


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження


  
(Каплун В.В.)

“ 31 ” 05 2024 р.

**“СХВАЛЕНО”**


на засіданні кафедри  
автоматики та робототехнічних  
систем ім. акад. І. І. Мартиненка  
Протокол № 37 від 21.05.2024 р.

Завідувач кафедри

  
(Лисенко В.П.)

**“РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОНП підготовки докторів філософії зі  
спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-  
інтегровані технології та робототехніка

  
(Шворов С.А.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Цифрова обробка сигналів в системах автоматизації біотехнічних об'єктів**

Галузь знань Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 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)

Київ – 2024 р.

## Опис навчальної дисципліни

### «Цифрова обробка сигналів в системах автоматизації»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітній ступінь	<i>Доктор філософії (PhD)</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна ( <b>вибіркова</b> )	
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.
Практичні, семінарські заняття	- год.	- год.
Лабораторні заняття	60 год.	24 год.
Залік	-год.	-год.
Іспит	2 год.	2 год.
Курсовий проект (робота)	- год.	- 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, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни**

**Мета вивчення дисципліни** полягає у вивченні основних методів, алгоритмів та засобів формування і обробки цифрових сигналів в системах автоматизації.

**Завдання дисципліни** – надати аспірантам знання з основ теорії цифрової обробки сигналів, що охоплює відомості про математичні моделі та методи цифрової обробки інформації; ефективні алгоритми перетворення та аналізу сигналів; визначення параметрів каналів зв'язку для передавання 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), у тому числі у сфері автоматизації складних біотехнічних об'єктів.

**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.

### ***Програмні результати навчання (ПРН):***

**ПРН4.** 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.

ПРН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів.

## 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.
<b>Змістовий модуль 1. Основні операції цифрової обробки сигналів</b>												
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
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>102</b>	<b>7</b>		<b>30</b>		<b>65</b>	<b>96</b>	<b>4</b>		<b>12</b>		<b>80</b>
<b>Змістовий модуль 2. Апаратні засоби</b>												
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	28	2		6		20	29	1		2		26

сигналів керування виконавчими органами.											
Тема 4. Лінії передавання контрольних і керуючих сигналів.	18	2	6		10	31	1		4		26
Разом за розділом 2	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>30</b>		<b>70</b>	<b>114</b>	<b>4</b>		<b>12</b>		<b>98</b>
Усього годин	<b>210</b>	<b>15</b>	<b>60</b>		<b>135</b>	<b>210</b>	<b>8</b>		<b>24</b>		<b>178</b>

### 3. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження амплітудно-частотних і фазочастотних характеристик.	6
2.	Фур'є аналіз періодичних сигналів.	6
3.	Фур'є аналіз періодичних сигналів.	6
4.	Дослідження спектральної густини випадкових сигналів.	6
5.	Дослідження кореляційної функції випадкових сигналів.	6
6.	Алгоритми перетворення аналогових сигналів у цифрову форму.	6
7.	Технічні засоби перетворення аналогових сигналів у цифрову форму	6
8.	Алгоритми перетворення цифрових сигналів у аналогові.	6
9.	Технічні засоби перетворення цифрових сигналів у аналогові.	6
10.	Дослідження ліній передавання контрольних і керуючих сигналів.	6
	<b>Разом</b>	<b>60</b>

### 4. 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
	<b>Разом</b>	<b>135</b>

### 5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних робіт.

### 6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

### 7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- командні проєкти;
- захист лабораторних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

**8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти.** Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії в Національному університеті біоресурсів і природокористування України»

Таблиця 1

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

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$ .

## 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

1. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад.: Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с. – Режим

доступу: [https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4107/%D0%A3%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE\\_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4107/%D0%A3%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

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\\_modelyuvann\\_ua\\_system\\_procesiv/t2/1..htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp%27yuterne_modelyuvann_ua_system_procesiv/t2/1..htm)

3. Signal Processing [Електронний ресурс] URL: <https://es.mathworks.com/products/signal.htm>locessing Toolbox

4. Digital Signal Processing [Електронний ресурс] URL: <https://es.mathworks.com/solutions/dsp.html>

5. Афанасьєв А.А., Риболовлев А.А., Рижков А. П. Цифрова обробка сигналів. - Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 356 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](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>

8. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Системи цифрової обробки сигналів» з курсу «Цифрова обробка сигналів» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» денної та заочної форм навчання / 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>

Інформаційні ресурси:

1. <https://wikipedia.org>
2. [www.google.com.ua](http://www.google.com.ua) - Пошуковий сайт.
3. [http://pmos.vntu.edu.ua/media/uploads/signals/OSZ\\_OK.pdf](http://pmos.vntu.edu.ua/media/uploads/signals/OSZ_OK.pdf)- Фриз М.Є., Стадник М. А. Конспект лекцій з дисципліни “Обробка сигналів та зображень”. Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 97 с.
4. <https://habr.com/ru/post/460445/> Курс лекцій «Основи цифрової обробки сигналів».
5. <https://studfile.net/preview/8105051/> Глинченко А.С. Цифрова обробка сигналів: В 2 ч. Ч. 1. Харків: УкрДУЗТ. 2021. 199 с.
6. [www.meta.ua](http://www.meta.ua) – Пошуковий сайт.
7. <http://nubip.edu.ua/> – Головна сторінка НУБіП України.
8. <http://nubip.edu.ua/node/1376> - Кафедра АРС.
9. <http://energ.nauu.kiev.ua/> – Навчально-інформаційний портал ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження.
10. [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u37/tehnichni\\_zasobi\\_suchasnih\\_kor\\_u\\_uter-no-integrovanih\\_sistem\\_asp.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u37/tehnichni_zasobi_suchasnih_kor_u_uter-no-integrovanih_sistem_asp.pdf) – аспірантура НУБіП України.
11. <http://elibrary.nubip.edu.ua> – електронна наукова бібліотека НУБіП України.
12. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.
13. <http://ntbu.ru/> – Державна науково-технічна бібліотека України.