорії інформаційних процесів. Частина 2. Системи обробки сигналів: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2020. 169 с.
5. Downey A. B. Think DSP: Digital Signal Processing in Python. O'Reilly Media, Inc. 2016. 168 p.

### Додаткова література

1. Крупельницький Л. В., Азаров О. Д. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ. 2005. 167 с.
2. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing. Academic Press. 2008. 832 p.
3. Banerjee S., Easwaramoorthy D., Gowrisankar A. Fractal Functions, Dimensions and Signal Analysis. Springer. 2021. 142 p.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді поточного оцінювання (80%) та іспиту (20%).  
Поточне оцінювання складається з результатів виконання контрольних робіт (30%), лабораторних робіт (30%) і відсотка відвідування занять (20%).  
Іспит: письмове завдання (2 запитання) та усна відповідь на одне додаткове питання.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено



Завідувачка кафедри  
Наталя КУЗЬМЕНКО



Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ