

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
«02» __06__ 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрова обробка сигналів в системах автоматизації біотехнічних об'єктів

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент каф., к.фіз-мат.н., с.н.с. Гладкий А.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Опис навчальної дисципліни

«Цифрова обробка сигналів в системах автоматизації»

Бурхливий розвиток обчислювальної техніки створив можливості широкого впровадження методів цифрової обробки інформації в різних науково -технічних областях. Цифрова обробка сигналів у порівнянні з традиційною аналоговою має ряд якісних переваг, до яких належать можливість реалізації складних (оптимальних) алгоритмів обробки, стійкість до дестабілізуючих факторів, висока технологічність та ін.

Дисципліна спрямована на засвоєння основних методів обробки сигналів, що генеруються, передаються, аналізуються, приймаються і зберігаються в сучасних комп'ютерно- інтегрованих системах. Вивчаються різні типи сигналів, класичні методи обробки сигналів, операції дискретизації, квантування і квантизації аналогових сигналів, алгоритми аналого-цифрового перетворення та ключові операції цифрової обробки сигналів - дискретне перетворення Фур'є (ДПФ, англ. Discrete Fourier Transform) і алгоритм його швидкого обчислення - швидке перетворення Фур'є (ШПФ).

Спектрально-кореляційний аналіз, згортка та цифрова фільтрація сигналів. Набуті знання та практичні навички дозволять оптимально вирішувати задачі, пов'язані з обробкою аналогових і цифрових сигналів в автоматизованих та комп'ютерно-інтегрованих системах.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво	
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітній ступінь	Доктор філософії (PhD)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	210	
Кількість кредитів ECTS	7	
Кількість змістових частин	2	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Лабораторні заняття	60 год.	24 год.
Іспит	2 год.	2 год.
Самостійна робота	135 год.	178 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	
Загальна кількість годин	210 год.	210 год.

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає у вивченні і засвоєнні основних методів цифрової обробки інформації, ефективних алгоритмів перетворення та аналізу цифрових сигналів, визначення параметрів каналів зв'язку для передавання цифрових сигналів в системах автоматизації.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК) Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

спеціальні компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації складних об'єктів, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях.

СК3. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів.

СК7. Здатність розробляти новітні робототехнічні системи складних біотехнічних об'єктів.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти методологію наукових досліджень. Уміти застосовувати їх у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці.

РН3. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів, робототехнічних систем та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних та програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН5. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності.

РН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів.

РН7. Застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехнічних систем їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення.

РН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН10. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження робототехнічних систем складних біотехнічних об'єктів.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (вечірньої) форми здобуття вищої освіти;
- повного терміну заочної форми здобуття вищої освіти.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекцій	практич.	лаборат.	індивід.	с.р.		лекцій	практич.	лаборат.	індивід.	с.р.
Змістовий модуль 1. Основні операції цифрової обробки сигналів												
Тема 1. Цифрова обробка сигналів. Методи та області застосування.	18	1		2		15	23	1		2		20
Тема 2. Спектральний і кореляційний аналіз сигналів.	22	2		10		10	25	1		4		20
Тема 3. Формування дискретних сигналів. Дискретизація, квантування і квантизація.	28	2		6		20	23	1		2		20
Тема 4. Дискретне перетворення Фур'є і алгоритм його швидкого обчислення.	34	2		12		20	25	1		4		20
Разом за розділом 1	102	7		30		65	96	4		12		80
Змістовий модуль 2. Апаратні засоби												
Тема 1. Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі	29	2		12		15	25	1		4		20
Тема 2. Цифрова обробка сигналів вимірювальних перетворювачів.	33	2		6		25	29	1		2		26
Тема 3. Формування сигналів керування виконавчими органами.	28	2		6		20	29	1		2		26
Тема 4. Лінії передавання контрольних і керуючих	18	2		6		10	31	1		4		26

сигналів.											
Разом за розділом 2	108	8		30		70	114	4		12	98
Усього годин	210	15		60		135	210	8		24	178

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Цифрова обробка сигналів. Методи та області застосування	1
2	Спектральний і кореляційний аналіз сигналів.	2
3	Формування дискретних сигналів. Дискретизація, квантування і квантизація	2
4	Дискретне перетворення Фур'є і алгоритм його швидкого обчислення.	2
5	Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі	2
6	Цифрова обробка сигналів вимірювальних перетворювачів	2
7	Формування сигналів керування виконавчими органами	2
8	Лінії передавання контрольних і керуючих сигналів.	2
Усього годин		15

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення засобів дослідження параметрів аналогових і цифрових сигналів (HANTEK DSO-5072P, Electronics Workbench orkbench).	6
2.	Дослідження амплітудно-частотних і фазочастотних характеристик засобами ЕВ.	
3.	Дослідження спектрів (Фур'є аналіз) періодичних сигналів.	6
4.	Дослідження спектрів (Фур'є аналіз) аперіодичних сигналів	
5.	Дослідження спектральної густини випадкових сигналів.	6
6.	Дослідження кореляційної функції випадкових сигналів.	6
7.	Дискретизація сигналів. Алгоритми перетворення аналогових сигналів у цифрову форму.	6
8.	Технічні засоби перетворення аналогових сигналів у цифрову форму. Дослідження роботи АЦП	6
9.	Технічні засоби перетворення цифрових сигналів у аналогові. Дослідження роботи ЦАП.	6
10.	Проектування цифрових фільтрів в MATLAB засобом FDATAoo.	6
	Разом	60

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Формування сигналів давачів (сенсорів)	15
2.	Аналогова обробка сигналів (ASP)	15
3.	Шуми і завади в інформаційному сигналі	10
4.	Методи первинної і вторинної обробки сигналів	10
5.	Алгоритм виконання перетворення Фур'є	10
6.	Алгоритми перетворення неперервних сигналів у дискретні	10
7.	Дискретне перетворення Фур'є	10
8.	Алгоритми швидкого перетворення Фур'є	10
9.	Z-перетворення (перетворення Лорана) сигналів	10
10.	Згортка і кореляція сигналів, алгоритм виконання та застосування	20
11.	Цифрова фільтрація сигналів	15
	Разом	135

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

усне або письмове опитування;
співбесіда;
тестування;
захист лабораторних робіт;
самооцінюванн.

7. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- метод практико-орієнтованого навчання (лабораторні заняття, моделювання з використанням віртуальної лабораторії);
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування).

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1.		
Лабораторна робота 1.	РН1, РН4, РН6. РН8. РН10	10
Лабораторна робота 2		15
Лабораторна робота 3	РН3, РН4, РН6, РН8	15
Лабораторна робота 4		15
Лабораторна робота 5		15
Всього за модулем 1		70
Модуль 2.		
Лабораторна робота 6	РН1, РН3, РН4, РН8	10
Лабораторна робота 7		15
Лабораторна робота 8	РН1, РН5, РН7, РН8, РН9, РН10	15
Лабораторна робота 9		15
Лабораторна робота 10		15
Всього за модулем 2		70
Навчальна робота	(M1 + M2)/2	70
Екзамен		30
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤	100

8.2 Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час виконання модульних завдань, тестів та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, індивідуальний графік, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором ННІ)

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1989>
- конспект лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної (вечірньої) та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Цифрова обробка сигналів та зображень: навч. посібник / уклад.: І.А. Терейковський, Л.О. Терейковська. – Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 120 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ea86409b-ee28-490e-aba-720e4aae978d/content>
2. 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
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>
5. Рубіш В.В., Плекан Р.М. Цифрова обробка сигналів: навчально-методичний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2024. – 46 с.
6. Андреев М.В. Комп'ютерні методи обробки сигналів. Конспект лекцій. Цифровий депозитарій ДНУ ім. О.Гончара. – Режим доступу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=8146
7. Цифрова обробка сигналів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://exponenta.ru/news/cifrovaya-obrabotka-signalov>

Додаткові:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Системи цифрової обробки сигналів» / уклад. А.В. Івашко, Д.О. Лунін, М.В. Гунбін. – Харків : НТУ «ХПІ». – 36 с. – Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/d9297195-d783-483c-8a06-fe412fb02453/content>
2. Цифрова обробка сигналів з практикумом в Maple 2021 : навч. посіб. / О. В. Дворник, Г. П. Чуйко, Є. С. Дарнапук, А. П. Бойко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2024. – 256 с.

3. ChatGPT, «What is the difference between Biomedical and Biological Engineering?», poe.com/ChatGPT, 2023.

<https://poe.com/s/20iW9ghX5nh3RD9uIKAE>.

4. «Biomedical engineering», Wikipedia, en.wikipedia.org, 2023.
https://en.wikipedia.org/wiki/Biomedical_engineering.

5. «Biological engineering», Wikipedia, en.wikipedia.org, 2023.
https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_engineering.

Інформаційні ресурси:

1. <https://wikipedia.org>

2. www.google.com.ua - Пошуковий сайт.

3. <https://habr.com/ru/post/460445/> Курс лекцій «Основи цифрової обробки сигналів».

4. <http://energ.nauu.kiev.ua/> – Навчально-інформаційний портал ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження.

5. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u37/tehnichni_zasobi_suchasnih_kor_y_uterno-integrovanih_sistem_asp.pdf – аспірантура НУБіП України.

6. <http://elibrary.nubip.edu.ua> – електронна наукова бібліотека НУБіП України.

7. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.

8. <https://dntb.gov.ua> – Державна науково-технічна бібліотека України.