

**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**

**" НЕЙРОІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ КЕРУВАННЯ  
БІОТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ "**

**Спеціальність - 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

**Освітній ступень – „Магістр”**

**Київ 2020**

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

\_\_\_\_\_ (Козирський В.В.)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри АРС  
Протокол № 37 від “ 19” 06. 2020 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (Лисенко В. П.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НЕЙРОІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ КЕРУВАННЯ  
БІОТЕХНІЧНИМИ ОБ’ЄКТАМИ**

Спеціальність - **151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології**

(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

( назва факультету)

Розробники: доц., д.т.н. Заєць Н.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Нейроінформаційні мережі керування біотехнічними об'єктами (назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<u>магістр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	<b>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</b>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / <b>вибіркова</b>	
Загальна кількість годин	100	
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	20 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	20 год.	год.
Самостійна робота	60 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – вивчення теоретичних засад функціонування нейроінформаційних 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 автоматики 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні засади побудови систем нечіткої логіки, нейронних мереж, нечітких нейронних мереж та систем генетичного алгоритму;
- особливості реалізації інтелектуальних систем на виробництві стосовно конкретних об'єктів, установок і обладнання механізації та електрифікації виробничих процесів.

**вміти:**

- із використанням спеціалізованого програмного середовища синтезувати нейроінформаційні системи;
- складати алгоритми функціонування нейроінформаційних систем стосовно конкретних технологічних процесів (об'єктів);
- застосовувати інтелектуальний підхід у контексті підвищення енергоефективності функціонування технологічного об'єкта.

**3. 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		2	2		2									
Тема 2. Властивості і топологія нейронних мереж		2	2		2		5							
Тема 3. Навчання нейронних мереж		2	2		2		5							
Тема 4. Перенавчання нейронних мереж та їх різновиди.		2	2		2		10							
Тема 5. Використання нейронних мереж. Персептрони.		2	2		2		10							
Разом за змістовим модулем 1	60		10		10		30							

**Змістовий модуль 2. Основні концепції нечіткої логіки**

Тема 1. Історичні аспекти виникнення нечіткої логіки. Нечіткі множини.		2	2		2								
Тема 2. Операції над нечіткими множинами.		2	2		2		5						
Тема 3. Нечітка і лінгвістична змінні.		2	2		2		5						
Тема 4. Механізми і алгоритми нечітких висновків.		2	2		2		10						
Тема 5. Спрощений алгоритм нечіткого висновку. Методи приведення до нечіткості.		2	2		2		10						
Разом за змістовим модулем 2	60		10		10		30						
Усього годин	100		20		20		60						
Курсовий проект (робота) з _____			-		-		-			-		-	
(якщо є в робочому навчальному плані)													
Усього годин	100		20		20		60						

**4. Теми семінарських занять**

**5. Теми практичних занять**

**6. 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) та використання нейронних мереж.	2
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 Уїдроу-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, проєктивний 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. Найромережа "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 персептрона.
28. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів тришарового персептрона.
29. Евристичний алгоритм синтезу та налагодження вагових коефіцієнтів п'ятишарового персептрона.

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 багат шарового 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 навчаннях?
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) Автоматизоване управління технологічними процесами  
 Форма навчання денна  
 Семестр 3 Курс 2  
 ОКР «Бакалавр»  
 Кафедра Автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка  
 Дисципліна НМКБО  
 Викладач (Заєць Н.А.)  
 «Затверджую»  
 Завідувач кафедри Лисенко В.П.  
 «30» черня 2018 р.

ПАКЕТ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Варіант № 1

50	Питання 1. До операцій систем генетичного алгоритму відносяться:
1.	кросове, мутація
2.	перехрещення, додавання
3.	сполучення, динамізація
4.	альтернатива, перспектива

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

50	Питання 3. Біологічний нейрон складається з:
1.	мікрохромосом
2.	відростків кровоносних судин
3.	аксона та дендритів
4.	аксона, дендритів, тіла, соми

50	Питання 4. Математична модель нейрона:
1.	$Y = ax + b$
2.	$Y = (a+b) * (v+d)$
3.	$Y = \sum wx + b$
4.	$Y = (\sum wx + b) / 2$

50	Питання 5. До активаційних функцій відносяться:
1.	функція одиничного стрибка
2.	функція одиничного стрибка і сигмоїди
3.	лінійний поріг
4.	всі зазначені

50	Питання 6. Мережі, де кожен нейрон передає свій вихідний сигнал іншим нейронам наступного шару
1.	зустрічного розповсюдження
2.	багатошарова паралельна
3.	од шарова паралельна
4.	повнозв'язна

75	Питання 7. Типовий алгоритм навчання нечіткої нейронної мережі складається із такої кількості кроків
1.	2
2.	4
3.	5
4.	6

75	Питання 8. Асоціативність операцій алгебраїчного перетину нечітких множин:
1.	$A + (B + C) = (A * B) + C$
2.	$A + (B + C) = (A + B) - C$
3.	$A + (B + C) = (A + B) + C$
4.	$A - (B + C) = (A + B) + C$

75	Питання 9. Робота Хета-Нільсена використовує функцію:
1.	перервну однієї змінної.
2.	неперервну однієї змінної
3.	перервну двох змінних
4.	неперервну двох змінних

100	Питання 10. Скільки існує наслідків теореми Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нільсен
1.	3
2.	2.
3.	4
4.	1

100	Питання 11. Формула розрахунку кількості нейронів двошарової мережі
1.	$L = Lw / (n+m)$
2.	$L = Lw / (n+m+c)$
3.	$L = Lw * (n+m)$
4.	$L = 2 * Lw / (n+m)$

75	Питання 12. Скільки кроків у навчанні типової мережі з учителем:
1.	4
2.	5
3.	6
4.	7

100	Питання 13. Логіка взаємодії між інформаційними об'єктами базується на концепції:
1.	формування відношень асоціацій між неоднорідностями
2.	формування відношень асоціацій між однорідностями
3.	формування перетинів асоціацій між однорідностями
4.	формування перетинів асоціацій між неоднорідностями

75	Питання 14. Функція 2-ох змінних називається трикутковою нормою (t-нормою) якщо щодо неї виконуються вимоги:
1.	асоціативність, комутативність, монотонність
2.	обмеженість, асоціативність, комутативність, монотонність, лінійність
3.	обмеженість, асоціативність, комутативність, монотонність, нелінійність
4.	обмеженість, асоціативність, комутативність, монотонність.

75	<b>Питання 15. Якими методами проводиться інтегрування та усереднення поточних значень вимірюваних величин?</b>
1.	найменших квадратів, градієнтним
2.	непрямими методами
3.	прямокутників, трапецій +
4.	методами покоординатного спуску

100	<b>Питання 16. Алгоритм навчання перцептрона із учителем складається із кроків:</b>
1.	4
2.	5
3.	6
4.	7

100	<b>Питання 17. Нейронні мережі зустрічного розповсюдження складаються із:</b>
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	<b>Питання 18. Скільки кроків навчання у нейронній мережі Хопфілда ?</b>
1.	1
2.	2
3.	3
4.	4

75	<b>Питання 19. Логічне заперечення:</b>
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	<b>Питання 20. Скільки властивостей має мережа адаптивної резонансної теорії АРТ</b>
1.	1
2.	5
3.	9
4.	3

50	<b>Питання 21. Скільки шарів у когнітрона?</b>
1.	2
2.	3
3.	5
4.	6

50	<b>Питання 22. Для двунправленої асоціативної мережі кількість векторів пам'яті не повинно перевищувати:</b>
1.	$n/2 * \log_2 n$
2.	$n/4 * \log_2 n$
3.	$4 * n/3 * \log_2 n$
4.	$n/2 * \log_3 n$

50	<b>Питання 23. Некогнітрон відноситься до:</b>
1.	нестабільних мереж
2.	самоорганізуючих
3.	адаптивних
4.	метастабільних

100	<b>Питання 24. Які із нейронів входять до складу некогнітрона: 1 – складні; 2 – типові; 3 – прості; 4 – адитивні; 5 – формалізовані.</b>
-----	--

1.	всі
2.	1,3
3.	2,4,5
4.	1,2,3,5

75	<b>Питання 25. Топологія мережі може бути :</b>
1.	централізованою, децентралізованою, комбінованою
2.	магістральною, радіальною, кільцевою, деревовидною або довільною .
3.	магістральною, радіальною, децентралізованою, комбінованою
4.	централізованою, кільцевою, деревовидною або довільною

75	<b>Питання 26. Знак “≡” відноситься до нечіткої ...</b>
1.	ідентичності
2.	Еквівалентності .
3.	амплікації
4.	дуплікації

100	<b>Питання 27. Існують наступні операції над нечіткими множинами:</b>
1.	додавання, агрегування, різниці
2.	множення та ділення
3.	перетину, різниці, об'єднання
4.	композиції, перетину та піднесення до степеня

100	<b>Питання 28. Поставте у вірній послідовності елементи алгоритму створення систем нечіткого виведення: 1 – формування бази даних; 2 – агрегування підумов; 3 – акумуляція висновків; 4 – фазифікація вхідних змінних; 5 – активізація підвисновків</b>
1.	1, 2, 3, 4, 5
2.	5, 3, 1, 2, 4
3.	1, 4, 2, 5, 3
4.	4, 3, 1, 5, 2

100	<b>Питання 29. Процес отримання звичайного (не нечіткого) значення ...</b>
1.	деактивація
2.	дазифікація
3.	дефазифікація .
4.	укрупнення

100	<b>Питання 30. Процедура знаходження степені істинності кожного із під висновків правил нечітких продукцій – це ...</b>
1.	агрегування
2.	продукція
3.	аккумуляція
4.	активація

## 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**

### **– основна**

1. Пугачев В.С. Основы автоматического управления. – М.: Наука, 1974. – 720 с.
2. 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.
3. Лисенко В.П., Кузьменко Б.В. – Спеціальні розділи вищої математики (Нечіткі множини) – К.: НАУ, 2004 р.- 83 с.
4. Kevin M. Passino, Stephen Yurkovich Fuzzy Control – Ohio State University, 2001 у. – 572 р.
5. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications. – McGraw-Hill, 1995. – 600 р.
6. Zadeh L.A. Fuzzy logiC. – IEEE Transactions on Computer, vol. 21, no. 4 1988, pp. 83-93.
7. Круглов В.В. и др. Искусственные нейронные сети. Теория и практика - М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
8. Советов Е. Я. Моделирование систем. Учебн. для вузов.-М: Высшая школа, 1985.-271 с.
9. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии: Учебник для вузов. 4-е изд., перер.. доп.- М.: Химия, 1985.- 488 с.
10. Железнов И.Г. Сложные технические системы (оценка характеристик). Учебн. пособие для техн. вузов.- М.: Высшая школа, 1984.- 119 с.
11. Балакирев Б.С., Дудников Е.Г., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления.- М: Энергия, 1967. -232с.
12. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов.-М.: Энергия, 1979.- 240с.
13. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем.-К.: Вища школа, 1988.- 359 с.
14. Корчемний М.О., Лисенко В.П., Чапний М.В. Нейронні мережі. – К.: НАУ, 2008. – 156 с.
15. Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. - М.: Мир, 1989.- 220 с.
16. Прикладные нечеткие системы / Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др./Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено.- М.: Мир, 1993. – 368 с.
17. Приобретение знаний / Под ред. С. Осуги, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990. – 304 с.
18. Рідкокаша А.А., Голдер К.К. Основы систем штучного інтелекту. Навчальний посібник. – Черкаси: "ВІДЛУННЯ-ПЛЮС", 2002. – 240 с.
19. 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. Скурихин Е.М. и др. Математическое моделирование.- К.: Техника, 1983.- 270 с.
3. Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
4. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.
5. Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2002. – 145 с.
6. Осуга С. Обработка знаний. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. <https://wikipedia.org>
2. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
3. [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)
4. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>