

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового інституту

«Українська інженерно-педагогічна академія»

Денис КОВАЛЕНКО

2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання**

**в системах управління**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво  
(шифр і назва)

спеціальність G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка  
(шифр і назва)

освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни Обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

інститут Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту  
«Українська інженерно-педагогічна академія»

« 25 » червня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Василець Тетяна Юхимівна, кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри АМЕТ

Програму схвалено на засіданні кафедри  
Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 06 » червня 2025 року № 12

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних  
технологій

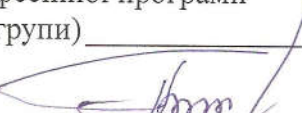
  
(підпис)

Канюк Г.І.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми  
(керівником проектної групи)

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
(назва освітньої програми)

Гарант освітньо-професійної програми  
(керівник проектної групи)

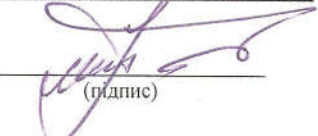
  
(підпис)

Канюк Г.І.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією  
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»  
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 24 » червня 2025 року № 7

Голова науково-методичної комісії Навчально наукового інституту  
«Українська інженерно-педагогічна академія»

  
(підпис)

Петров С.В  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

другий (магістерській)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення дисципліни є надання студентам магістерської програми теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розробки, дослідження та впровадження сучасних методів інтелектуального управління на основі нейронних мереж та нечіткого моделювання. Дисципліна спрямована на підготовку майбутніх фахівців, здатних вирішувати складні завдання автоматизації та управління в умовах невизначеності та нелінійності, використовуючи інноваційні технології штучного інтелекту

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

1. Ознайомлення з теоретичними основами нейронних мереж і нечіткої логіки.
  - Вивчення принципів роботи штучних нейронних мереж (ШНМ), їх різновидів, архітектур і застосувань.
  - Розуміння основ нечіткої логіки, включаючи поняття нечітких множин, нечітких висловлювань і нечітких систем управління.
2. Оволодіння методами проектування інтелектуальних систем управління.
  - Навчання принципам проектування нейронних мереж та систем нечіткого управління для моделювання та оптимізації реальних процесів.
  - Формування вмінь застосовувати методи гібридних систем, що поєднують нейронні мережі і нечітку логіку, для підвищення ефективності управління складними динамічними процесами.
3. Розвиток практичних навичок моделювання.
  - Опанування інструментів для моделювання нейронних мереж та нечітких систем управління в середовищі MATLAB, Simulink.
  - Вміння налаштовувати параметри нейронних мереж, тренувати їх та аналізувати якість навчання.
4. Аналіз і вирішення задач управління в умовах невизначеності та складної динаміки.
  - Оволодіння методами нечіткого управління, що дозволяють керувати системами в умовах невизначеності даних та змінних параметрів.
  - Розробка алгоритмів управління, здатних адаптуватися до змін середовища, за допомогою нейронних мереж та нечітких систем.
5. Дослідження можливостей інтеграції інтелектуальних систем управління.
  - Вивчення можливостей і обмежень інтеграції нейронних мереж та нечіткої логіки в автоматизовані системи управління виробничими та технологічними процесами.

- Розробка методів підвищення продуктивності та ефективності управління за допомогою інтелектуальних технологій.
6. Розвиток аналітичних і дослідницьких навичок.
- Проведення наукових досліджень в області нейронних мереж та нечітких систем.
  - Здатність аналізувати сучасні наукові праці та впроваджувати новітні досягнення у практику розробки систем управління.

### 1.3. Кількість кредитів

5

### 1.4. Загальна кількість годин

150

| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни |                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Обов'язкова / за вибором                  |                                     |
| Денна форма навчання                      | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки                            |                                     |
| 1-й                                       | 1-й                                 |
| Семестр                                   |                                     |
| 2-й                                       | 2-й                                 |
| Лекції                                    |                                     |
| 32 год.                                   | 8 год.                              |
| Практичні, семінарські заняття            |                                     |
| 16 год.                                   | 6 год.                              |
| Лабораторні заняття                       |                                     |
| год.                                      | год.                                |
| Самостійна робота                         |                                     |
| 102 год.                                  | 136 год.                            |
| у тому числі індивідуальні завдання       |                                     |
| год.                                      |                                     |

### 1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК1. 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.

ФК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ФК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

ФК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

### 1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

ПРН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв

ПРН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

ПРН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

1.8. Пререквізити: Студент повинен володіти знаннями з теорії автоматичного керування, математичного моделювання, методів програмування та цифрових технологій, отриманими під час попереднього етапу навчання. Необхідними є також знання, набуті під час вивчення дисциплін першого семестру магістратури: Програмування та цифрові технології в автоматизованих системах керування, Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Застосування нейромережевих технологій в системах управління*

*Тема 1. Основні поняття і структурні схеми штучних нейронних мереж*

Галузі застосування штучних нейронних мереж. Нейромережевий підхід до управління. Біологічні основи функціонування нейрона. Структурна схема штучного нейрона: нейрон зі скалярним входом; функції активації нейрона; нейрон з векторним входом. Класифікація нейронних мереж і їх властивості. Здібності багатошарових мереж. Архітектура і властивості нейронних мереж прямого розповсюдження: одношарові мережі; багатошарові мережі; мережі прямого розповсюдження з сигмоїдальними функціями активації

*Тема 2. Навчання нейронних мереж*

Сутність процесу навчання. Явище перенавчання. Здібність узагальнення. Критерій якості навчання. Навчання одношарової мережі. Навчання багатошарової мережі. Метод зворотного розповсюдження помилки. Налаштування вагових коефіцієнтів мережі.

*Тема 3. Ідентифікація динамічних систем за допомогою нейронних мереж*

Моделі систем, використовувані при нейромережевій ідентифікації. Нейронні мережі як універсальні моделі. Побудова прямої і інверсної нейронної моделі об'єкту.

#### Тема 4. Синтез нейромережових систем управління з використанням системи MATLAB

Нейромережева система управління нелінійним динамічним об'єктом. Регулятори, реалізовані в пакеті прикладних програм Neural Network Toolbox системи MATLAB. Принцип побудови регулятора з прогнозом NN Predictive Controller. Синтез нейрорегулятора з прогнозом NN Predictive Controller з використанням системи MATLAB. Принцип побудови нейрорегулятора на основі моделі авторегресії з ковзаючим середнім NARMA-L2 CONTROLLER. Синтез нейрорегулятора NARMA-L2 CONTROLLER з використанням системи MATLAB4. Принцип побудови нейрорегулятора з еталонною моделлю MODEL REFERENCE CONTROLLER. Синтез нейрорегулятора MODEL REFERENCE CONTROLLER з використанням системи MATLAB.

#### Розділ 2. Застосування систем нечіткого висновку в задачах управління

##### Тема 1. Основи теорії нечітких множин і нечіткої логіки

Ефективність систем прийняття рішень, що використовують методи нечіткої логіки. Основні поняття нечіткої логіки. Операції над нечіткими множинами і відносинами. Нечіткі і лінгвістичні змінні, нечіткі числа. Нечіткі висновки. Використання систем нечіткого висновку в задачах управління.

##### Тема 2. Гібридні мережі

Основні поняття і визначення гібридних мереж. Алгоритми навчання і використання гібридних мереж. Нечіткий гібридний класифікатор.

##### Тема 3. Синтез нечітких регуляторів з використанням системи MATLAB

Призначення і можливості пакету Fuzzy Logic Toolbox. Графічний інтерфейс Fuzzy Logic Toolbox. Розробка моделі системи управління з нечітким регулятором. Формування бази правил системи нечіткого висновку. Розробка системи нечіткого висновку. Моделювання двомасової електромеханічної системи з нечітким регулятором

##### Тема 4. Побудова моделей динамічних об'єктів з використанням гібридних мереж.

Основні поняття і визначення гібридних мереж. Алгоритми навчання і використання гібридних мереж. Нечіткий гібридний класифікатор.

### 3. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем                                                          | Кількість годин |              |   |      |      |       |              |              |     |      |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|---|------|------|-------|--------------|--------------|-----|------|------|-------|
|                                                                               | денна форма     |              |   |      |      |       | заочна форма |              |     |      |      |       |
|                                                                               | 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    |
| <b>Розділ 1. Застосування нейромережових технологій в системах управління</b> |                 |              |   |      |      |       |              |              |     |      |      |       |
| Тема 1. Основні поняття і структурні схеми штучних нейронних мереж            | 18              | 4            | 2 |      |      | 12    | 18           | 1            | 0,5 |      |      | 16,5  |
| Тема 2. Навчання нейронних мереж                                              | 18              | 4            | 2 |      |      | 12    | 18           | 1            | 0,5 |      |      | 16,5  |
| Тема 3. Ідентифікація динамічних систем за допомогою нейронних мереж          | 16              | 4            | 2 |      |      | 10    | 14           | 1            | 1   |      |      | 12    |
| Тема 4. Синтез нейромережових систем управління з використанням сис-          | 24              | 4            | 2 |      |      | 18    | 26           | 1            | 2   |      |      | 23    |

|                                                                              |     |    |    |  |  |     |     |   |   |  |  |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|--|--|-----|-----|---|---|--|--|-----|
| теми MATLAB                                                                  |     |    |    |  |  |     |     |   |   |  |  |     |
| Разом за розділом 1                                                          | 76  | 16 | 8  |  |  | 50  | 76  | 4 | 4 |  |  | 68  |
| <b>Розділ 2. Застосування систем нечіткого висновку в задачах управління</b> |     |    |    |  |  |     |     |   |   |  |  |     |
| Тема 1. Основи теорії нечітких множин і нечіткої логіки                      | 24  | 4  | 2  |  |  | 18  | 24  | 1 |   |  |  | 23  |
| Тема 2. Гібридні мережі                                                      | 14  | 4  | 2  |  |  | 8   | 12  | 1 |   |  |  | 11  |
| Тема 3. Синтез нечітких регуляторів з використанням системи MATLAB           | 20  | 4  | 2  |  |  | 14  | 22  | 1 | 1 |  |  | 20  |
| Тема 4. Побудова моделей динамічних об'єктів з використанням гібридних мереж | 16  | 4  | 2  |  |  | 10  | 16  | 1 | 1 |  |  | 14  |
| Разом за розділом 2                                                          | 74  | 16 | 8  |  |  | 50  | 74  | 4 | 2 |  |  | 68  |
| Усього годин                                                                 | 150 | 32 | 16 |  |  | 100 | 150 | 8 | 6 |  |  | 136 |

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

| № з/п | Назва теми                                                                                                                    | Кількість годин |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Вивчення функцій пакету прикладних програм NEURAL NETWORK TOOLBOX системи MATLAB                                              | 2               |
| 2     | Побудова нейромережових моделей за допомогою пакету NEURAL NETWORK TOOLBOX системи MATLAB                                     | 2               |
| 3     | Синтез регулятора з прогнозом NN Predictive controller з використанням системи MATLAB                                         | 2               |
| 4     | Синтез нейрорегулятора на основі моделі авторегресії з ковзаючим середнім NARMA– L2 Controller з використанням системи MATLAB | 1               |
| 5     | Синтез нейрорегулятора з еталонною моделлю model Reference Controller з використанням системи MATLAB                          | 1               |
| 6     | Вивчення функцій пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB                                                                    | 2               |
| 7     | Побудова нечітких моделей за допомогою пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB                                              | 2               |
| 8     | Синтез нечітких регуляторів з використанням системи MATLAB                                                                    | 2               |
| 9     | Розробка нечіткої моделі гібридної мережі для вирішення завдання ідентифікації двомасової електромеханічної системи           | 2               |
|       | Разом                                                                                                                         | 16              |

#### 5. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи                                                                                               | Кількість годин |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Основні поняття і структурні схеми штучних нейронних мереж. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Пі- | 12              |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|   | підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.                                                                                                                                    |     |
| 2 | Навчання нейронних мереж. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти .                                            | 12  |
| 3 | Ідентифікація динамічних систем за допомогою нейронних мереж. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти .        | 10  |
| 4 | Синтез нейромережових систем управління з використанням системи MATLAB. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти  | 18  |
| 5 | Основи теорії нечітких множин і нечіткої логіки. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання індивідуальних завдань.                                                           | 18  |
| 6 | Гібридні мережі. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти .                                                     | 8   |
| 7 | Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти .                                                                        | 14  |
| 8 | Побудова моделей динамічних об'єктів з використанням гібридних мереж. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсового проєкту. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти. | 10  |
|   | Разом                                                                                                                                                                                                                                                                     | 102 |

## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

## 7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проєктні методи (проєктне навчання, метод проєктів); методи дистанційного навчання.

## 8. Методи контролю

*Поточний контроль* – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

*Підсумковий контроль* – екзамен.

## 9. Схема нарахування балів

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання |    |    |    |          |    |    |    |                                                  |       | Екзамен | Сума |
|--------------------------------------------------------------|----|----|----|----------|----|----|----|--------------------------------------------------|-------|---------|------|
| Розділ 1                                                     |    |    |    | Розділ 2 |    |    |    | Контрольна робота, передбачена навчальним планом | Разом |         |      |
| T1                                                           | T2 | T3 | T4 | T1       | T2 | T3 | T4 | 20                                               | 60    | 40      | 100  |
| 5                                                            | 5  | 5  | 5  | 5        | 5  | 5  | 5  |                                                  |       |         |      |

T1, T2 ... – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

## Критерії оцінювання навчальних досягнень

### Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка                              |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                | для чотирирівневої шкали оцінювання | для дворівневої шкали оцінювання |
| 90 – 100                                                       | відмінно                            | зараховано                       |
| 70-89                                                          | добре                               |                                  |
| 50-69                                                          | задовільно                          |                                  |
| 1-49                                                           | незадовільно                        | не зараховано                    |

## 10. Рекомендована література

### Основна

1. Штучні нейронні мережі: навчальний посібник / С. В. Ткаліченко. – Кривий Ріг: Державний університет економіки і технологій, 2023. – 150 с.
2. Прохорова О. М. Моделі і методи нечіткої логіки: навч. посіб. / О. М. Прохорова, Н. В. Кальчук; Нац. аерокомс. ун-т ім. Н. Є. Жуковського "ХАІ". – Х., 2021. – 166 с.
3. Г.В.Солодовник Методи та системи штучного інтелекту. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2021. -177 с.
4. Методи та системи штучного інтелекту: Теорія і практика: Навчальний посібник / О.С. Булгаков, В.В. Зосімов, В.О. Поздєєв. – Одеса. : Олді плюс, 2020. – 356 с.
5. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління : підруч. для здобувачів вищої освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані тех-

- нології / Г.І. Канюк, Б.І. Кузнецов, Т.Ю. Василець, А.Ю. Мезеря, О.О. Варфоломійєв. – Харків : Друкарня Мадрид, 2020. – 306 с.
6. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с
  7. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.
  8. Коротка, Лариса Іванівна. Обчислювальний інтелект : теорія нечітких множин: навчальний посібник / Коротка Л.І., Зеленцов Д.Г., Науменко Н.Ю., Ляшенко О.А., Солодка Н.О. – Дніпро:ДВНЗ УДХТУ, – 2020. – 161 с.
  9. Методи та системи штучного інтелекту: теорія та практика навчальний посібник / Булгакова О.С. Зосімов В.В. Поздєєв В.О. – Одеса: Гельветика, - 2020. – 356 с.
  10. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 224 с.
  11. Системи штучного інтелекту / Вовк О.Б., Шаховська Н.Б., Камінський Р.М. Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2018. - 392 с.
  12. Паламар М. І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних системах : навч. посіб. / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький ; Тернопіл. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Тернопіль : Тернопіл. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя, 2018. 127 с.
  13. Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach 4rd Edition, - Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2021, 1166 p.

#### Допоміжна

1. Штучний інтелект і нейромережі. 12 книжок в одній, що допоможуть вам втілити інновації в життя / упор. ТОВ «Моноліт Бізз». — Харків: Моноліт Бізз, 2024. – 216 с.
2. Штучні нейронні мережі: базові положення Навчальний посібник Електронне мережне навчальне видання / І.А. Терейковський, Д.А. Бушуєв, Л.О. Терейковська, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.- 123 с..
3. Троцько В.В., Методи штучного інтелекту: навчально-методичний і практичний посібник. / Троцько В.В. – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2020. – 86 с.
4. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. / укл.Д.В. Лубко, С.В. Шаров. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. – 264 с.
5. Івахів, Орест Васильович. Основи побудови систем керування з нечіткою логікою : навчальний посібник /О. Івахів, М. Наконечний.– Львів :Растр-7, 2017. – 129 с.
6. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник.–/ Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. – К. : НАУ, 2017. – 190 с.
7. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник / Уклад.: І.М. Удовик, Г.М. Коротенко, Л.М. Коротенко, В.О. Трусов, А.Т. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – 105 с.
8. Антоненко В. М., Мамченко С.Д., Рогушина Ю.В. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями: навчальний посібник. – Ірпінь : Національний університет ДПС України, 2016. – 212 с.
9. Нейромережеві технології в системах управління: Підручник для вузів./ Б. І. Кузнецов, Т.Ю. Василець, Т.Б. Нікітіна, В. В. Коломиєць, О.О. Варфоломійєв; Укр. інж.-пед. акад.. - Харків: УПА, 2014. - 232 с.
10. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі; Навч. посібн. - Львів: Львівська політехніка, 2011. -444 с.

11. Ямпольський Л. С. Системи штучного інтелекту в плануванні, моделюванні та управлінні : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. С. Ямпольський, Б. П. Ткач, О. І. Лісовиченко. - К. : ДП «Вид. дім «Персонал», 2011. - 544 с.
12. Литвин В.В. Інтелектуальні системи : підручник / В.В. Литвин, В.В. Пасічник, Ю.В. Яцишен. – Львів: Новий світ, 2009. – 405 с.
13. Кононюк, А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. - Київ: Корнійчук, 2008. - 468 с.
14. Руденко О. Г.. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. [Текст] / Руденко О. Г., Бодяньський Є. В. Харків: ТОВ "Компанія СМІТ". -2006. - 404 с..
15. Куклін В. М. К Подання знань і операції над ними; навчальний посібник. / В. М. Куклін. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019 – 164 с.

### **11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. Сторінка дистанційного навчання URL <https://moodle.karazin.ua/>
2. Control Systems with Neural Network URL. <http://surl.li/yttvsa>
3. Introduction to Neural Networks in Control Systems URL <http://surl.li/tyxdkc>
4. Fuzzy Control Systems | Fuzzy Logic URL. <http://surl.li/jwezwn>
5. Overview of Fuzzy Logic and its Applications. URL. <http://surl.li/tqvzhd>
6. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління. У 2-х частинах. Ч. 1 : навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка [Електронний ресурс] / уклад. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець О. О. Варфоломійєв. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 173 с.)
7. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління. У 2-х частинах. Ч. 2 : навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка [Електронний ресурс] / уклад. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець О. О. Варфоломійєв. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 107 с.)
8. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління: У 2-х частинах. Ч1 : методичні вказівки до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» [Електронний ресурс] / уклад. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець. – Харків : ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2025. – (PDF 132 с.)
9. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління: У 2-х частинах. Ч2 : методичні вказівки до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» [Електронний ресурс] / уклад. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець. – Харків : ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2025. – (PDF 95 с.).
10. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління : Методичні вказівки до організації та планування самостійної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» [Електронний ресурс] / уклад. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 29 с.)