



# ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування<sup>1</sup></i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>2 контрольні роботи</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.ф.-м.н, Заворотний Віктор Федорович, vizav@ukr.net<sup>2</sup> Практичні / Семінарські:<sup>3</sup> к.ф.-м.н, Заворотний Віктор Федорович, vizav@ukr.net<sup>4</sup> Лабораторні:<sup>5</sup></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NTgxMjEyMTAzNDU5">https://classroom.google.com/c/NTgxMjEyMTAzNDU5</a> (Google classroom)</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Цифрова обробка сигналів набуває все більш широкого застосування в інформаційних технологіях, промисловості, побуті, військовій справі. Знання методів цифрової обробки сигналів та систем реалізації цих методів є необхідною складовою освіти сучасного спеціаліста електроніки.*

<sup>1</sup> В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

<sup>2</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

<sup>3</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

<sup>4</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

<sup>5</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей до практичного використання сучасних знань про особливості і характеристики цифрових сигналів, методів обробки сигналів цифровими системами, основних компонентах систем обробки та їх функціях, принципах організації та функціонування систем цифрової обробки сигналів при вирішенні науково-технічних задач, самостійно розробляти інформаційні системи, компоненти систем цифрової обробки сигналів, а також електронні пристрої на їх основі.*

*Предметом навчальної дисципліни є методи цифрової обробки сигналів, компоненти для систем, а також основні питання їх використання в різних галузях техніки, системах збору та передачі даних.*

*Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:*

*знання:*

*основних характеристик цифрових сигналів, методів перетворення сигналів, методів спектрального та кореляційного аналізу, основних компонентів систем обробки цифрових сигналів;*

*уміння:*

*визначити спектральні складові сигналів, проводити кореляційний аналіз сигналів, аналізувати технічні вимоги та вибрати оптимальний склад компонентів систем та методів цифрової обробки сигналів.*

*досвід:*

*практичного використання цифрових методів спектрального та кореляційного аналізу, самостійного аналізу та розробки компонентів систем та пристроїв цифрової обробки сигналів.*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Міждисциплінарні зв'язки: курс забезпечується навчальними дисциплінами, «Теорія сигналів», «Теорія електронних кіл», «Обчислювальна математика», «Моделювання та конструювання в електроніці», «Електронні системи», «Інформатика».*

*Знання отримані при вивченні дисципліни «Цифрова обробка сигналів» можуть використовуватись при підготовці дипломних проектів та робіт, а також у курсовому проектуванні.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Перелік розділів і тем дисципліни.*

- 1. Загальні характеристики систем цифрової обробки сигналів*
  - 1.1. Загальні відомості та поняття цифрової обробки сигналів, предмет і завдання*
  - 1.2. Загальна структура цифрової обробки аналогових сигналів*
  - 1.3. Математичне подання сигналу*
- 2. Спектри цифрових сигналів*
  - 2.1. Гармонійний аналіз періодичних сигналів*
  - 2.2. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів*
  - 2.3. Спектри імпульсних сигналів*
  - 2.4. Дискретизовані сигнали*
  - 2.5. Кореляційний аналіз детермінованих сигналів*
- 3. Цифрова фільтрація сигналів*
  - 3.1. Загальні поняття та види систем обробки сигналів*
  - 3.2. Цифрові фільтри*
  - 3.3. Структурні схеми цифрових фільтрів*

- 3.4. Аналіз та синтез лінійних дискретних систем
- 3.5. Частотні характеристики фільтрів
- 4. Проектування цифрових фільтрів
  - 4.1. Области застосування нерекурсивних та рекурсивних фільтрів
  - 4.2. Проектування фільтрів зі скінченною імпульсною характеристикою (сіх-фільтрів)
  - 4.3. Проектування фільтрів із нескінченною імпульсною характеристикою (ніх-фільтрів)
  - 4.4. Проектування фільтрів за допомогою пакета *filter design & analysis tool*
  - 4.5. Моделювання фільтрів в програмі *Simulink*

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Рекомендована література

###### Базова

1. *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. ISBN: 978-966-423-639-0.*
2. *Lizhe Tan. Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications 3rd Edition. - Academic Press; 3rd edition, 2018. - 920 p. ISBN-13: 978-0128150719*
3. *S.M.Alessio. Digital Signal Processing and Spectral Analysis for Scientists. Concepts and Applications. – Springer Cham., 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25468-5>, ISBN: 978-3-319-25466-1.*
4. *Cem Ünsalan, M. Erkin Yücel, H. Deniz Gürhan. Digital Signal Processing using Arm Cortex-M based Microcontrollers: Theory and Practice. – ARM Education Media, 2018.- 334 p. ISBN: 978-1-911531-15-9.*

###### Додаткова

1. *Kenneth Steiglitz. A Digital Signal Processing Primer: with Applications to Digital Audio and Computer Music. – Dover Publications, 2020. – 320 p. ISBN: 978-0486845838*
2. *Allen Downey. Think DSP: Digital Signal Processing in Python 1st Edition. – O'Reilly Media, 2016. -. 165 p. ISBN-13 : 978-1491938454*
3. *Hwei Hsu. Schaum's Outline of Signals and Systems, 4th Edition. - McGraw Hill, 2019 -528 p. ISBN-13: 978-1260454246ю*
4. *М.О. Рибальченко. — Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.*

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Розділ 1. Загальні характеристики систем цифрової обробки сигналів

- Лекція 1. Загальні відомості та поняття цифрової обробки сигналів, предмет і завдання
- Лекція 2. Загальна структура цифрової обробки аналогових сигналів
- Лекція 3. Математичне подання сигналу

##### Розділ 2. Спектри цифрових сигналів

- Лекція 1. Гармонійний аналіз періодичних сигналів
- Лекція 2. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів
- Лекція 3. Спектри імпульсних сигналів
- Лекція 4. Дискретизовані сигнали
- Лекція 5. Кореляційний аналіз детермінованих сигналів

##### Розділ 3. Цифрова фільтрація сигналів

Лекція 1. Загальні поняття та види систем обробки сигналів

Лекція 2. Цифрові фільтри

Лекція 3. Структурні схеми цифрових фільтрів

Лекція 4. Аналіз та синтез лінійних дискретних систем

Лекція 5. Частотні характеристики фільтрів

Розділ 4. Проектування цифрових фільтрів

Лекція 1. Области застосування нерекурсивних та рекурсивних фільтрів

Лекція 2. Проектування фільтрів зі скінченною імпульсною характеристикою (сіх-фільтрів)

Лекція 3. Проектування фільтрів із нескінченною імпульсною характеристикою (ніх-фільтрів)

Лекція 4. Проектування фільтрів за допомогою пакета *filter design & analysis tool*

Лекція 5. Моделювання фільтрів в програмі *Simulink*

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Передбачено в якості індивідуальних завдань домашня робота за тематикою кредитного модуля: підготовка реферату та проведення доповіді на одну з тем в рамках курсу (за вибором студента). Підготовка реферату можлива за темою, запропонованою студентом (в рамках тематики курсу).

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- Рейтингові бали нараховуються згідно системи рейтингових (вагових) балів.
- Відвідування лекцій та практичних занять реєструє викладач по відповідним журналам.
- Бали за конспектування лекцій нараховуються по числу законспектованих лекцій.
- Виконання практичної роботи полягає у тому, щоб виконати поставлені в роботі завдання. Максимальний бал отримує той, хто реалізує завдання в заданий строк найбільш раціональним способом.
- Захист практичної роботи передбачає відповідь студента на 4-5 запитань по темі роботи. Кожне питання має свій ваговий коефіцієнт складності.
- Модульна контрольна робота проводиться протягом 0.5 академічних годин.
- Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки (A, B, C, D, E) кількість балів мають можливості:
  - не складати екзамен, а отримати оцінку „автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;
  - складати екзамен з метою підвищення оцінки.
- У разі отримання на екзамені оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.
- Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно” (FX), зобов'язані складати екзамен.
- Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені (F) до екзамену з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до початку екзаменаційної сесії до рівня не менше 60%.
- Оцінка на екзамені визначається за сумою набраних на екзамені рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

- Умови позитивної першої атестації: студент повинен набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру при успішному написанні першої контрольної роботи.
- Умови позитивної другої атестації: студент повинен набрати не менше 40% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру при успішному написанні другої контрольної роботи, та успішне виконання і захист реферату.

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

Поточний контроль: *експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест*

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

Семестровий контроль: *залік*

Умови допуску до семестрового контролю: *семестровий рейтинг більше 60 балів.*

### 1. Система рейтингової оцінки по видам занять:

№ з/п	Компоненти, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість завдань	Максимальний бал за 1 завдання	Кількість балів на "відмінно"
1.	Лекції: експрес-опитування (тест)	5	4	20
2.	Модульна контрольна робота (МКР)	2	10	20
3.	Домашня контрольна робота (реферат)	1	24	24
4.	Практичні роботи	6-9	4-6	36
<i>Усього за семестр:</i>				100
*	Дострокове виконання завдання	8	+1+2	10
*	Несвоєчасне виконання завдання	-8	-1-2	-10

*\*бонусні бали (не більше 10% семестрового рейтингу)*

### 2. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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)

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

Складено доцентом, к.ф.-м.н. Заворотний Віктором Федоровичем

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол №22 від 23.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>6</sup> (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)

<sup>6</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.