

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**  
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук  
Кафедра комп'ютерної систем та мереж

**СИЛАБУС**  
**навчальної дисципліни**

**«Цифрова обробка сигналів»**  
**(вибіркова)**

**Освітньо-професійна програма** «Інформаційні системи та технології»

**Спеціальність** 126 Інформаційні системи та технології

**Галузь знань** 12 Інформаційні технології

**Рівень вищої освіти** перший бакалаврський

**Мова навчання** українська

Розробники: Мельничук Степан Васильович, професор кафедри КСМ, доктор фіз.-мат. наук; Іванущак Наталія Михайлівна, асистент кафедри КСМ, кандидат тех. наук.

**Профайл викладача (-ів)**

<https://csn.chnu.edu.ua/>, <https://csn.chnu.edu.ua/employees/melnychuk-stepan-vasylowych>

**Контактний тел.** +(38) 067 372 0162, +(38) 095 494 59 29 – Мельничук С.В.  
+(38) 0372 50 94 32 (кафедра КСМ) – Мельничук С.В.

**E-mail:** [s.melnychuk@chnu.edu.ua](mailto:s.melnychuk@chnu.edu.ua),

**Сторінка курсу в Moodle** <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1270>

**Консультації** *on-line: понеділок з 14.00 до 15.00*  
*очні консультації: четвер з 14.00 до 15.00*

## **1. Анотація дисципліни**

Сучасні тенденції в розвитку телекомунікацій і комп'ютерних мереж в значній мірі обумовлені розвитком технологій цифрової обробки інформації та комп'ютерного моделювання. Однак матеріал в сучасних підручниках з вказаної тематики в основному орієнтований на спеціальності електронного профілю. Тому запропонована вибіркова компонента у вигляді курсу «Цифрова обробка сигналів» призначена в першу чергу для надання студентам додаткових ґрунтовних знань і достатніх компетентностей для фахового підходу і глибокого розуміння матеріалу, що викладається надалі в курсах «Комп'ютерні мережі» та «Мережні інформаційні технології». По-друге, перевагою даного курсу є можливість об'єднати як фундаментальні аспекти сучасної теорії аналогової і цифрової обробки та передавання сигналів, так і ознайомити студентів – бакалаврів з великим набором програмних засобів і застосунків пакету MatLab для практичного дослідження вказаних питань. У подальшому це є вагомим підґрунтям і значно розширює їхні можливості та компетентності з оволодіння сучасними технологіями комп'ютерного моделювання у сфері наукових досліджень в магістратурі та на рівні доктора філософії.

## **2. Мета навчальної дисципліни:**

Надати студентам знань достатніх для набуття компетентностей з розуміння принципів і методів створення, аналізу, передачі та обробки цифрових сигналів, та оволодіння технологіями їх моделювання в поширених сучасних програмних середовищах і використання в галузі інформаційних технологій.

### **Завдання**

- обґрунтувати і показати що методологія цифрової обробки сигналів є логічною ланкою, яка пов'язує між собою фундаментальні закони фізики, що описують інформаційні сигнали використовуючи математичний апарат, теорію інформації та кодування та технології комп'ютерних мереж;
- сформулювати у студентів чіткі уявлення про фундаментальні основи і положення теорії цифрової обробки детермінованих та випадкових сигналів, та забезпечити підґрунтя для освоєння ними аналітичних і числових методів аналізу цифрових сигналів;
- познайомити студентів із базовими методами цифрової обробки сигналів, сприяти набуттю ними компетенцій з широкого застосування методів аналізу лінійних аналогових та дискретних систем, описання випадкових сигналів, шумів, цифрових фільтрів тощо, використовуючи поширені пакети прикладного програмування і комп'ютерного моделювання, зокрема застосунки пакету MatLab.

**3. Пререквізити.** Для засвоєння і розуміння курсу студенти повинні мати загальні та фахові знання з вищої математики, фізики, теорії ймовірності, теорії електричних кіл, комп'ютерної електроніки, знати архітектуру комп'ютерів, володіти методами алгоритмічного та об'єктно-орієнтованого програмування.

#### **4. Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

##### **Знати:**

- основні методи перетворення аналогових сигналів в цифрові;
- зміст і суть цифрової обробки детермінованих та випадкових сигналів;
- сучасні програмні засоби цифрової обробки сигналів;
- особливості та методи опису лінійних систем у часовому та частотному представленнях;

- принципи побудови та застосування цифрових фільтрів;

##### **Вміти:**

- описувати аналогові сигнали, різні типи їх модуляції та демодуляції;
- застосовувати методи дискретизації та відновлення сигналів;
- проводити аналіз частотних і часових характеристик цифрових фільтрів;
- використовувати стандартні бібліотечні програми для візуалізації результатів розрахунків;
- застосовувати методи фільтрації за допомогою аналогових та цифрових фільтрів.

##### **Набути компетентностей:**

###### КЗ - загальних

КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.

КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

###### КС- спеціальних (фахових)

КС 2. Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.

КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмноапаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.

КС 4. Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).

КС 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.

###### ПРН - програмні результати навчання

ПРН 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

ПРН 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

| Назва навчальної дисципліни <i>Цифрова обробка сигналів</i> |                |         |           |       |                   |                 |           |             |             |                   |                        |                           |
|---|----------------|---------|-----------|-------|-------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| Форма навчання  | Рік підготовки | Семестр | Кількість |       |                   | Кількість годин |           |             |             |                   |                        | Вид підсумкового контролю |
|   |                |         | кредитів  | годин | Змістових модулів | лекції          | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | Індивідуальні завдання |                           |
| Денна   | 2              | 3       | 3         | 90    | 2                 | 30              | -         | -           | 15          | 45                | -                      | Залік                     |

### 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин |              |   |     |      |      |   |              |              |     |     |      |   |  |
|---|-----------------|--------------|---|-----|------|------|---|--------------|--------------|-----|-----|------|---|--|
|   | денна форма     |              |   |     |      |      |   | заочна форма |              |     |     |      |   |  |
|   | усього          | у тому числі |   |     |      |      |   | усього       | у тому числі |     |     |      |   |  |
|   |                 | л            | п | лаб | ін д | с.р. | л |              | п            | лаб | інд | с.р. |   |  |
| 1   | 2               | 3            | 4 | 5   | 6    | 7    | 8 | 9            | 10           | 11  | 12  | 13   |   |  |
| <b>Змістовий модуль 1. Загальні характеристики аналогових та цифрових сигналів</b>  |                 |              |   |     |      |      |   |              |              |     |     |      |   |  |
| <b>Тема 1.</b> Загальні відомості про ЦОС. Математичні моделі сигналів. Гармонійні сигнали. Система МАТЛАБ та її можливості | 12              | 4            | - | 4   | -    | 4    | - | -            | -            | -   | -   | -    | - |  |

|  |           |           |          |           |          |           |          |          |          |          |          |          |
|--|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Тема 2.</b> Дискретні сигнали.<br>Зперетворення і перетворення Фур'є.<br>Теорема Котельникова | 10        | 4         | -        | 2         | -        | 4         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 3.</b> Спектральні характеристики дискретних сигналів                                    | 13        | 4         | -        | 3         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 4.</b> Лінійні системи   | 12        | 4         | -        | 2         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Разом за ЗМ1</b>  | 47        | 16        | -        | 11        | -        | 20        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Змістовний модуль 2. Випадкові сигнали та цифрові фільтри</b>                                 |           |           |          |           |          |           |          |          |          |          |          |          |
| <b>Тема 5</b> Модульовані коливання  | 10        | 4         | -        | -         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 6.</b> Випадкові сигнали та їх характеристики  | 12        | 4         | -        | 2         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 7.</b> Випадкові сигнали в лінійних системах   | 7         | 2         | -        | 1         | -        | 4         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Тема 8.</b> Аналогові та цифрові фільтри  | 14        | 4         | -        | 1         | -        | 9         | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Разом за ЗМ2</b>  | 43        | 14        | -        | 4         | -        | 25        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Усього годин</b>  | <b>90</b> | <b>30</b> | <b>-</b> | <b>15</b> | <b>-</b> | <b>45</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |

### 5.3. Теми лабораторних занять

| №  | Назва теми                                   |
|----|--|
| 1. | Основи роботи в системі МАТЛАБ               |
| 2. | Дослідження характеристик сигналів           |
| 3. | Дискретні сигнали                            |
| 4. | Спектри амплітуд і фаз сигналів              |
| 5. | Лінійні системи в часовому представленні     |
| 6. | Лінійні системи в z-представленні            |
| 7. | Визначення характеристик випадкових сигналів |
| 8. | Синтез аналогових фільтрів                   |
| 9  | Цифрова фільтрація                           |
| 10 | Цифрові фільтри в системі МАТЛАБ             |

#### 5.4. Самостійна робота

Тематика самостійної роботи відповідає тематиці і контенту аудиторних занять в таблиці 5.2.

#### 6. Форми і методи навчання

**Форми навчання** – лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної техніки, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

**Методи:** виклад матеріалу на лекції з постановкою науково-дослідницької проблеми, пошукові лабораторні практикуми, презентації, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчальнопізнавальної діяльності студентів.

**Підходи до навчання:** використовуються студентоцентрований, проблемноорієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

**Реалізація навчального процесу** здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної позааудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами, комп'ютерного забезпечення.

Для **формувань умінь та навичок** застосовуються такі **методи навчання:**

- вербальні/словесні (*лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж*);
- наочні (*спостереження, ілюстрація, демонстрація*);
- практичні (*проведення комп'ютерного імітаційного експерименту, практики*);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний (*виконання лабораторних завдань за зразком*);
- метод проблемного викладу матеріалу на лекційних заняттях.

#### **Технічне й програмне забезпечення/обладнання.**

Комп'ютери в комп'ютерних класах №№ 302, 307, 313, 317, 322, 325, 8-го корпусу ЧНУ, кафедри КСМ з наступною орієнтовною конфігурацією: -Motherboard Asus Prime H310M-A R2.0

- CPU Intel Pentium Gold G5400 (BX80684G5400) s1151 BOX
- SSD Apacer AS350 Panther 240GB 2.5" SATAIII TLC (AP240GAS350-1)
- Memory HyperX DDR4-2400 8192MB PC4-19200 Fury Black (HX424C15FB2/8)
- Case GameMax ET-207 400 Вт
- Keyboard Defender Element HB-520 PS/2 Black (45520)
- Mouse 2E MF107 USB Black (2E-MF107UB)
- Monitor 21.5" Philips.

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL AcdmcNon-specificNoLevel (Word, Excel, PowerPoint, Access), а також демоверсії пакету MatLab 2007R/2011R.

## 7. Система контролю та оцінювання

### 7.1. Розподіл максимально можливої кількості балів, які отримують студенти за виконання всіх видів навчальної діяльності

#### Лабораторні роботи

Кожна виконана, оформлена і здана лабораторна робота оцінюється в 5 балів, що дозволяє набрати 50 балів. **Змістовий модуль 1.** Теми 1-4.

По матеріалах лекцій проводиться тестове опитування, яке містить 25 питань, що дозволяє набрати 25 балів (правильна відповідь – 1 бал).

**Змістовний модуль 2.** Теми 5-8.

По матеріалах тем 5-8 проводиться тестове опитування, яке містить 50 питань, що дозволяє набрати 25 балів (правильна відповідь – 0,5 бали).

Підсумкова оцінка в залежності від умов навчання (пандемія, військовий стан тощо) може поводитись в двох варіантах:

**Варіант 1: Оцінка ведеться тільки в тестовому режимі.**

На тестах по двох модулях студент може набрати 50 балів. В сумі за виконання 10 лабораторних робіт і двох тестів студент може набрати 100 балів. **Варіант 2: Оцінка ведеться шляхом проведення усного іспиту (заліку).** У випадку усного іспиту(заліку) лабораторна робота оцінюється в 6 балів, що в сумі складає 60 балів.

На іспит(залік) залишається 40 балів. Сумарна оцінка на іспиті (заліку) визначається за національною шкалою та шкалою ЄКТС. В екзаменаційних білетах присутні 2 теоретичні запитання і запитання по одній із виконаних студентом робіт.

### 7.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 80 – 89                                      | <b>B</b>    | добре  |   |
| 70 – 79                                      | <b>C</b>    |  |   |
| 60 – 69                                      | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 50 – 59                                      | <b>E</b>    |  |   |
| 35 – 49                                      | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0 – 34                                       | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

### **7.3. Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання результатів навчання студента є: результати виконання лабораторних робіт, а також результати тестування матеріалу першого та другого модулів.

### **7.4. Форми поточного та підсумкового контролю**

Формами поточного контролю рівня знань є усний коментар про виконані лабораторні роботи та виконання тестового контролю.

### **7.5. Політика дисципліни**

1. До заліку допускаються студенти, які виконали та здали звіти про виконання всіх 10 лабораторних робіт.
2. В білетах підсумкового контролю включаються 2 теоретичних запитання і одна із лабораторних робіт, виконання якої студент повинен прокоментувати та продемонструвати.
3. В процесі виконання лабораторних робіт студенти повинні дотримуватись правил доброчесності. Це означає самостійне виконання робіт, не допустимим є також плагіат.

## **8. Рекомендована література**

### **Фахова (основна)**

1. John G. Proakis Dimitris G. Manolakis Digital Signal Processing Principles and Applications
2. James L. Massey/ Applied Digital Information Theory/ Lecture Notes-ETH Zurich,1998,153.
3. Згуровський М.З. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій; [навч. посіб] Згуровський М.З., І.І. Коваленко, В.М. Михайленко.-К.; Вид-во Європ., ун-ту, 2002.265с.
4. В.І. Дубровін, Ю.В. Твердохліб, В.В. Харченко Комп'ютерні методи інтелектуальної обробки даних: навчальний посібник – Запоріжжя : ЗНТУ, 2013. – 105 с.
5. Г.І. Воробець, С.В. Мельничук Цифрова обробка сигналів. Частина 1: навчальний посібник – Чернівці, Рута - 2021.
6. Г.І. Воробець, С.В. Мельничук Цифрова обробка сигналів. Частина 2: навчальний посібник – Чернівці, Рута - 2023.
7. Paulo S. R. Diniz Eduardo A. B. da Silv and Sergio L. Netto Digital Signal Processing. System Analysis and Design. Second Edition8. Samuel D. Stearns Digital Signal Processing with Examples in Matlab.

### **Допоміжна**

1. А.Й. Наконечний, Р.А. Наконечний, В.А. Павлиш Цифрова обробка сигналів, Вво львівської політехніки, Львів,2010,308с.
2. R.C. Gonzalez, E.R. Woods, “Digital Image Processing” Second Edition Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey 07458, P. 797, 2017.



3. Колонов С.О. Цифрова обробка інформації. Методичний посібник до лабораторного практикуму. Київ Радіофізичний факультет КНУ ім.Тараса Шевченка, 2008.-56с.
4. К.-S. Huang, "Optical computing advances logically for image processing", Circuits and Devices Magazine IEEE, vol. 9, no. 3, pp. 27-36, 1993.
5. М. Guizani, "A new graduate course on optical computing", Education IEEE Transactions on, vol. 41, no. 4, pp. 257-262, 1998.
6. Kenneth R "Trust in digital information", Journal of American Society for Information Science and Technology, Vol.59, Issue 3 ,pp.363-374,2008

### **9. Інформаційні ресурси**

1. Кветний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислення. Частина 2. Цифрова обробка сигналів / Богач О.Р., Софіна О.Ю., Шушура О.М. [Електронний ресурс] URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj\\_komp%27yuterne\\_modelyuvannya\\_system\\_procesiv/t2/1..htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp%27yuterne_modelyuvannya_system_procesiv/t2/1..htm)
2. Signal Processing [Електроннийресурс]  
URL: <https://es.mathworks.com/products/signal.html>ocessing Toolbox
3. Digital Signal Processing [Електроннийресурс]  
URL: <https://es.mathworks.com/solutions/dsp.html>