

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматичної, електроніки та телекомунікацій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Богдан КОРОБКО

2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ЦИРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	<u>Бакалавр</u> (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	<u>«Робототехніка та автоматизовані системи керування»</u> (назва освітньої програми)
Спеціальності	<u>174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</u> (код і назва спеціальності)

Полтава
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Складена відповідно до освітньої програми «Робототехніка та автоматизовані системи керування», 2024 року.

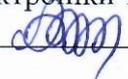
Розробник: Фомін О.С., к.т.н., доцент кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми  Богдан БОРЯК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «28» 08 2025 року № 1.

Завідувач кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій  Олександр ШЕФЕР

«28» 08 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту інформаційних технологій і робототехніки

Протокол від «28» 08 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії навчально-наукового інституту інформаційних технологій і робототехніки  Олександр ШЕФЕР

«28» 08 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни		
		форма здобуття освіти		
		денна	заочна	дистанційна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>17</u> <u>Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</u>	вибіркова		
Загальна кількість годин – 180				
Модулів – 1	Спеціальність <u>174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</u>	Рік підготовки:		
Змістових модулів – 2		2-й	2-й	2-й
		Семестр		
Індивідуальне завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>Перший (бакалаврський)</u>	3-й	3-й	3-й
		Лекції		
		30 год.	10 год.	0
		Лабораторні		
		30 год.	10 год.	0
		Самостійна робота		
		120 год.	160 год.	180 год.
		Індивідуальна робота:		
0				
Вид контролю: екзамен				

Примітка.

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

для денної форми здобуття освіти – 60/120

для заочної форми здобуття освіти – 20/160

для дистанційної форми здобуття освіти – 0/180

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування у здобувачів освіти теоретичних знань та практичних навичок щодо принципів розрахунку та аналізу характеристик сигналів в системах передавання даних і управління в радіотехнічних та телекомунікаційних системах і мережах.

Компетентності за ОПП:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань

3. Передумови для вивчення дисципліни

Попередньо опановані дисципліни: «Вища математика», «Фізика».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції	Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.

			здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	Д	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ диф. заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є неправильними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- ✓ **поточний контроль**
 - усне опитування
 - виконання лабораторних робіт
- ✓ **модульний контроль**
 - контрольні роботи (для дистанційної форми)
- ✓ **підсумковий контроль**
 - екзамен

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи побудови і функціонування телекомунікаційних систем.

Тема 1. Вступ. Основи мереж передачі. Вступ до телекомунікаційних мереж.

Термінологія та визначення. Аналогові та цифрові сигнали. Типи інформації у комунікаційних системах. Модель комунікаційної системи. Приклад реалізації комунікаційних систем. Критерії ефективності передачі. Вимоги до систем передачі.

Лабораторна робота №1

Тема 2. Сигнали передачі даних.

Часове представлення сигналів. Частотне представлення сигналів. Смуга частот. Перетворення Фур'є.

Лабораторна робота №2

Тема 3. Спотворення сигналів. Середовища передачі.

Види спотворень сигналів. Послаблення. Шуми. Пропускна спроможність каналу. Багаторівневі сигнали. Модель Найквіста. Діапазони реальних сигналів. Модель розповсюдження сигналів у вільному просторі. UTP. STP. Оптиковолоконні лінії передачі. Бездротові мережі. Антени. Коефіцієнт посилення антени. Діаграма спрямованості.

Лабораторна робота №3

Тема 4. Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Теорема Котельникова.

Дискретизація сигналів. Pulse Code Modulation (PCM). Точність аналогово-цифрового перетворення. Частота дискретизації. Теорема Котельникова.

Змістовий модуль 2. Спеціальні методи цифрової обробки сигналів.

Тема 5. Кодування сигналів.

Кодування та модулювання сигналів. Методи та характеристики кодування сигналів. Схеми кодування. Манчестерський код. Спектральна щільність.

Тема 6. Модулювання. Маніпуляція.

Поняття модуляції та маніпуляції. Амплітудна модуляція (AM). Частотна модуляція (FM). Фазова модуляція (PM). Квадратурна амплітудна модуляція (QPSK).

Лабораторні роботи №4**Тема 7. Спектральний аналіз.**

Методи перенесення і перетворення спектрів дискретних сигналів. Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ). Спектр періодичних і неперіодичних сигналів. Амплітудний і фазовий спектри. Енергетичний та потужностний спектри.

Лабораторні роботи №5, 6**Тема 8. Цифрові фільтри.**

Цифрові та аналогові фільтри. Задачі цифрової фільтрації в телекомунікаціях. FIR (КИХ) і IIR (НІХ) фільтри. Лінійно-фазові фільтри. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ). Фазо-частотна характеристика (ФЧХ). Перехідна характеристика та її значення. Приклади застосування цифрової фільтрації.

Лабораторні роботи №7, 8**Тема 9. Введення в нейронні мережі.**

Погано формалізовані задачі. Приклади задач, що розв'язуються за допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ). Апроксимаційні методи та їх місце в задачах інтелектуальної обробки даних. Типологія задач, що розв'язуються методами машинного навчання. Використання нейронної мережі (методів машинного навчання). Математична модель нейрона. Багаточаровий перцептрон.

Тема 10. Основи машинного навчання. Базові алгоритми машинного навчання.

Стандартна структура даних для машинного навчання. Методи оцінювання якості розв'язання задач регресії. Методи оцінювання якості розв'язання задач класифікації. Недонавчання та перенавчання. Лінійна регресія. Логістична регресія. Метод опорних векторів. Метод k найближчих сусідів. Дерево рішень. Бутстреп і бегінг. Градієнтний бустинг.

Тема 11. Вейвлет аналіз. Вейвлет нейронні мережі.

Вейвлет-аналіз. Дискретне вейвлет-перетворення. Нормування спектра. Приклади вейвлетів. Застосування вейвлетів для аналізу сигналів. Застосування вейвлетів: стиснення даних.

Лабораторна робота №9**Тема 12. Методи комп'ютерного зору (CV).**

Різниця між обробкою зображень і комп'ютерним зором. Фільтрація зображень. методи згладжування та видалення шумів. детектори кутів і контурів. виявлення об'єктів (object detection). Основи розпізнавання образів (pattern recognition). Використання класичних методів (SIFT, SURF, HOG). Роль нейронних мереж у комп'ютерному зорі. CNN (згортова нейронна мережа). Приклади задач, розв'язуваних за допомогою CNN: класифікація, сегментація, детекція.

8. Структура навчальної дисципліни**а) для денної форми здобуття освіти**

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи побудови і функціонування телекомунікаційних систем.						
Тема 1. Вступ. Основи мереж передачі. Вступ до телекомунікаційних мереж.	12	2	-	2	-	8
Тема 2. Сигнали передачі даних.	12	2	-	2	-	8
Тема 3. Спотворення сигналів. Середовища передачі.	14	2	-	2	-	10
Тема 4. Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Теорема Котельникова.	14	2	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 1	52	8	-	6	-	38

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи цифрової обробки сигналів.						
Тема 5. Кодування сигналів.	12	2	-	-	-	10
Тема 6. Модулювання. Маніпуляція.	16	2	-	4	-	10
Тема 7. Спектральний аналіз.	20	2	-	8	-	10
Тема 8. Цифрові фільтри.	20	4	-	8	-	8
Тема 9. Введення в нейронні мережі.	14	2	-	-	-	12
Тема 10. Основи машинного навчання. Базові алгоритми машинного навчання.	14	2	-	-	-	12
Тема 11. Вейвлет аналіз. Вейвлет нейронні мережі.	18	4	-	4	-	10
Тема 12. Методи комп'ютерного зору (CV).	14	4	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 2	128	22	-	24	-	82
<i>Усього годин</i>	<i>180</i>	<i>30</i>	<i>-</i>	<i>30</i>	<i>-</i>	<i>120</i>

б) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи побудови і функціонування телекомунікаційних систем.						
Тема 1. Вступ. Основи мереж передачі. Вступ до телекомунікаційних мереж.	14	2	-	2	-	10
Тема 2. Сигнали передачі даних.	14	2	-	2	-	10
Тема 3. Спотворення сигналів. Середовища передачі.	16	2	-	2	-	12
Тема 4. Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Теорема Котельникова.	12	-	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 1	56	6	-	6	-	44
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи цифрової обробки сигналів.						
Тема 5. Кодування сигналів.	14	-	-	-	-	14
Тема 6. Модулювання. Маніпуляція.	16	2	-	2	-	12
Тема 7. Спектральний аналіз.	18	2	-	2	-	14
Тема 8. Цифрові фільтри.	16	-	-	-	-	16
Тема 9. Введення в нейронні мережі.	14	-	-	-	-	14
Тема 10. Основи машинного навчання. Базові алгоритми машинного навчання.	14	-	-	-	-	14
Тема 11. Вейвлет аналіз. Вейвлет нейронні мережі.	16	-	-	-	-	16
Тема 12. Методи комп'ютерного зору (CV).	16	-	-	-	-	16
Разом за змістовим модулем 2	124	4	-	4	-	116
<i>Усього годин</i>	<i>180</i>	<i>10</i>	<i>-</i>	<i>10</i>	<i>-</i>	<i>160</i>

в) для *дистанційної* форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи побудови і функціонування телекомунікаційних систем.						
Тема 1. Вступ. Основи мереж передачі. Вступ до телекомунікаційних мереж.	14	-	-	-	-	14
Тема 2. Сигнали передачі даних.	14	-	-	-	-	14
Тема 3. Спотворення сигналів. Середовища передачі.	16	-	-	-	-	16
Тема 4. Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Теорема Котельникова.	12	-	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 1	56	-	-	-	-	56
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи цифрової обробки сигналів.						
Тема 5. Кодування сигналів.	14	-	-	-	-	14
Тема 6. Модулювання. Маніпуляція.	16	-	-	-	-	16
Тема 7. Спектральний аналіз.	18	-	-	-	-	18
Тема 8. Цифрові фільтри.	16	-	-	-	-	16
Тема 9. Введення в нейронні мережі.	14	-	-	-	-	14
Тема 10. Основи машинного навчання. Базові алгоритми машинного навчання.	14	-	-	-	-	14
Тема 11. Вейвлет аналіз. Вейвлет нейронні мережі.	16	-	-	-	-	16
Тема 12. Методи комп'ютерного зору (CV).	16	-	-	-	-	16
Разом за змістовим модулем 2	124	-	-	-	-	124
<i>Усього годин</i>	180	-	-	-	-	180

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин для		
		денної форми	заочної форми	дистанційної форми
Семінарські заняття не передбачені				

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин для		
		денної форми	заочної форми	дистанційної форми
Практичні заняття не передбачені				

11. Перелік питань для лабораторних занять

№	Назва питань	Кількість годин для		
		денної форми	заочної форми	дистанційної форми
1	Ознайомлення з можливостями Python для обробки сигналів	2	2	-
2	Графічне представлення сигналів засобами Python	2	2	-
3	Генерація типових сигналів за допомогою бібліотек Python	2	2	-
4	Модуляція. Лінійно-частотно модуляційні сигнали	4	2	-
5	Спектральний аналіз. Дискретне перетворення Фур'є	4	2	-
6	Дослідження цифрової кореляції сигналів	4	-	-
7	Дослідження цифрової згортки сигналів	4	-	-
8	Проектування та застосування цифрових КІХ-фільтрів	4	-	-
9	Застосування вейвлетів для обробки сигналів	4	-	-
	Разом	30	10	-

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студентів є додаткове вивчення принципів і методів проектування та захисту телекомунікаційних та інформаційних мереж, що не охоплені лекційним курсом та лабораторними заняттями.

Студент повинен уміти користуватись науково-технічною літературою, державними та міжнародними стандартами, іншими джерелами, а також самостійно використовувати навички та вміння, одержані при вивченні дисципліни.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни, та іншими джерелами;
- відвідування консультацій;
- підготовка до складання екзамену.

Питання

для самостійного вивчення студентами

№ п/п	Перелік питань	Кількість годин для		
		денної форми	заочної форми	дист-ної форми
Змістовий модуль 1. Основи побудови і функціонування телекомунікаційних систем.				
Тема 1. Вступ. Основи мереж передачі. Вступ до телекомунікаційних мереж.				
1	Організація комп'ютерних мереж.	4	5	7
2	Типи мережних стандартів.	4	5	7
Тема 2. Сигнали передачі даних.				
3	Багаторівневий підхід. Протокол. Інтерфейс. Стек протоколів. Поняття "відкрита система"	4	5	7
4	Стандартні стеки комунікаційних протоколів	4	5	7
Тема 3. Спотворення сигналів. Середовища передачі.				
5	Причини спотворень. Амплітудні спотворення. Частотні спотворення.	5	6	8
6	Аналіз гармонійного (частотного) спектру сигналу для виявлення спотворень.	5	6	8
Тема 4. Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Теорема Котельникова.				
7	Процес аналого-цифрового перетворення. Квантування. Кодування.	6	6	6
8	Параметри АЦП. Типи АЦП та їх застосування. Зворотний процес (ЦАП).	6	6	6
Змістовий модуль 2. Спеціальні методи цифрової обробки сигналів.				
Тема 5. Кодування сигналів.				
9	Двійкове кодування. Кодування для телекомунікацій.	5	7	7
10	Шум квантування і як його оцінюють	5	7	7
Тема 6. Модулювання. Маніпуляція.				
11	Амплітудна модуляція. Частотна модуляція. Фазова модуляція.	5	6	8
12	Переваги та недоліки аналогових методів модулювання	5	6	8
Тема 7. Спектральний аналіз.				
13	Безперервне та дискретне перетворення Фур'є	5	7	9
14	Обмеження дискретного перетворення Фур'є (ДПФ)	5	7	9
Тема 8. Цифрові фільтри.				
15	Типи цифрових фільтрів (НЧ, ВЧ, СЧ, режекторні) та їх призначення	4	8	8

16	Перетворення аналогового фільтра в цифровий (метод білінійного перетворення)	4	8	8
Тема 9. Введення в нейронні мережі.				
17	Математична модель нейрона: ваги, зсув (bias) та функція активації	6	7	7
18	Функції активації та їх властивості	6	7	7
Тема 10. Основи машинного навчання. Базові алгоритми машинного навчання.				
19	Навчальна, валідаційна та тестова вибірки	6	7	7
20	Ансамблеві методи (Random Forest, Boosting) на концептуальному рівні	6	7	7
Тема 11. Вейвлет аналіз. Вейвлет нейронні мережі.				
21	Материнський вейвлет і масштабуюча функція	5	8	8
22	Інтерпретація коефіцієнтів вейвлет-перетворення	5	8	8
Тема 12. Методи комп'ютерного зору (CV).				
23	Методи згладжування та видалення шуму в CV	5	8	8
24	Методи підвищення контрасту	5	8	8

13. Індивідуальне завдання

№ заняття	Назва питань	Кількість годин для		
		денної форми	заочної форми	дистанційної форми
Індивідуальне завдання не передбачено				

14. Методи навчання

Програмне забезпечення:

- Python - високорівнева мова програмування з простим і читабельним синтаксисом, яка широко використовується для веб-розробки, аналізу даних, автоматизації, наукових обчислень і штучного інтелекту;

- Visual Studio Code (VS Code) - легкий і потужний open-source редактор коду від Microsoft, який підтримує багато мов програмування, має розширення (extensions), вбудований термінал, налагодження (debug) та зручну інтеграцію з Python.

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні і наочні використовуються під час лекцій та інструктажів, практичні – при проведенні лабораторних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи; ілюстрація, демонстрація. Перед проведенням лабораторних занять викладачами проводяться інструктажі: вступні, поточні, підсумкові.

Під час проведення лабораторних занять застосовуються наочні спостереження та словесні бесіди: вступні, поточні, репродуктивні, евристичні, підсумкові; студентами виконуються вправи; тренувальні, творчі, усні, практичні, технічні.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмій, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять або самостійної роботи для дистанційної форми навчання, під час групових консультацій або ж за

рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів з навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» за видами робіт:

а) для студентів денної форми навчання

Види робіт / контролю	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
	Лабораторне заняття											
Опитування				2			2		2			2
Виконання лабораторних завдань							2+2	2+2			2	
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Всього за темами	4	4	4	4	2	4	8	6	4	2	4	4
Екзамен												
Всього за результатами вивчення дисципліни	100											

а) для студентів заочної форми навчання

Види робіт / контролю	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
	Лабораторне заняття											
Опитування				4			4		4			4
Виконання лабораторних завдань							2					
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Всього за темами	4	4	4	4	2	4	8	6	4	2	4	4
Екзамен												
Всього за результатами вивчення дисципліни	100											

в) для студентів дистанційної форми навчання

Види робіт / контролю	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
Виконання контрольної роботи				9				9				9
Виконання завдань самостійної роботи	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Всього за темами	1	2	2	11	2	2	2	11	2	2	2	11
Екзамен												
Всього за результатами вивчення дисципліни	100											

В таблицях вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт.

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування:

Бали для		Критерії оцінювання
денної форми	заочної форми	
2	4	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	2	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних завдань:

Бали для		Критерії оцінювання
денної форми	заочної форми	
2	2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи для дистанційної форми:

Бали	Критерії оцінювання
5-9	Виконано завдання контрольної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1-8	Виконано завдання контрольної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано контрольну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи:

Бали для				Критерії оцінювання
денної форми	заочної форми	дистанційної форми		
теми 1-12	теми 1-12	теми 1	теми 2-12	
2	2	1	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	1	0,5	1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	0	0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену:

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-10	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($1 \times 10 = 10$), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.
2	Два питання макс. по 20 балів	16-20	Питання розкриті повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
		11-15	Питання розкриті, матеріал викладений у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
		6-10	Питання розкриті в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
		0-5	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– 50 балів відведено на поточний контроль впродовж семестру, і 50 балів припадає на підсумковий контроль у вигляді екзамену;

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (максимально можлива кількість отриманих балів):

- робота на практичних та лабораторних заняттях (усні відповіді, *захист лабораторних робіт*, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), виконання контрольних робіт для дистанційної форми здобуття освіти – до 50 балів.

Присутність на лекціях або лабораторних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Фомін О.С. Методичні рекомендації для лабораторних занять з дисципліни «Цифрова обробка сигналів» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025 р. – 61 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Климаш М. М., Колодій Р. С. Системи передавання інформації. - Львів: Львівська політехніка, 2023. - 548 с.
2. Горбатий І. В., Бондарев А. П. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи - Львів: Львівська політехніка, 2021. - 554 с.
3. М. О. Рибальченко, О. П. Єгоров, М. В. Михайловський, І. О. Маначин. Цифрова обробка сигналів. Комп'ютерні методи цифрової обробки сигналів. - Дніпро: Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2024. - 132 с.
4. Tomasz P. Zieliński. Starting Digital Signal Processing in Telecommunication Engineering: A Laboratory-based Course — Springer, 2021, 400 p.

Допоміжна

1. Sarhan M. Musa, Zhijun Wu. Aeronautical Telecommunications Network. – CRC Press, 2017. – 504 p.
2. Горбатий І. В., Желяк Р. І., Кіселичник М. Д. Методи формування й оброблення сигналів у телекомунікаційних системах. – Львів: Львівська політехніка, 2019. – 336 с.
3. Бондарев А. П., Мандзій Б. А., Давіденко С. В. Пристрої цифрових систем стільникового зв'язку. – Львів: Львівська політехніка, 2018. - 224 с.
4. Артеменко М.Ю., Беркман Л.Н., Чумак Н.С. Системи електрозв'язку та сигнали. Навч. посібник для самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів за кредитно-модульною організацією навчального процесу. – Київ: ННІТІ ДУІКТ, 2012. – 132 с.
5. Ємельянов В.В., Свид І.В., Системи стільникового рухомого радіозв'язку. Навчальний посібник — Харків.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2016. – 336 с.
6. Недашківський О.Л., Жураковський Б.Ю., Тарбаєв С.І. Технологія PLC та її перспективи на ринку широкосмугового абонентського доступу. Навчальний методичний посібник для ВНЗ. АНВА Прінт, 2014. – 121с.
7. А. П. Бондарев, Б. А. Мандзій, С. В. Давіденко., Пристрої цифрових систем стільникового зв'язку : навч. посіб. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2017. – 224 с.
8. С. В. Наконечна, Л. П. Пасічник., Системи мобільного зв'язку. Методичні рекомендації – К.: ДЕТУТ, 2020. – 74 с.
9. Fomin. O. Real-time drone type recognition using artificial intelligence / Fomin Olexandr // BULLETIN of Cherkasy State Technological University. Vol. 30 No. 4. 2025, p. 69-81.
10. M. N. Mundra, Analysis of Advanced Algorithms in Digital Signal Processing for Enhanced Signal Accuracy, J. Digital Signal Process., 2025, vol. 3, no. 1, pp. 1–11.
11. C. D. Kh & M. V. Panduranga Rao, Enhanced Global Navigation Satellite System Signal Processing Using FPGA and SoC Software Receivers, Int. J. Electr. Comput. Eng., 2024, vol. 15, no. 1, pp. 480–492.

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6921>