

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук**

(назва інституту/факультету)

**Кафедра комп'ютерних систем та мереж**

(назва кафедри)

## **СИЛАБУС**

**Навчальної дисципліни**

### ***Методи цифрової обробки сигналів***

(вказіть назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

#### **вибіркова**

(обов'язкова чи вибіркова)

**Освітньо-професійна програма – “Комп'ютерна інженерія”**

**Спеціальність – 123 – Комп'ютерна інженерія**

(шифр і назва спеціальності)

**Галузь знань – 12 – Інформаційні технології**

(шифр і назва галузі знань)

**Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

**Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук**

(назва факультету / інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання – українська**

(мова, на якій читається дисципліна)

**Кількість кредитів: 4**

**Форми навчальної діяльності:** лекції, лабораторні роботи, самостійна робота

**Форма підсумкового контролю:** іспит

**Розробники:**

Мельничук Степан Васильович, професор кафедри КСМ, доктор фіз.-мат. наук;

Іванущак Наталія Михайлівна, асистент кафедри КСМ, кандидат технічних наук;

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

**Профайл викладача (-ів)** <https://csn.chnu.edu.ua/>,  
<https://csn.chnu.edu.ua/employees/melnychuk-stepan-vasylovych>

**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. Такі методології частково розглядаються в курсах обов'язкової компоненти спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія. Зокрема це стосується «Теорії інформації та кодування», «Комп'ютерної електроніки», «Алгоритмів та методів обчислень», тощо. Однак матеріал в сучасних підручниках з вказаної тематики в основному орієнтований на спеціальності електронного профілю. Тому запропоновані вибіркові компоненти у вигляді курсів «Методи цифрової обробки сигналів» та «Системи передачі даних» призначені в першу чергу для надання студентам-системотехнікам 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 комп'ютерної інженерії, 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.

### **1.1. 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.

### **1.2. 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.

**1.3. 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.

## **2. Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **2.1. 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;

### **2.2. 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.

### **2.3. Набути компетентностей:**

#### ЗК - загальних

- ЗК3. Здатність застосовувати набуті знання для розв'язування практичних задач.
- ЗК6. Здатність удосконалювати свої знання на основі набутого досвіду.
- ЗК7. Вміння виділити в практичній проблемі алгоритм її розв'язку.
- ЗК8. Здатність працювати в команді та генерувати нові ідеї.

#### ФК - фахових

- ФК4. Здатність використовувати основні методи математичного опису сигналів та лінійних аналогових та цифрових систем.
- ФК5. Здатність використовувати властивості і характеристики лінійних аналогових і цифрових систем
- ФК7. Здатність розуміти загальні принципи апаратної реалізації цифрової обробки сигналів.

#### ПРН - програмовані результати навчання за загальними та загально-професійними фаховими компетентностями

- ПРН1. Знати і застосовувати набуті знання про методи аналізу та моделювання цифрових сигналів у прикладних сферах.
- ПРН2. Мати навички проведення розрахунків за власними програмами із використанням стандартних програм спеціалізованих бібліотек.
- ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу цифрових фільтрів.
- ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.
- ПРН16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано їх захищати.
- ПРН20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>Методи цифрової обробки 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	3	5	4	120	2	30	-	-	15	75	-	Іспит
Заочна	3	5	4	120	2	8	-	-	4	108	-	Іспит

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 0,6 (30+15)/75);  
для заочної форми навчання – 0,11 (8+4)/108).

#### 3.2. 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	інд	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	20	4	-	4	-	9	20	1	-	1	-	18		
<b>Тема 2.</b> Дискретні сигнали. Z-перетворення і перетворення Фур'є. Теорема Котельникова	12	4	-	2	-	8	12	1	-	1	-	10		
<b>Тема 3.</b> Спектральні характеристики дискретних сигналів	14	4	-	3	-	8	14	1	-	-	-	13		
<b>Тема 4.</b> Лінійні системи	14	4	-	2	-	8	14	1	-	1	-	12		
<b>Разом за ЗМ1</b>	60	16	-	11	-	33	60	4	-	3	-	53		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовний модуль 2. Випадкові сигнали та цифрові фільтри</b>												
Тема 5 Модульовані коливання	8	4	-	-	-	8	8	1	-	-	-	7
Тема 6. Випадкові сигнали та їх характеристики	24	4	-	2	-	12	24	1	-	1	-	22
Тема 7. Випадкові сигнали в лінійних системах	12	2	-	1	-	10	12	1	-	-	-	11
Тема 8. Аналогові та цифрові фільтри	16	4	-	1	-	12	16	1	-	-	-	115
<b>Разом за ЗМ2</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>42</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>55</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>75</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

### 3.2.1. Темі 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

### 3.2.2. Тематика індивідуальних завдань

В даному курсі виконання індивідуальних завдань не передбачено.\*

\* ІНДЗ – може бути рекомендовано в окремих випадках для студентів, які успішно освоїли основний навчальний матеріал, з метою поглибленого вивчення ними та/чи удосконалення матеріалів певного змістового модуля, або в цілому для навчальної дисципліни за рішенням кафедри чи викладача.

### 3.2.3. Самостійна робота

Тематика самостійної роботи відповідає тематиці і контенту аудиторних занять в таблиці 3.2.

## 3.3. 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 навчально-пізнавальної діяльності студентів.

**Підходи до навчання:** використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, 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.

### **3.4. 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.

## **4. Система контролю та оцінювання**

### **4.1. 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.

**4.2. 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

**4.3. Засоби оцінювання**

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

**4.4. Форми поточного та підсумкового контролю**

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

**4.5. Політика дисципліни**

1. До заліку чи екзамену 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.

## 5. 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 Edition
8. Samuel D. Stearns Digital Signal Processing with Examples in Matlab.

### Допоміжна

1. А.Й. Наконечний, Р.А. Наконечний, В.А. Павлиш Цифрова обробка сигналів, В-во 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. M. 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

## 6. 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>rocessing Toolbox
3. Digital Signal Processing [Електроннийресурс] URL:  
<https://es.mathworks.com/solutions/dsp.html>