

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,  
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ІМ. АКАДЕМІКА І.І. МАРТИНЕНКА**

# **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС**

**ДИСЦИПЛІНИ**

**"ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ"**

**Спеціальність - 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та  
робототехніка**

**Освітній ступень – „Магістр”**

**Київ 2024**

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

\_\_\_\_\_ (Каплун В.В.)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри АРС

Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (Лисенко В.П.)

**РОЗГЛЯНУТО**

Гарант ОПП «Автоматизація та  
комп’ютерно-інтегровані технології»

\_\_\_\_\_ Болбот І.М.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
БІОТЕХНІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ**

**Спеціальність - 174 - Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та  
робототехніка**

(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ \_\_\_\_\_ Енергетики, автоматики і енергозбереження

( назва факультету)

Розробники: проф., д.т.н. Заєць Н.А.

( посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

## Опис навчальної дисципліни

### Штучний інтелект в системах автоматизації біотехнічних об'єктів

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<b>магістр</b> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	<b>174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</b>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / <b>вибіркова</b>	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	10 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	20 год.	год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

#### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – вивчення теоретичних засад функціонування інтелектуальних систем, що дасть змогу у спеціалізованих програмних середовищах синтезувати інтелектуальні системи керування технологічними об'єктами та реалізувати ефективні алгоритми керування ними.

#### **Завдання:**

- ефективно засвоїти комплекс спеціальних дисциплін – теорії автоматичного управління, автоматизації технологічних процесів, автоматизованих систем управління, моделювання і оптимізацію систем керування, проектування систем автоматизації тощо;

- застосовувати набуті знання при виконанні дипломних проектів;
- по завершенню навчання набуті знання із інтелектуальних підходів моделювання та керування дадуть змогу здобувачу ефективно вирішувати практичні задачі автоматизації виробничих процесів.

### **Інтегральна компетентність:**

Основи функціонування інтелектуальних систем керування біотехнічними об'єктами та реалізація ефективних алгоритмів керування ними. Системи нечіткої логіки, нейронних мереж, нечітких нейронних мереж та генетичного алгоритму. Особливості реалізації інтелектуальних систем на виробництві стосовно конкретних об'єктів аграрного сектору, установок і електротехнічних комплексів. Особливості реалізації інтелектуальних систем на виробництві стосовно конкретних об'єктів, установок і обладнання механізації та електрифікації виробничих процесів.

Дисципліна «Штучний інтелект в системах автоматизації біотехнічних об'єктів» забезпечує формування таких **загальних (ЗК)** та **спеціальних (СК)** компетентностей:

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

СК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен показати певні **програмні результати навчання (ПРН)**, а саме:

ПРН1. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

## **2. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
<b>Змістовий модуль 1. Основи теорії нейронних мереж</b>														
Тема 1. Вступ. Основні концепції нейронних мереж			1		2		10							
Тема 2. Властивості і топологія нейронних мереж			1		2		5							
Тема 3. Навчання нейронних мереж			1		2		10							

Тема 4. Перенавчання нейронних мереж та їх різновиди.			1		2		10						
Тема 5. Використання нейронних мереж. Персептрони.			1		2		10						
Разом за змістовим модулем 1	60		5		10		45						
<b>Змістовий модуль 2. Основні концепції нечіткої логіки</b>													
Тема 1. Історичні аспекти виникнення нечіткої логіки. Нечіткі множини.			1		2		10						
Тема 2. Операції над нечіткими множинами.			1		2		5						
Тема 3. Нечітка і лінгвістична змінні.			1		2		10						
Тема 4. Механізми і алгоритми нечітких висновків.			1		2		10						
Тема 5. Спрощений алгоритм нечіткого висновку. Методи приведення до нечіткості.			1		2		10						
Разом за змістовим модулем 2	60		5		10		45						
Усього годин	120		10		20		90						
Курсовий проект (робота) з _____ <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>			-		-		-			-		-	
Усього годин	120		10		20		90						

### 3. Теми семінарських занять

### 4. Теми практичних занять

### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні компоненти пакету Neural Networks Toolbox.	2
2	Функції налаштування шарів нейронів. Функції одновимірної оптимізації та ініціалізації шарів і зсувів.	2
3	Функції створення нейронних мереж. Функції перетворення входів мережі, вагів та відстаней.	2
4	Функції розміщення нейронів (топологічні функції)	2

	та використання нейронних мереж.	
5	Реалізація у Neural Networks Toolbox графічних та інших функцій.	2
6	Призначення і можливості пакету Fuzzy Logic Toolbox. Побудова нечіткої апроксимуючої системи.	2
7	Побудова експертної системи в пакеті Fuzzy Logic Toolbox.	2
8	Створення власних функцій належності. Функції виклику діалогових вікон інтерфейсу.	2
9	Робота Fuzzy Logic Toolbox у режимі командного рядка.	2
10	Функції створення, перегляду структури і редагування систем нечіткого висновку.	2

### **7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.**

1. Історія розвитку теорії штучних нейромереж.
2. Біологічні нейрони та їх фізичні моделі.
3. Моделі нейроелементів. Поняття: синапс, ваговий коефіцієнт, поріг, дискримінантна функція, функція активації, персептрон.
4. Біологічний і формальний нейрони: подібність та відмінності.
5. Функції активації формальних нейронів та їх вплив на навчання нейромереж.
6. Метод найменших квадратів як основа алгоритму Уідроу-Хоффа.
7. Можливості і властивості одношарових персептронів
8. Лінійна роздільність і лінійна нерозділеність класів.
9. Загальне уявлення про навчання нейромереж. Характеристики процесу навчання.
10. Вимоги до навчальних вибірок даних.
11. Класифікація та види моделей нейромереж.
12. Властивості штучних нейромереж.
13. Повнозв'язні НМ Хопфілда. Псевдоінверсне навчальне правило, проективний алгоритм настроювання ваг.
14. Застосування НМ для асоціативного пошуку інформації
15. Ефект Городничего та перспективи і методи його використання.
16. Алгоритм рознасичення синаптичної матриці мережі Хопфілда.
17. Мережі Хопфілда у задачах комбінаторної оптимізації.
18. Нейронна мережа SOM.
19. Нейронна мережа LVQ.
20. Нейронна мережа "SOM-АЗП".
21. Застосування мереж Кохонена у задачах кластер-аналізу та геоінформаційних системах.
22. Багатошаровий персептрон.
23. Алгоритм зворотнього поширення помилки
24. Градієнтні алгоритми навчання багатошарових нейромереж.

25. Критерії порівняння моделей та градієнтних алгоритмів навчання нейромереж прямого поширення.
26. Евристичний алгоритм прискорення навчання нейромереж.
27. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів двошарового перцептрона.
28. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів тришарового перцептрона.
29. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів п'ятишарового перцептрона.
30. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів шестишарового перцептрона.
31. Методи навчання радіально-базисних нейромереж.
32. Застосування кластер-аналізу при навчанні радіально-базисних нейромереж.
33. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів багатошарового перцептрона.
34. Еволюційні алгоритми в задачах синтезу архітектури нейромережевої моделі.
35. Відбір ознак за допомогою генетичних алгоритмів.
36. Навчання нейромереж на основі еволюційної адаптації.
37. Нейронні мережі у пакеті MATLAB. Модуль Neural Network Toolbox.
38. Пакет Statistica Neural Networks.
39. Пакет Brain Maker Pro.
40. Архітектура експертної системи.
41. База правил.
42. Визначення структури фрейму як моделі подання знань про поняття.
43. Визначте переваги та недоліки фреймів.
44. Використання метазнань для обмеження області пошуку рішень.
45. Впровадження в промислову експлуатацію.
46. Евристичний пошук.
47. Етап інтерпретації. Етап концептуалізації. Етап тестування.
48. Етапи проектування експертної системи. Етап формалізації. Дослідна експлуатація.
49. За допомогою яких дій можливо виразити ієрархію фреймів?
50. За заданим висловом створіть фрейм-опис або рольовий фрейм поняття, події.
51. Інтерпретатор правил.
52. Інтерфейс користувача експертної системи.
53. Класифікація фреймів.
54. Концепція “швидкого прототипу”.
55. Машина логічного виведення.
56. Механізм виведення в продукційній системі.
57. Модель бази знань в поєднанні фреймового і мережного подання.
58. Модуль придбання знань.
59. Назвіть області людської діяльності в якій застосовуються експертні системи.
60. Особливості модифікації і супроводу в експлуатації експертної системи.
61. Підсистема роз'яснень.
62. Принципи наслідування інформації у фреймовій мережній моделі

- 63.Продукційні моделі: Основні визначення.
- 64.Процедури-демони та процедури-слуги.
- 65.Пряме та зворотне виведення.
- 66.Робоча область.
- 67.Робоча пам'ять у продукційній системі.
- 68.Склад розроблювачів експертної системи, роль і задачі кожного з членів групи.
- 69.Стратегії керування виведенням.
- 70.Структури даних фрейму.
- 71.У чому різниця між експертною системою та системою, що ґрунтується на наннях?
- 72.Управління виведенням у продукційній системі.
- 73.Формальний опис фрейму.
- 74.Фреймові мережі.
- 75.Фреймові моделі.
- 76.Характеристика продукційних моделей.
- 77.Цикл роботи інтерпретатора правил.
- 78.Що зветься приєднаною процедурою?
- 79.Що зветься сценарієм?
- 80.Як ви розумієте термін "простір пошуку"?
- 81.Як здійснюється пошук інформації в базі знань, створеній на основі фреймів?
- 82.Як здійснюється пошук інформації в мережній базі знань?
- 83.Яка інформація може бути представлена у слотах фреймів?
- 84.Яка різниця між фреймом-прототипом та фреймом-екземпляром?
- 85.Які властивості предметної області (об'єкта автоматизації) є передумовою для створення експертної системи?
- 86.Які типи відношень існують між фреймами в у мережі?
- 87.Нечітка логіка. Поняття лінгвістичної перемінної. Зіставлення значень лінгвістичної перемінної з реальними даними. Фазифікація.
- 88.Нечітка логіка. Універсальна множина. Нечітка множина. Нечітка підмножина. Ступінь належності.
- 89.Узагальнення нечітких експертних оцінок з метою одержання виду функцій належності.
- 90.Нечітка логіка. Функція приналежності. Способи опису функції належності.
- 91.Нечітка логіка. Функція приналежності. Стандартні форми функції належності.
- 92.Нечітка логіка. Нечіткі множини. Властивості нечітких множин.
- 93.Нечітка логіка. Нечіткі множини. Операції з нечіткими множинами.
- 94.Нечіткі алгоритми. Прийняття рішень на основі нечітких алгоритмів.
- 95.Передумови і загальні принципи побудови систем керування на основі нечіткої логіки.
- 96.Блок-схема нечіткого регулятора. Етапи формування керуючих впливів. Дефазифікація. Методи дефазифікації.
- 97.Нечіткий регулятор: постановка задачі, алгоритм розрахунку керуючого впливу по відхиленню значення регульованої змінної від уставки.



98. Нечіткий регулятор: постановка задачі, алгоритм розрахунку керуючого впливу по відхиленню значення регульованої змінної від уставки і зміні регульованої перемінної.
99. Приклади і призначення систем керування з традиційними і нечіткими регуляторами.
100. Моделі на базі нейро-нечітких мереж.
101. Моделі на базі теорії нечітких множин.
102. Недетермінованість управління виведенням та евристичні знання.
103. Нечітка кластеризація як підхід до подання знань.
104. Нечіткі відношення та операції з ними.
105. Порівняння методів побудови нечіткого логічного виведення Мамдані та Сугено.
106. Редактор anfisedit.
107. Створення нечітких моделей у пакеті MATLAB.
108. Структура та елементи нейро-нечітких мереж.
109. Функції пакету MATLAB для створення нейро-нечітких мереж.
110. Які вимоги мають пред'являтися до навчальної вибірки та як це вплине на процес навчання?

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Напрямок підготовки (спеціальність) Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Форма навчання денна

Семестр 1 Курс 1

ОКР «Магістр»

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

Дисципліна ШСАБО

Викладач (Заєць Н.А.)

«Затверджую»

Завідувач кафедри

« » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПАКЕТ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ**

**Варіант № 1**

50	Питання 1. Біологічний нейрон - це:
1.	сугуб
2.	частина кровоносної системи
3.	частина спинного мозку
4.	біологічна клітина

100	Питання 2. Алгоритм навчання перцептрона із учителем складається із кроків:
1.	4
2.	5
3.	6
4.	7

100	Питання 3. Нейронні мережі зустрічного розповсюдження складаються із:
1.	шару нейронів Кохонена, шару нейронів Гросберга
2.	шару нейронів, шару нейронів Кохонена, шару нейронів Гросберга, нейрона Розенблата
3.	шару нейронів, шару нейронів Гросберга
4.	шару нейронів, шару нейронів Кохонена, шару нейронів Гросберга

75	Питання 4. Скільки кроків навчання у нейронній мережі Хопфілда ?
1.	1
2.	2
3.	3
4.	4

75	Питання 5. Логічне заперечення:
1.	$T(A) = 1 - T(A)$
2.	$T(\neg A) = 1 - T(A)$ .
3.	$T(\neg A) = 1 + T(A)$
4.	$T(\neg A) = 1 - T(A)$

50	Питання 6. Скільки властивостей має мережа адаптивної резонансної теорії ART
1.	1
2.	5
3.	9
4.	3

50	Питання 7. Скільки шарів у когнітрона?
1.	2
2.	3
3.	5
4.	6

50	Питання 8. Для двунправленої асоціативної мережі кількість векторів пам'яті не повинно перевищувати:
1.	$n/2 * \log_2 n$
2.	$n/4 * \log_2 n$
3.	$4 * n/3 * \log_2 n$
4.	$n/2 * \log_2 n$

50	Питання 9. Неокогнітрон відноситься до:
1.	нестабільних мереж
2.	самоорганізуючих
3.	адаптивних
4.	метастабільних

100	Питання 10. Які із нейронів входять до складу неокогнітрона: 1 – складні; 2 – типові; 3 – прості; 4 – адитивні; 5 – формалізовані.
1.	всі
2.	1,3
3.	2,4,5
4.	1,2,3,5

1. Нечіткі множини. Основні характеристики нечітких множин.
2. Нейронні мережі Хеммінга.

## 8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

## 9. Форми контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

**10. Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 з табл. 1.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	<b>ВІДМІННО</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90 – 100</b>
Добре	B	<b>ДУЖЕ ДОБРЕ</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	<b>82 – 89</b>
	C	<b>ДОБРЕ</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	<b>74 – 81</b>
Задовільно	D	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>64 – 73</b>
	E	<b>ДОСТАТНЬО</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	<b>60 – 63</b>
Незадовільно	FX	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	<b>35 – 59</b>
	F	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – необхідна серйозна подальша робота	<b>01 – 34</b>

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

## 11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.

4. Таблиці, схеми і плакати, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Інтернет-ресурси.

## **12. Рекомендована література**

1. Лисенко В. П., Заєць Н. А. Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування. Курс лекцій. К.: НУБІП, 2021. 94 с.
2. Інтелектуальні системи керування біотехнічними об'єктами / В.Лисенко, Н.Заєць, М. Гачковська, О. Савчук. К.: КомПрінт, 2019. 549 с.
3. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Штепа В.М., Заєць Н.А. та ін. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. – К: НУБІП України, 2016. 336с. [http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbu/cgiiirbis\\_64.exe](http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe)
4. CC Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning. 2023. 529 p. ISBN : 978-3-031-29641-3
5. Synthesis of advanced automatic control systems: monograph. / Yuriy Romasevych, Viatcheslav Loveikin, Alla Dudnyk, Vitaliy Lysenko, Natalia Zaets. Kōima, 2020. 140 p.
6. V. Lysenko, N. Zaiets, A. Dudnyk, T. Lendiel, K. Nakonechna. Intelligent Algorithms for the Automation of Complex Biotechnical Objects. Advanced Control Systems: Theory and Applications. River Publishers. 2021. P. 365-396 (SCOPUS). ISBN: 978-87-7022-341-6
7. Lecture Notes in Computer Science. Artificial Neural Networks and Machine Learning. ICANN 2022. 233 p. ISSN 0302-9743
8. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Williams, 2021. 709 с. ISBN: 978-5-907365-25-4.
9. Lin F. Robust control design: an optimal control approach. John Wiley & Sons Ltd, 2021. 364 p.
10. Montgomery Douglas C. Introduction to statistical quality control. 2020. 754 p.
11. OEE as a financial KPI. Официальный сайт ABB GROUP. URL: <https://new.abb.com/cpm/production-optimization/oee-overall-equipment-effectiveness/oee-as-a-financial-kpi>

## **13. Інформаційні ресурси**

1. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=454>
2. <https://wikipedia.org>
3. <https://victoria.lviv.ua>
4. <https://dl.sumdu.edu.ua>
5. <https://statsoft.ru>
6. <https://users.kpi.kharkov.ua>
7. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
8. [http://om.univ.kiev.ua/users\\_upload/15/upload/file/pr\\_lecture\\_10.pdf](http://om.univ.kiev.ua/users_upload/15/upload/file/pr_lecture_10.pdf)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>