

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

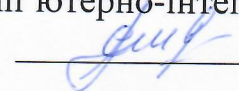
 (Каплун В.В.)
“17” _____ 2024 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І. І. Мартиненка
Протокол № 1 від 15.08.2024 р.

В.о. завідувача кафедри
 (Опришко О.О.)

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОНП підготовки докторів філософії зі
спеціальності 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

 (Шворов С.А.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів
аграрного спрямування**

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: проф. каф., д.т.н., проф. Засць Н.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

1.Опис навчальної дисципліни

Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній рівень		
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітньо-наукова програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	3
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	12 год.
Самостійна робота	100 год.	130 год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – вивчення теоретичних засад інтелектуальних систем, котрі застосовуються при керуванні та автоматизації об'єктів аграрного напрямку, що дасть змогу у спеціалізованих програмних середовищах синтезувати відповідні моделі технологічних процесів (об'єктів), із використанням яких розробити та реалізувати ефективні алгоритми керування ними.

Завдання:

- ефективно засвоїти комплекс спеціальних дисциплін – теорія автоматичного керування, автоматизація технологічних процесів, автоматизовані системи керування, моделювання і оптимізація систем керування, проектування систем автоматики тощо;
- застосовувати набуті знання при виконанні дисертаційного дослідження;
- по завершенню навчання набуті знання із інтелектуальних підходів моделювання та керування дадуть змогу аспіранту ефективно вирішувати практичні задачі інтелектуалізації систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування.

Дисципліна «Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування» забезпечує формування таких компетентностей:

Інтегральна компетентність. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, 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);

Спеціальні компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, 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, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен показати певні програмні результати навчання, а саме:

РН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій 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 та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних, 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.

РН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви	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	
Модуль 1. Нейронні мережі в системах управління														
Тема 1. Інтелектуалізація систем автоматизації як метод підвищення енергоефективності виробництва. Характеристики та основні властивості нейронних мереж	1	12	2				10	12					12	
Тема 2. Навчання та перенавчання нейронних мереж.	2	18	2		6		10	16	1		3		12	
Тема 3. Персептрони. Алгоритми навчання й використання гібридних мереж.	3	12	2				10	13	1				12	
Тема 4. Аналіз даних.	4	18	2		6		10	16	1		3		12	
Тема 5. Нейронні мережі в системах управління	5	12	2				10	13	1				12	
Разом за змістовим модулем 1	22		10		12		50	70	4		6		60	
Модуль 2. Методи і засоби інтелектуалізації систем управління														
Тема 1. Властивості мереж Петрі і задачі їхнього аналізу. Класифікація нечітких мереж Петрі	6	12	2				10	15	1				14	
Тема 2. Генетичні алгоритми. Моделі генетичних алгоритмів	7	18	2		6		10	17	1		2		14	
Тема 3. Нечітка логіка. Дослідження нечітких множин.	8	12	2				10	15	1				14	
Тема 4. Задачі регресії, класифікації та прогнозування	9	18	2		6		10	16			2		14	
Тема 5. Бази знань. Особливості створення бази знань для об'єктів аграрного спрямування	10	18	2		6		10	17	1		2		14	
Разом за змістовим модулем 2	28		10		18		50	80	4		6		70	
Усього годин	150		20		30		100	150	8		12		130	

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ідентифікація статичних лінійних об'єктів за допомогою нейронних мереж на прикладі об'єкта досліджень дисертаційної роботи	6
2	Ідентифікація статичних нелінійних об'єктів за допомогою нейронних мереж на прикладі об'єкта досліджень дисертаційної роботи	6
3	Ідентифікація динамічних об'єктів за допомогою нейронних мереж на прикладі об'єкта досліджень дисертаційної роботи	6
4	Створення і навчання нейрорегуляторів та їх порівняння із лінійними регуляторами	6
5	Проектування бази знань для підтримки прийняття керуючих рішень при управлінні біотехнічними об'єктами	6

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка архітектури та навчання декількох нейронних мереж, аналіз та порівняння створених нейронних мереж та вибір кращої (на прикладі системи прогнозування температури в теплиці).	20
2	Побудова експертної системи керування (на прикладі технологічного процесу сушки зерна).	20
3	Застосування fuzzy- систем для управління біотехнічними об'єктами. Дослідження нечітких множин та нечітких нейронних мереж	30
4	Бази знань. Особливості створення бази знань для об'єктів аграрного спрямування. Створення експертної системи на прикладі об'єкта дисертаційних досліджень.	30
	Разом	100

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами.

1. Історія розвитку теорії штучних нейромереж.
2. Біологічні нейрони та їх фізичні моделі.
3. В чому полягає процес функціонування системи автоматичного керування?
4. Наведіть приклади класифікації систем автоматичного керування.
5. Дайте порівняльну характеристику принципам керування.
6. Перерахуйте основні вимоги до АСР.
7. В чому полягає зміст основних задач аналізу та синтезу автоматичних систем?
8. Чим характеризуються статичні та динамічні режими роботи?
9. Наведіть приклад лінійних та нелінійних статичних характеристик.
10. В чому полягає лінеаризація нелінійних характеристик і які методи для цього використовуються?

11. Проаналізуйте особливості процесів керування з різними регуляторами.
12. Охарактеризуйте зворотні зв'язки в автоматичних регуляторах, наведіть їх рівняння та передаточні функції.
13. Моделі нейроеlementів. Поняття: синапс, ваговий коефіцієнт, поріг, дискримінантна функція, функція активації, персептрон.
14. Біологічний і формальний нейрони: подібність та відмінності.
15. Функції активації формальних нейронів та їх вплив на навчання нейромереж.
16. Метод найменших квадратів як основа алгоритму Уідроу-Хоффа.
17. Можливості і властивості одношарових персептронів
18. Лінійна роздільність і лінійна нероздільність класів.
19. Загальне уявлення про навчання нейромереж. Характеристики процесу навчання.
20. Вимоги до навчальних вибірок даних.
21. Класифікація та види моделей нейромереж.
22. Властивості штучних нейромереж.
23. Повнозв'язні НМ Хопфілда. Псевдоінверсне навчальне правило, проективний алгоритм настроювання ваг.
24. Застосування НМ для асоціативного пошуку інформації.
25. Ефект Городничого та перспективи й методи його використання.
26. Алгоритм рознасичення синаптичної матриці мережі Хопфілда.
27. Мережі Хопфілда у задачах комбінаторної оптимізації.
28. Нейронна мережа SOM.
29. Нейронна мережа LVQ.
30. Нейромережа "SOM-АЗП".
31. Застосування мереж Кохонена у задачах кластер-аналізу та геоінформаційних системах.
32. Багатошаровий персептрон.
33. Алгоритм зворотнього поширення помилки.
34. Градієнтні алгоритми навчання багатошарових нейромереж.
35. Критерії порівняння моделей та градієнтних алгоритмів навчання нейромереж прямого поширення.
36. Евристичний алгоритм прискорення навчання нейромереж.
37. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів двошарового персептрона.
38. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів тришарового персептрона.
39. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів п'ятишарового персептрона.
40. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів шестишарового персептрона.
41. Методи навчання радіально-базисних нейромереж.
42. Застосування кластер-аналізу при навчанні радіально-базисних нейромереж.

43. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів багатoshарового персептрона.
44. Еволюційні алгоритми в задачах синтезу архітектури нейромережевої моделі.
45. Відбір ознак за допомогою генетичних алгоритмів.
46. Навчання нейромереж на основі еволюційної адаптації.
47. Нейронні мережі у пакеті MATLAB. Модуль Neural Network Toolbox.
48. Пакет Statistica Neural Networks.
49. Пакет Brain Maker Pro.
50. Архітектура експертної системи.
51. База правил.
52. Визначення структури фрейму як моделі подання знань про поняття.
53. Визначення переваг та недоліків фреймів.
54. Використання метазнань для обмеження області пошуку рішень.
55. Впровадження в промислову експлуатацію.
56. Евристичний пошук.
57. Етап інтерпретації. Етап концептуалізації. Етап тестування.
58. Етапи проектування експертної системи. Етап формалізації. Дослідна експлуатація.
59. Інтерпретатор правил.
60. Інтерфейс користувача експертної системи.
61. Класифікація фреймів.
62. Концепція “швидкого прототипу”.
63. Машина логічного виведення.
64. Механізм виведення в продукційній системі.
65. Модель бази знань в поєднанні фреймового і мережного подання.
66. Модуль придбання знань.
67. Особливості модифікації і супроводу в експлуатації експертної системи.
68. Підсистема роз'яснень.
69. Принципи наслідування інформації у фреймовій мережній моделі
70. Продукційні моделі: Основні визначення.
71. Пряме та зворотне виведення.
72. Робоча пам'ять у продукційній системі.
73. Склад розроблювачів експертної системи, роль і задачі кожного з членів групи.
74. Стратегії керування виведенням.
75. Структури даних фрейму.
76. Управління виведенням у продукційній системі.
77. Формальний опис фрейму.
78. Фреймові мережі.
79. Фреймові моделі.
80. Характеристика продукційних моделей.
81. Цикл роботи інтерпретатора правил.

82. Нечітка логіка. Поняття лінгвістичної перемінної. Зіставлення значень лінгвістичної перемінної з реальними даними. Фаззифікація.
83. Нечітка логіка. Універсальна множина. Нечітка множина. Нечітка підмножина. Ступінь належності.
84. Узагальнення нечітких експертних оцінок з метою одержання виду функцій належності.
85. Нечітка логіка. Функція приналежності. Способи опису функції належності.
86. Нечітка логіка. Функція приналежності. Стандартні форми функції належності.
87. Нечітка логіка. Нечіткі множини. Властивості нечітких множин.
88. Нечітка логіка. Нечіткі множини. Операції з нечіткими множинами.
89. Нечіткі алгоритми. Прийняття рішень на основі нечітких алгоритмів.
90. Передумови і загальні принципи побудови систем керування на основі нечіткої логіки.
91. Блок-схема нечіткого регулятора. Етапи формування керуючих впливів. Дефаззифікація. Методи дефаззифікації.
92. Нечіткий регулятор: постановка задачі, алгоритм розрахунку керуючого впливу по відхиленню значення регульованої змінної від уставки.
93. Нечіткий регулятор: постановка задачі, алгоритм розрахунку керуючого впливу по відхиленню значення регульованої змінної від уставки і зміні регульованої перемінної.
94. Приклади і призначення систем керування з традиційними і нечіткими регуляторами.
95. Моделі на базі нейро-нечітких мереж.
96. Недетермінованість управління виведенням та евристичні знання.
97. Нечітка кластеризація як підхід до подання знань.
98. Порівняння методів побудови нечіткого логічного виведення Мамдані та Сугено.
99. Створення нечітких моделей у пакеті MATLAB.
100. Функції пакету MATLAB для створення нейро-нечітких мереж.

7. Методи навчання

- словесний метод (лекція, дискусія);
- практичний метод (лабораторні роботи);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування);
- самостійна робота (виконання завдань).

8. Форми контролю

Відповідно до Положення про екзамени та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України визначені наступні види контролю знань здобувачів вищої освіти: поточний контроль та підсумкова атестація. Форми та методи проведення поточного контролю та підсумкової атестації (екзамен) розробляються лектором дисципліни.

Розподіл балів, які отримують аспіранти. Оцінювання знань аспірантів відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України».

Рейтинг аспірантів, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

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

9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: конспект лекцій, навчальні плани, методичні вказівки до виконання лабораторних занять; електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, електронний курс - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=454>

10. Рекомендована література

Основна 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-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
4. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів: монографія. - К.: видавництво Ліра-К, 2016. - 312с <http://lira-k.com.ua/preview/12241.pdf>
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. Industrial automation systems and integration. Key technical and economic

indicators (KPIs) for managing production operations. ISO 22400-2: 2016. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data/637/63776.pdf>

8. Arena P., Fortuna L., Muscato G., Xibilia M. 2017. Neural Networks in Multidimensional Domains. Fundamentals and New Trends in Modelling and Control (Lecture Notes in Control and Information Sciences)

9. Sivanandam S., Deepa S. Introduction to Genetic Algorithms. Berlin, Heidelberg, 2008.

Додаткова література

1. Lin F. Robust control design: an optimal control approach. John Wiley & Sons Ltd, 2017. 364 p.

2. Montgomery Douglas C. Introduction to statistical quality control. 2019. 754 p.

3. OEE as a financial KPI. Сайт ABB GROUP. URL: <https://new.abb.com/cpm/production-optimization/oeo-overall-equipment-effectiveness/oeo-as-a-financial-kpi>

4. Лисенко В.П., Дудник А.О., Лендел Т.І. Особливості автоматизації у спорудах закритого ґрунту: монографія. – К: ЦП "Компринт", 2017. – 157 с.

5. Інтелектуальні системи : підручник / за наук. ред. д.т.н., проф. В. В. Пасічника ; В. В. Литвин, В. В. Пасічник, Ю. Я. Яцишин. – 2-ге видання, стереотипне. – Львів : «Новий Світ-2000», 2024. – 397 с.

6. Технології підтримки процесів прийняття рішень: підручник / Верес О.М., Катренко А.В., Пасічник В.В. – Львів : Видавництво «Новий Світ-2000», 2024. -568 с.

11. Інформаційні ресурси

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=454> - електронний курс навчальної дисципліни Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування.

<http://www.google.com.ua> – пошуковий сайт.

<http://nubip.edu.ua/> – головна сторінка НУБіП України.

<https://nubip.edu.ua/departament/ars> – кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка.

<https://nubip.edu.ua/faculty/nni-eaie> – навчально-інформаційний портал ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження.

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

<https://nubip.edu.ua/node/119983> – Лабораторія робототехніки аграрного призначення.

<https://www.imena.ua/blog/5-directions-of-development-of-robotics/> – 5 основних напрямків розвитку робототехніки: [Електрон. ресурс].

<https://dspace.duet.edu.ua/items/2ef5e726-4706-47c2-8499-d7dfeafa5a43> – Інтелектуальні системи: Навчальний посібник (Державний університет економіки і технологій).