

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

31 серпня 2023 р., протокол № 5

Рішення Вченої ради

Тетяна НІКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Цифрова обробка сигналів та зображень»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньо-професійна програма «Інформаційні відеосистеми та системи
контролю доступу»,
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
28 серпня 2023 р., протокол №7
Завідувач кафедри

Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної
програми

Олександр АНДРЕЄВ

Розробник: к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та
телекомунікаціях ЦИПОРЕНКО Віталій

Житомир
2023 – 2024 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»	<u>Нормативна</u> (нормативна, за вибором)	
Модулів – 1	Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2024-й	2024-й
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		8-й	8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 6	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		24 год.	8 год.
		Практичні	
		__ год.	__ год.
		Лабораторні	
		24 год.	6 год.
		Самостійна робота	
72 год.	106 год.		
		Вид контролю: Екзамен	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 40 % аудиторних занять, 60 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання 12% аудиторних занять, 88 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є освоєння студентами теоретичних основ цифрового оброблення сигналів, а також теоретичних основ функціонування, принципів та методів аналізу і синтезу цифрових пристроїв радіоелектронних засобів різного функціонального призначення, таких як засобів керування роботою, обробки електричних та радіосигналів, а також сучасної цифрової елементної бази, оформлення проектно-конструкторської документації.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- Сформувані у здобувачів вищої освіти здатність працювати в команді, планувати та управляти часом;
- Навчитись виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- Навчитись використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації;
- Бути готовим сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.
- Оволодіти вмінням складати нормативну документацію інструкції з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.
- Навчитись застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

ФК-1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів.

ФК-4. Здатність розуміти технічні і функціональні характеристики телекомунікаційних та радіотехнічних систем, методів і процедур, що використовуються в радіотехніці.

ФК-6. Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати і підтримувати прилади, обладнання, телекомунікаційні та радіотехнічні пристрої та системи.

ФК-7. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв та систем.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 4

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю код спеціальності «Назва спеціальності»:

ПРН4. Здатність використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН5. Вміти спілкуватися з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміти їхні вимоги до технічних продуктів і послуг.

ПРН8. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати системи і процеси в області телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН11. Вміти аналізувати сигнали, які передаються в телекомунікаційних системах.

ПРН13. Вміти вибирати та рекомендувати відповідне обладнання та програмне забезпечення для основних стадій технологічного процесу проектування, діагностики та ремонту.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вступ до цифрового оброблення сигналів. Сигнали та їх перетворення при цифровій обробці. Дискретизація та квантування сигналу

Тема 1. Вступ до цифрового оброблення сигналів. Сигнали та їх перетворення при цифровій обробці. Дискретизація та квантування сигналу. Методи компресії аудіо та відео інформації. Цифрова згортка та кореляція сигналів та зображень. Кореляційний аналіз і згортка дискретних сигналів. Функція взаємної кореляції дискретних сигналів. Кореляційне зіставлення зображень. Цифрова обробка зображень.

Тема 2. Математичне представлення сигналів та зображень. Математичне представлення сигналів та зображень. Моделі тестових сигналів. Основні характеристики, математичний опис та властивості тестових сигналів. Математичний опис лінійних дискретних систем в часовій області. Методи математичного опису сигналів дискретних систем на комплексній площині (в частотній області).

Змістовий модуль 2. Характеристики дискретних систем. Цифрові фільтри. Перетворення Фур'є та його властивості

Тема 3. Дискретні системи. Рекурсивні цифрові фільтри. Тестові

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 5

послідовності дискретних систем. Передавальна функція і частотна характеристика дискретної системи. Рекурсивні цифрові фільтри. Характеристики рекурсивних цифрових фільтрів. Форми реалізації рекурсивних цифрових фільтрів. Синтез рекурсивних фільтрів за аналоговим прототипом.

Тема 4. Нерекурсивні цифрові фільтри. Пряма форма реалізації нерекурсивного цифрового фільтра. Передавальна функція та частотна характеристика нерекурсивного цифрового фільтра. Загальні принципи синтезу цифрового фільтра. Синтез нерекурсивних цифрових фільтрів. Дискретне перетворення Фур'є та його властивості. Швидке перетворення Фур'є.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Вступ до цифрового оброблення сигналів. Сигнали та їх перетворення при цифровій обробці. Дискретизація та квантування сигналу								
Тема 1. Вступ до цифрового оброблення сигналів. Сигнали та їх перетворення при цифровій обробці. Дискретизація та квантування сигналу. Методи компресії аудіо та відео інформації. Цифрова згортка та кореляція сигналів та зображень. Кореляційний аналіз і згортка дискретних сигналів. Функція взаємної кореляції дискретних сигналів. Кореляційне зіставлення зображень. Цифрова обробка зображень.		6	6	22		2	2	28
Тема 2. Математичне представлення сигналів та зображень. Математичне представлення сигналів та зображень. Моделі тестових сигналів. Основні характеристики, математичний опис та властивості тестових сигналів. Математичний опис лінійних дискретних систем в часовій області.		6	6	22		2	2	28

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06-05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 6

Методи математичного опису сигналів дискретних систем на комплексній площині (в частотній області).								
Разом за змістовий модуль 1	68	12	12	44	60	4	4	52
Змістовий модуль 2. Характеристики дискретних систем. Цифрові фільтри. Перетворення Фур'є та його властивості								
Тема 3. Дискретні системи. Рекурсивні цифрові фільтри. Тестові послідовності дискретних систем. Передавальна функція і частотна характеристика дискретної системи. Рекурсивні цифрові фільтри. Характеристики рекурсивних цифрових фільтрів. Форми реалізації рекурсивних цифрових фільтрів. Синтез рекурсивних фільтрів за аналоговим прототипом		6	6	14		2	2	28
Тема 4. Нерекурсивні цифрові фільтри. Пряма форма реалізації нерекурсивного цифрового фільтра. Передавальна функція та частотна характеристика нерекурсивного цифрового фільтра. Загальні принципи синтезу цифрового фільтра. Синтез нерекурсивних цифрових фільтрів. Дискретне перетворення Фур'є та його властивості. Швидке перетворення Фур'є		6	6	14		2		26
Разом за змістовий модуль 2	52	12	12	28	60	4	2	54
ВСЬОГО	120	16	32	72	120	8	6	106

5. Теми практичних (лабораторних) занять

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 7

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження принципів дискретизації неперервних радіосигналів	2	2
2	Дослідження в частотній та часовій областях визначення ефекту цифрового гетеродинування при дискретизації сигналів	4	
3	Дослідження залежності похибок вимірювання параметрів сигналів від частоти дискретизації, кількості рівнів квантування та параметрів шуму	4	
4	Дослідження в часовій області визначення ефект підміни частот для періодичних сигналів	4	
5	Дослідження основних властивостей аналого-цифрового перетворення радіосигналів.	2	2
6	Дослідити вплив у часовій та частотній областях визначення на радіосигнал, що перетворюється в цифрову форму апертурної невизначеності дискретизації його у часі та вплив шумів	4	
7	Дослідження методів формування звукових сигналів з використанням МК AVR	0	
8	Дослідження методів розпізнавання сигналів з використанням мікроконтролерів AVR серії ATtiny	4	2
РАЗОМ		24	24

6. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Аналого-цифрове перетворення, мікроконтролери.

1. Усі навчальні елементи: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторного практикуму, оформлення звітів з лабораторних робіт. Аналого-цифрове перетворення (АЦП), етапи, основні властивості. Побудова мікроконтролерів. Кореляційне зіставлення зображень. Цифрова обробка зображень.

2. Реалізація цифрової обробки сигналів засобами мікропроцесорних систем. Узагальнена структура процесора ЦОС. Формати чисел, застосовувані в процесорах з фіксованою крапкою. Програмування цифрових фільтрів на основі мікропроцесорних засобів.

Тема 2. Алгоритми швидкого перетворення Фур'є.

1. Алгоритм ШПФ по основі 2 з проріджуванням по часу. Алгоритм ШПФ по основі 2 з проріджуванням по частоті. Використання платформи Google Colab для дослідження аналого цифрового перетворення сигналів та спектрального аналізу.

2. Аналізатори спектра сигналів на основі дискретного перетворення Фур'є. Спектральний аналіз сигналів. Частотні характеристики аналізатора

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 8

спектра. Визначення відгуків аналізатора спектра на гармонійні сигнали. Роль вагових функцій при спектральному аналізі та їх основні параметри

7. Індивідуальні завдання

–

8. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних робіт, контрольних-модульних робіт, захист звітів з лабораторних робіт, екзамен.

9. Методи контролю

Лекційний, контрольні-модульні роботи, звіти з лабораторних робіт, екзамен.

10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота					Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2			
T1	T2		T3	T4	100
25	25		25	25	

1. За відвідування лекційних занять, конспект – 10б.

2. Контрольні-модульні роботи: $2 \cdot 25б = 50б$.

3. Захист звітів з лабораторних робіт: $4 \cdot 10б = 40б$.

Всього: 100балів.

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Бали
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/2/172.00.1/Б /ОК29-2023
	Екземпляр № 1	Арк 8 / 9

11. Рекомендована література

Основна література

1. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / Ушенко Ю.О., М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – 2021. – 308 с.
2. Схемотехніка електронних систем: У 3-х кн.. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери. Підручник / В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я. Жуйко та ін. – 2-ге вид., доповнене та перероблене. – К.: Вища школа, 2004. – 399 с.; іл.
3. Мікропроцесорна техніка. Підручник / Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є. І. Сокол, В.Я. Жуйкою, Ю.С. Петергеря; за ред. Т.О. Терещенка, 2-е видання, перероблене та доповнене. – К.: ІВЦ. Вид-во «Політехніка», «Кондор», 2008. – 594 с.
4. Кобилін О. А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ. – 2021. – 124 с.

Допоміжна література

1. Alessio S.M. Digital Signal Processing and Spectral Analysis for Scientists, 1-st Edition - Switzerland: Springer Cham, 2016. – 924p.
2. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці. Підручник для студентів вищих навчальних закладів у 4-х т.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. – т. 4, 496 с.: іл.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Файли дисципліни: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=6041>