



# Теорія сигналів та систем

## Силабус

### • Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Попов Антон Олександрович, <a href="mailto:porov-ee@iit.kpi.ua">porov-ee@iit.kpi.ua</a> Практичні: к.т.н., доцент, Попов Антон Олександрович, <a href="mailto:porov-ee@iit.kpi.ua">porov-ee@iit.kpi.ua</a> к.т.н., доцент, Іванько Катерина Олегівна, к.т.н., доцент, Порєва Ганна Сергіївна</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/">https://classroom.google.com/</a></i>

### • Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни

*Метою дисципліни є формування цілісного уявлення про сигнали і методи їх дослідження, а також набуття знань, умінь, навичок і досвіду використання методів перетворення та аналізу сигналів у практичній діяльності. Предметом навчальної дисципліни є методи і та застосування аналізу сигналів в електронних системах.*

*Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти в результаті вивчення матеріалів кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:*

#### **знання:**

*- видів та параметрів сигналів різної природи, зокрема біомедичних;*

- сутності та параметрів аналого-цифрового перетворення сигналів, обмеження в його використанні;
- методів математичного опису лінійних стаціонарних дискретних систем на основі згортки, імпульсної характеристики, характеристичної функції та комплексної частотної характеристики;
- методів представлення сигналів в ортогональних та неортогональних базисах гільбертових просторів;
- методів спектрального, спектрально-часового, вейвлет та кореляційного аналізу, умови та обмеження в їх застосуванні;
- сутності частотно-залежної обробки сигналів за допомогою лінійних фільтрів;
- основних підходів до нелінійного та мультиваріативного аналізу сигналів та розпізнавання образів;
- тенденцій розвитку теорії сигналів та застосування методів дослідження сигналів в спеціальності

#### **уміння:**

- обґрунтовано обирати необхідні методи дослідження та обробки сигналів – спираючись на постійний розумовий контроль або на рівні навички;
- оцінювати можливості адаптації відомих методів теорії сигналів до конкретних задач практичної діяльності – спираючись на постійний розумовий контроль без допомоги матеріальних носіїв інформації, або спираючись на матеріальні носії інформації;
- обирати частоту дискретизації сигналу на основі теореми Котельникова-Шеннона – на рівні навички;
- знаходити вихідний сигнал лінійної стаціонарної дискретної системи з використанням різницевого рівняння, імпульсної характеристики – на рівні навички;
- виконувати спектральний, спектрально-часовий, кореляційний та вейвлет-аналіз сигналів – на рівні навички;
- обґрунтовано обирати тип та проектувати програмні фільтри різних типів – спираючись на постійний розумовий контроль або на матеріальні носії інформації.

#### **досвід вірного виконання:**

- реєстрації, зчитування та візуалізації сигналів з допомогою комп'ютерної техніки;
- розрахунку реакції лінійної стаціонарної дискретної системи з використанням різницевого рівняння та імпульсної характеристики;
- спектрального та спектрально-часового аналізу сигналів різної природи;
- вейвлет-аналізу та кореляційного аналізу сигналів різної природи;
- фільтрації сигналів різної природи з допомогою програмних цифрових фільтрів різних типів.

Ця дисципліна формує такі компетентності:

Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК 1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК 7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	
ФК1	Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.
ФК3	Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.
ФК4	Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.
ФК6	Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.
ФК8	Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.
ФК13	Здатність ефективно вибирати належні напрями і відповідні методи для розв'язування задач моделювання, проектування та конструювання в області мікроелектронних інформаційних систем.

*В результаті успішного вивчення дисципліни студенти досягнуть таких програмних результатів навчання:*

ПРН1	Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.
ПРН2	Застосовувати знання і розуміння математичних методів для розв'язання теоретичних і прикладних задач мікро- та наносистемної техніки.
ПРН4	Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.
ПРН5	Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

ПРН14	Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.
ПРН17	Використовувати інформаційні технології і системи автоматизованого проектування для розроблення і розв'язання задач проектування аналогових і цифрових мікро- і наносхем біомедичної електроніки і біонаносистем.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Вивчення дисципліни базується на компетентностях, отриманих в результаті вивчення дисципліни "Чисельні методи та програмування". Знання, уміння та навички, отримані в результаті вивчення дисципліни, будуть використані під час вивчення дисципліни "Схемотехніка".

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з таких розділів:

Розділ 1. Сигнали та системи перетворення сигналів.

Розділ 2. Аналіз сигналів.

Перелік тем навчальної дисципліни:

1. Вступ до теорії сигналів.
2. Види та параметри сигналів.
3. Дискретні системи та їх опис.
4. Розклад сигналів в гільбертових просторах.
5. Спектральний аналіз за Фур'є.
6. Перетворення Уолша-Адамара, Хаара, неперервне вейвлет-перетворення.
7. Фільтрація дискретних сигналів.
8. Аналіз випадкових сигналів.
9. Нелінійний та мультиваріативний аналіз сигналів.
10. Основи моделювання сигналів.
11. Основи аналізу двовимірних сигналів.
12. Інтелектуальний аналіз даних та основи машинного навчання.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Теорія сигналів: Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов, А.С. Порєва, К.О. Іванько. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 54 с.

2. Теорія сигналів: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою "Електронні мікро- і наносистеми та технології" спеціальності 153 "Мікро та наносистемна техніка" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов, А.С. Порєва, К.О. Іванько, І.П. Голубєва, Є.С. Карплюк. – Електронні текстові дані (1 файл: 1909 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 65 с.

3. *Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 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.*

*Література може бути знайдена в бібліотеці та мережі інтернет.*

## ● Навчальний контент

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни**

*Розділ 1. Сигнали та системи перетворення сигналів.*

*Тема: Вступ до теорії сигналів.*

*Перелік основних питань: Мета і задачі дослідження сигналів. Основні визначення. Зміст курсу, організаційні питання.*

*Тема: Види та параметри сигналів.*

*Перелік основних питань: Класифікація сигналів. Види та характеристики біомедичних сигналів, приклади застосування аналізу біосигналів. Основні етапи та характеристики аналого-цифрового перетворення. Цифрові сигнали та послідовності.*

*Тема: Дискретні системи та їх опис-1.*

*Перелік основних питань: Лінійні стаціонарні дискретні системи та їх характеристики. Імпульсна характеристика дискретних систем.*

*Тема: Дискретні системи та їх опис-2.*

*Перелік основних питань: Різницеві рівняння. z-перетворення. Характеристична функція, її зв'язок з різницевим рівнянням. Комплексна частотна характеристика.*

*Розділ 2. Аналіз сигналів.*

*Тема: Розклад сигналів в гільбертових просторах.*

*Перелік основних питань: Основні поняття розкладу сигналів в евклідових просторах. Поняття базису, розкладу, норми, метрики. Рівність Парсеваля. Узагальнені ряди Фур'є. Теорема ортогонального проектування.*

*Тема: Спектральний аналіз за Фур'є-1.*

*Перелік основних питань: Гармонічний аналіз неперервних періодичних та неперіодичних сигналів. Розподіл потужності в спектрі за Фур'є.*

*Тема: Спектральний аналіз за Фур'є-2.*

*Перелік основних питань: Аналіз за Фур'є дискретних скінченних та нескінченних сигналів. Зв'язок між спектрами неперервного та дискретного сигналу. Періодичність спектру дискретного сигналу.*

*Тема: Спектральний аналіз за Фур'є-3.*

*Перелік основних питань: Накладення спектрів. Теорема дискретизації. Розтікання спектру. Ефект Гіббса. Перетворення з вікном. Спектрограма.*

*Тема: Спектральний аналіз за Фур'є-4.*

*Перелік основних питань: Перетворення Уолша-Адамара. Перетворення Хаара. Неперервне вейвлет-перетворення.*

*Тема: Фільтрація дискретних сигналів-1.*

*Перелік основних питань: Поняття про частотно-залежну обробку сигналів. Типи фільтрів. Апроксимація фільтрів.*

*Тема: Фільтрація дискретних сигналів-2.*

*Перелік основних питань: Цифрові фільтри. Основні методи проектування цифрових фільтрів. Структури цифрових фільтрів.*

*Тема: Аналіз випадкових сигналів – 1.*

*Перелік основних питань: Поняття про випадкові сигнали та їх характеристики.*

*Тема: Аналіз випадкових сигналів – 2.*

*Перелік основних питань: Спектральний аналіз дискретних стаціонарних ергодичних випадкових сигналів.*

*Тема: Нелінійний та мультиваріативний аналіз сигналів.*

*Перелік основних питань: Основні методи лінійного та нелінійного аналізу сигналів. Когерентність, ентропійний аналіз, аналіз рекурентності.*

*Тема: Основи моделювання сигналів.*

*Перелік основних питань: Основні методи регресійного моделювання сигналів. AR-, MA-, ARMA-моделі.*

*Тема: Основи аналізу двовимірних сигналів.*

*Перелік основних питань: Поняття двовимірного сигналу. Основні підходи до обробки та аналізу зображень. Спектральний та вейвлет-аналіз зображень.*

*Тема: Інтелектуальний аналіз даних та основи машинного навчання.*

*Перелік основних питань: Основні поняття та методи машинного навчання. Методи інженерії ознак.*

*Тема: Огляд застосувань методів аналізу сигналів в спеціальності.*

*Перелік основних питань: Застосування методів аналізу біомедичних сигналів та сигналів технічних систем. Сучасні тенденції аналізу сигналів та зображень.*

### *Практичні заняття*

- 1. Розрахунок вихідних сигналів дискретних систем*
- 2. Спектральний аналіз та спектрально-часовий аналіз сигналів*
- 3. Фільтрація дискретних сигналів*

### *Лабораторні роботи*

- 1. Основи програмування в системі Пайтон (виконується в дистанційному режимі з онлайн-консультаціями викладача)*
- 2. Візуалізація сигналів з зовнішніх пристроїв*
- 3. Моделювання лінійних дискретних систем в часовій та частотній області*
- 4. Спектральний аналіз сигналів за Фур'є*
- 5. Спектрально-часовий аналіз сигналів за Фур'є*
- 6. Фільтрація сигналів*



7. Кореляційний аналіз сигналів (додаткова)

8. Вейвлет-аналіз сигналів (додаткова)

Модульна контрольна робота з розділу 1

Модульна контрольна робота з розділу 2

Залік

## **6. Самостійна робота**

В дисципліні передбачені такі види самостійної роботи:

- підготовка до аудиторних занять -- протягом семестру,
- виконання РГР -- до другої атестації,
- більш глибоке опанування навчальних матеріалів -- протягом всього періоду вивчення дисципліни.

## **● Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни**

Система вимог до здобувачів вищої освіти:

- *правила відвідування занять: відвідування всіх занять є обов'язковим;*
- *правила призначення заохочувальних балів: за виконання додаткових завдань нараховуються заохочувальні бали. За участь в додаткових освітніх заходах (лекції, семінари, курси, хакатони, та т.і.) з тематики дисципліни нараховуються заохочувальні бали;*
- *політика дедлайнів та перескладань: відповідно до нормативних документів КПІ ім. Ігоря Сікорського;*
- *використання змішаного навчання: лекційний матеріал опанується здобувачами самостійно з використанням відеозаписів лекцій. Здобувачі можуть опанувати матеріал самостійно у власному режимі з виконанням всіх обов'язкових завдань, з використанням наявних онлайн-ресурсів за погодженням з викладачем і перезарахувати результати навчання;*
- *правила отримання оцінок за виконання лабораторних робіт: виконується на заняттях шляхом виконання експрес-контрольної роботи;*
- *політика дедлайнів та перескладань: відповідно до нормативних документів КПІ ім. Ігоря Сікорського;*
- *політика академічної доброчесності: Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає, зокрема: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.*

### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Поточний:

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1	МКР-1	20	20	1	20
2	МКР-2	20	20	1	20
3	Захист лабораторних робіт №1-6	30	5	6	30
4	РГР	30	30	1	30
6	Залік			1	100
	Разом				100

Надання сертифікату курсів вивчення мови Пайтон -- додаткові 10 балів.

Захист додаткових Лабораторних робіт № 7, 8 -- додаткові 5 балів (максимум) за кожну

За участь в додаткових освітніх заходах (лекції, семінари, курси, хакатони, та т.і.) з тематики дисципліни (за попереднім погодженням з викладачем) -- додаткові 5 балів (максимум) за кожний захід.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Обов'язкова умова допуску до семестрового контролю		Критерій
1	Виконання індивідуального завдання	Позитивна оцінка
2	Виконання Лабораторної роботи №1	Позитивна оцінка

Вимоги до здачі лабораторних:

Л/р №1 -- перший тиждень жовтня,

Л/р №2-3 -- відповідно до розкладу, до першої атестації,

Л/р №4-6 -- відповідно до розкладу, до другої атестації,

Л/р №7-8 (за бажанням, на додаткові бали) -- відповідно до розкладу, до кінця семестру.

Здача індивідуального завдання:

ч. 1, 2 -- відповідно до розкладу, до другої атестації.

Атестацію отримують ті студенти, які на час атестації (останній термін визначається викладачем) мають мінімум 50% від максимально можливої кількості балів. Максимально можлива кількість балів, яку треба набрати для атестації, оголошується викладачем.

Для другої атестації треба здати РГР.



Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль: відповідно до тематик лекційних занять*
- *зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою: сертифікат спеціалізації *Digital Signal Processing Specialization* <https://www.coursera.org/specializations/digital-signal-processing> зараховується з відповідним перерахунком балів за університетською шкалою. Інші сертифікати можуть бути зараховані за умови відповідності змісту навчального матеріалу за попереднім погодженням з викладачем.*

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доцент каф. ЕІ, к.т.н., доцент, Попов Антон Олександрович

Ухвалено кафедрою ІЕ (протокол № 31, від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)