

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

(повне найменування закладу вищої освіти)

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

(назва навчально-наукового інституту / факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор навчально-наукового інституту  
фізико-технічних та комп'ютерних наук  
О. В. Ангельський

\_\_\_\_\_ 2022 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни**

ОК11 Сигнали і спектри детермінованих і випадкових процесів

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

**Освітньо-професійна програма** Програмування мобільних і

вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

(назва програми)

**Спеціальність** 123 Комп'ютерна інженерія

(вказати: код, назва)

**Галузь знань** 12 Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

**Рівень вищої освіти** перший (бакалаврський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

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

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

**Мова навчання** українська

Чернівці 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни  
ОК11 Сигнали і спектри детермінованих і випадкових процесів  
(назва навчальної дисципліни)

складена відповідно до освітньо-професійної програми

Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів  
Інтернету речей, 123 Комп'ютерна інженерія,  
(назва освітньо-професійної програми, код та назва спеціальності)

12 Інформаційні технології, 30 червня 2022 р.  
(галузь знань: шифр та назва; дата останнього затвердження)

Розробники: Мельничук Степан Васильович, професор кафедри КСМ,  
доктор фіз.-мат. наук, професор  
Іванущак Наталія Михайлівна, асистент кафедри КСМ,  
кандидат технічних наук  
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та мереж

Протокол № 1 від "29" серпня 2022 року

Завідувач кафедри

  
(підпис)

(Воробець Г.І.)  
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту  
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від "31" серпня 2022 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту  
фізико-технічних та комп'ютерних наук

  
(підпис)

(Струк Я. М.)  
(прізвище та ініціали)

© Чернівецький національний університет, 2022 рік  
© Чернівецький національний університет, 2023 рік

## **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.

## **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 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 перетворення передаточних функцій аналогових фільтрів у передаточні функції 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 і лінійних цифрових систем.

ФК5. Здатність використовувати властивості і характеристики лінійних аналогових і цифрових систем

ФК7. Здатність розуміти загальні принципи апаратної реалізації цифрової обробки сигналів.

ФК16.\*Здатність вирішувати спеціалізовані, проблемно-орієнтовані задачі апаратно-програмними засобами мобільних, вбудованих і розподілених комп'ютерних засобів і систем для реалізації проектів технологій Інтернету речей та кіберфізичних систем.<sup>1</sup>

#### 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.

---

<sup>1</sup> додаткова фахова компетентність для ОП Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу цифрових фільтрів та інших програмно-технічних цифрових пристроїв.

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.

ПРН16.\* Вміти якісно і ефективно приймати рішення при застосуванні засобів Інтернету речей та кіберфізичних систем.<sup>2</sup>

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>OK11 Сигнали і спектри детермінованих і випадкових процесів</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	4	4	120	2	30	-	-	30	60	-	Іспит
Заочна												

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 1,0 (30+15)/60).

#### 3.2. Структура змісту 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	-	12						

<sup>2</sup> додаткові програмні результати навчання для ОП Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

<b>Тема 2.</b> Дискретні сигнали. Дискретне перетворення Фур'є. Теорема Котельникова	12	4	-	4	-	4						
<b>Тема 3.</b> Спектральні характеристики дискретних сигналів	14	4	-	4	-	6						
<b>Тема 4.</b> Лінійні системи	14	4	-	4	-	6						
<b>Разом за 3М1</b>	60	16	-	16	-	28						
<b>Змістовний модуль 2. Цифрові фільтри та випадкові сигнали</b>												
<b>Тема 5</b> Модульовані коливання	12	4	-	4	-	4						
<b>Тема 6.</b> Аналогові та цифрові фільтри	20	4	-	4	-	12						
<b>Тема 7.</b> Випадкові сигнали та їх характеристики	12	2	-	2	-	8						
<b>Тема 8.</b> Випадкові сигнали в лінійних системах	16	4	-	4	-	8						
<b>Разом за 3М2</b>	60	14	-	14	-	42						
<b>Усього годин</b>	120	30	-	30	-	60						

### 3.3. Теми лабораторних занять

№	Назва теми
1.	Вивчення інтерфейсу системи МАТЛАБ і роботи системи в режимі прямих розрахунків.
2.	Операції з векторами та матрицями в МАТЛАБ
3.	Розрахунки в МАТЛАБ та візуалізація результатів
4.	Вивчення засобів програмування в МАТЛАБ: створення script- та function-файлів
5.	Моделювання детермінованих послідовностей дискретних сигналів і розрахунок їхніх характеристик засобами МАТЛАБ
6.	Моделювання лінійних дискретних систем в часовій області та описання їх засобами МАТЛАБ
7.	Моделювання лінійних дискретних систем і описання їх в $Z$ -представлені та частотному просторі
8.	Дискретне перетворення Фур'є
9	Аналогові і цифрові фільтри для обробки сигналів
10	Випадкові дискретні сигнали і їхні характеристики

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access), а також демоверсії пакету MatLab 2007R/2011R.

### 3.4. 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.

### 3.5. Самостійна робота

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

## 4. 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.

#### 4.1. Словесні методи навчання. Навчальна лекція

За допомогою даного методу забезпечується усне викладення матеріалу великими ємністю й складністю логічних побудов, доказів і узагальнень. В ході лекції використовуються прийоми усного викладення інформації, підтримання уваги протягом тривалого часу, активізації мислення студентів, прийоми забезпечення логічного запам'ятовування, переконання, аргументації, доказів, класифікації, систематизації і узагальнення. В залежності від специфіки лекційного матеріалу іноді використовується лекція-діалог.

#### 4.2. Індуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних занять, коли матеріал носить, здебільшого, фактичний характер. В рамках лабораторних занять метод застосовується при виконанні технічних задач, коли студенти використовують

раніше здобути теоретичні знання при роботі з конкретними пристроями (комп'ютерами) та програмними продуктами.

#### 4.3. Репродуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних і лабораторних занять, а також під час самостійної роботи студентів. Метод передбачає роботу студентів за визначеним алгоритмом. Згідно з методом для виконання завдань студентам надаються методичні вказівки, правила і навчальні приклади.

#### 4.4. Проблемно-пошукові методи навчання

Проблемно-пошукові методи застосовуються в ході проблемного навчання, а саме в процесі виконання лабораторних робіт та індивідуальних науково-дослідних завдань, де під проблемною ситуацією треба вважати невідповідність між тим, що вивчається і вже вивченим. При використанні проблемно-пошукових методів навчання викладач використовує такі прийоми: створює проблемну ситуацію (ставить питання, пропонує задачу, експериментальне завдання), організує колективне обговорення можливих підходів до рішення проблемної ситуації, стимулює висування гіпотез, тощо. Студенти роблять припущення про шляхи вирішення проблемної ситуації, узагальнюють раніше набуті знання, виявляють причини явищ, пояснюють їхнє походження, вибирають найбільш раціональний варіант вирішення проблемної ситуації. Викладач обов'язково керує цим процесом на всіх етапах, а також за допомогою запитань-підказок. Також даний метод використовується при опрацюванні матеріалів в системі дистанційної освіти «Moodle».

#### 4.5. Наочний метод навчання

Наочний метод достатньо важливий для студентів, оскільки забезпечує візуальне подання навчального матеріалу, зокрема, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. При викладанні дисципліни наочний метод навчання поєднується зі словесними методами для представлення інформації у вигляді таблиць, рисунків, схем та діаграм.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

#### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

## 6. Засоби оцінювання і форми поточного та підсумкового контролю

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

## 7. Форми поточного та підсумкового контролю

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

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)										Підсумковий контроль (іспит)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
T1	T2	T3	T4	M1	T5	T6	T7	T8	M2		
5	5	5	5	10	5	5	5	5	10	40	100

## 8. Рекомендована література

### Базова (основна)

1. Гумен М. Б. Основи теорії процесів в інформаційних системах: підручник (у 2-х кн.). Кн.1. Аналіз детермінованих процесів / М. Б. Гумен, В. М. Співак, С. К. Мещанінов, Г. Г. Власюк, Т. Ф. Гумен. – 2-е вид., зі змінами і доповн. – К: Кафедра, 2017. – 281 с.
2. Бернард С. Цифровий зв'язок. Теоретичні основи і практичне застосування, 2007. (англомовне видання)
3. Мельничук С.В., Воробець Г.І. Цифрова обробка зображень : навч. посібник. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т , 2021. – 180 с.
4. Мельничук С.В., Воробець Г.І. Цифрова обробка сигналів і зображень. Практикум: Навч. пос. / Г.І. Воробець, С. В. Мельничук; Чернівець. Нац. ун. ім. Ю. Федьковича. 270 с. 2022 р.

### Допоміжна

5. Системи передачі даних: навчальний посібник-практикум. / уклад.: Воробець Г.І., Мельничук С.В., Гордіца В.Е., Костенюк Н.Г. – Чернівці: Рута, 2022 – 80 с.
6. Бабак В.П., Белецький А.Я., Гуржій А.Н. Сигнали і спектрию - К., Книжкове вид-во НАУ , 2005.

## 9. Інформаційні ресурси

1. [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj\\_elektronni\\_systemy/3.htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj_elektronni_systemy/3.htm)
2. Кветний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислення. Частина 2. Цифрова обробка сигналів / Богаць 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)
3. Signal Processing [Електронний ресурс] URL: <https://es.mathworks.com/products/signal.html>locessing Toolbox
4. Digital Signal Processing [Електронний ресурс] URL: <https://es.mathworks.com/solutions/dsp.html>