
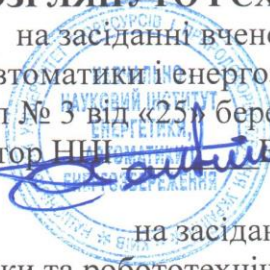


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

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


ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної
роботи, професор
В.Д. Шинкарук
« 05 » _____ 09 _____ 2022 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО:
на засіданні вченої ради ННІ
енергетики, автоматики і енергозбереження
протокол № 3 від «25» березня 2022 р.
Директор ННІ _____ В.В. Каплун

на засіданні кафедри
автоматики та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка
протокол № 30 від « 14 » березня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного
спрямування»
(назва навчальної дисципліни)

галузь знань - 14 «Електрична інженерія»
(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальність - 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий рівень)

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: Заєць Наталія Анатоліївна, доцент кафедри автоматики та
робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, д.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2022 р.

Опис навчальної дисципліни
«Інтелектуалізація систем автоматизації сучасних об'єктів аграрного
спрямування»
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній рівень		
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»	
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	20 год.	20 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	30 год.
Самостійна робота	100 год.	100 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у аспірантів компетентностей (та їх складових):

загальних:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

фахових:

ФК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей.

ФК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень.

ФК03. Здатність демонструвати розуміння вимог до надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.

ФК04. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

ФК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

ФК07. Здатність ініціювати, розробляти і реалізувати комплексні інноваційні проекти в електричній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

ФК09. Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

У результаті вивчення дисципліни аспірант повинен досягнути наступних програмних результатів навчання:

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми електричної інженерії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для

обґрунтування висновків належні докази, зокрема результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

PH04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у електричній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

PH06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

PH07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми електричної інженерії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

1. Опис навчальної дисципліни

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУЧАСНИХ ОБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній рівень	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	третій (освітньо-науковий) рівень
Напрямок підготовки	
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»
Спеціалізація	
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	<i>Залік</i>
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	

	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	20 год.	20 год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	30 год.
Самостійна робота	100 год.	100 год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	

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	
Розділ 1.														
Тема 1. Інтелектуалізація систем автоматизації як метод підвищення енергоефективності виробництва. Характеристики та основні властивості нейронних мереж		2	2				10	2	2					10
Тема 2. Навчання та перенавчання нейронних мереж.		8	2		6		10	8	2		6			10
Тема 3. Персептрони. Алгоритми навчання й використання гібридних мереж.		2	2				10	2	2					10
Тема 4. Аналіз даних.		8	2		6		10	8	2		6			10
Тема 5. Нейронні мережі в системах управління		2	2				10	2	2					10
Разом за змістовим модулем 1	22		10		12		50	22	10		12			50
Розділ 2.														
Тема 1. Властивості мереж Петрі і задачі їхнього аналізу. Класифікація нечітких мереж Петрі		2	2				10	2	2					10
Тема 2. Генетичні алгоритми. Моделі генетичних алгоритмів		8	2		6		10	8	2		6			10
Тема 3. Нечітка логіка. Дослідження нечітких множин.		2	2				10	2	2					10
Тема 4. STATISTICA Neural Networks для задач регресії, класифікації та прогнозування		8	2		6		10	8	2		6			10
Тема 5. Бази знань. Особливості створення бази знань для об'єктів аграрного спрямування		8	2		6		10	8	2		6			10
Разом за змістовим модулем 2	28		10		18		50	28	10		18			50

Усього годин	40	20		20		260	40	20		20		260
Курсовий проект (робота) з _____ _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	50	20		30		100		20		30		100

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).	30
2	Побудова експертної системи керування (на прикладі технологічного процесу сушки зерна).	30
3	Застосування fuzzy- систем для управління біотехнічними об'єктами. Дослідження нечітких множин та нечітких нейронних мереж	20
4	Бази знань. Особливості створення бази знань для об'єктів аграрного спрямування. Створення експертної системи на прикладі об'єкта дисертаційних досліджень.	20
	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 нейроелементів. 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 нерозділеність 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. Найромережа "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 багат шарового 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

Методи активного навчання використовуються для тренування та розвитку творчого мислення студентів, формування в них відповідних практичних умінь та

навичок. Вони стимулюють і підвищують інтерес до занять, активізують та загострюють сприймання навчального матеріалу.

Методи активного навчання: ділова гра, розігрування ролей, аналіз конкретних ситуацій, активне програмове навчання, ігрове проектування та проблемна лекція.

Ділова гра включає наявність ігрового моделювання та розподіл ролей між учасниками гри; наявність загальної мети всього ігрового колективу, досягнення якої забезпечується взаємодією учасників гри, підкоренням їх різнобічних інтересів цій загальній меті.

Розігрування ролей є простішим методом порівняно з діловою грою, що потребує менших затрат часу та засобів на розробку та впровадження. Взаємодія учасників ігрового заняття може здійснюватися, зокрема, у вигляді дискусій.

Аналізу конкретних ситуацій як нетрадиційного методу навчання властиві наявність складної задачі чи проблеми, формулювання викладачем контрольних запитань з даної проблеми, обговорення можливих варіантів її вирішення.

Метод активного програмового навчання характеризується однією специфічною рисою – поінформованістю викладача у правильному чи найоптимальнішому вирішенні поставленої перед студентами проблеми.

В принципі методи активного програмового навчання та ігрового проектування можуть розглядатися як різновидності методу аналізу ситуацій. Їх виділення пов'язане з суттєвими відмінностями призначення, областей використання та масштабу ситуацій, що розглядаються.

Що стосується методу ігрового проектування, то при його використанні відсутнє наперед відоме вирішення поставленої перед студентами задачі. На відміну від методу аналізу ситуацій для даного методу, процес проектно-конструкторського вироблення варіантів вирішення, їх захисту та обговорення може тривати кілька тижнів.

Проблемною є лекція, що містить у собі проблемні, дискусійні твердження, варіанти вирішення яких досягаються обов'язковим обговоренням їх між усіма присутніми. Цьому передують монолог викладача, в якому він вводить слухачів у проблему, вказує на можливі підходи до її аналізу на матеріалі співставлення різних факторів та теорій і знайомить з деякими умовами та прецедентами її розв'язання, створюючи тим самим ґрунт для подання проблеми.

8. Форми контролю

Під час вивчення предмету враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

У ході навчання використовуються попередній (вхідний), поточний, рубіжний і підсумковий контроль.

Основними формами контролю знань аспірантів є контроль на лекції, на лабораторних заняттях, у позанавчальний час, на консультації, заліку.

Контроль на лекції проводиться як вибіркоче усне опитування аспірантів або із застосуванням тестів за раніше викладеним матеріалом, особливо за розділами курсу, які необхідні для розуміння теми лекції, що читається, або ж для встановлення ступеня засвоєння матеріалу прочитаної лекції (проводиться за звичай у кінці першої або на початку другої години лекції).

Поточний контроль на лабораторних заняттях проводиться у таких формах:

1. Вибіркове усне опитування перед початком занять.
2. Фронтальна перевірка виконання домашніх завдань.
3. Виклик до дошки окремих аспірантів для самостійного розв'язування задач, письмові відповіді на окремі запитання, дані на лабораторному занятті.
4. Оцінка активності аспіранта у процесі занять, внесених пропозицій, оригінальних рішень, уточнень і визначень, доповнень попередніх відповідей і т. ін.
5. Письмова (до 45 хв.) контрольна робота.

Контроль у позанавчальний час проводиться у таких формах:

1. Перевірка перебігу виконання домашніх завдань, науково-дослідних і контрольних робіт. Оцінюються якість і акуратність виконання, точність і оригінальність рішень, перегляд спеціальної літератури, наявність елементів дослідження, виконання завдання у встановленому обсязі відповідно до заданих строків.
2. Перевірка конспектів лекцій і рекомендованої літератури.
3. Перевірка і оцінка рефератів по частині лекційного курсу, який самостійно опрацьовується.
4. Індивідуальна співбесіда зі аспірантом на консультаціях.

Оцінювання аспірантів відбувається згідно з Положенням «Про екзамен та заліки в НУБіП України» від 27.12.2019 р. протокол № 5 з табл. 1.

Оцінка національна	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг аспіранта, бали
Відмінно	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63

9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для

поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

10. Рекомендована література

Основна література

1. 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, 2014. – 336с. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
2. 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>
3. Poznyak A.S., Sanchez E.N. Dynamic neural networks for nonlinear control: Identification state estimation and trajectory tracking // World Scientific. 2001. London. – P.102-120.
4. Лисенко В.П., Кузьменко Б.В. – Спеціальні розділи вищої математики (Нечіткі множини) – К.: НАУ, 2004 р.- 83 с.
5. Kevin M. Passino, Stephen Yurkovich Fuzzy Control – Ohio State University, 2001 у. – 572 р.
6. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications. – McGraw-Hill, 1995. – 600 р.
7. Zadeh L.A. Fuzzy logiC. – IEEE Transactions on Computer, vol. 21, no. 4 1988, pp. 83-93.
8. Круглов В.В. и др. Искусственные нейронные сети. Теория и практика - М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
9. Корчемний М.О., Лисенко В.П., Чапний М.В. Нейронні мережі. – К.: НАУ, 2008. – 156 с.
10. Рідкокаша А.А., Голдер К.К. Основи систем штучного інтелекту. Навчальний посібник. – Черкаси: "ВІДЛУННЯ-ПЛЮС", 2002. – 240 с.
11. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер с польск. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 452 с.

Допоміжна:

1. Леоненков А.В. – Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH - СПб: БХВ-Петербург, 2003 г. – 736 с
2. Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
3. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.
4. Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2002. – 145 с.
5. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.

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. <https://neuroschool.narod.ru>
8. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
9. http://om.univ.kiev.ua/users_upload/15/upload/file/pr_lecture_10.pdf
10. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>