

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

**«ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ  
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»**

Затверджено на засіданні кафедри  
автоматизації, електро- та  
робототехнічних систем  
Протокол № 1 від «02» вересня 2025 р.



УКЛАДАЧ(І):

1. СІМКІН Олександр, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем
2. РАЗЖИВІН Олексій, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем .

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми  
«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка»

Олексій КОЙФМАН

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН



## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ


**Опис курсу.** Проєктування інтелектуальних систем управління (ПІСУ) – базова навчальна дисципліна, яка забезпечить наявність необхідних знань для вирішення науково-дослідних та практичних задач у процесі наукової діяльності, що пов'язана з проєктуванням інтелектуальних та кіберфізичними системами управління. Під час вивчення дисципліни оволодієте вміннями та знаннями створення системи автоматизації, кіберфізичного виробництва з використанням інтелектуальних методів синтезу управління з використанням нейронних та нейро-нечітких мереж, а також здобудете навички з застосування та реалізації сучасних методів проєктування цифрових та інформаційних систем з використанням оптимального управління, робототехнічних технологій, баз знань стану технологічного об'єкту. Особливістю курсу є акцент на саме використанні методів проєктування інтелектуальних систем управління при розв'язанні різноманітних наукових досліджень та цифровий трансформації систем автоматизації з використанням баз знань та даних. Дисципліна є обов'язковою для вивчення здобувачами третього (PhD) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», оскільки отримані знання можуть бути застосовані для проєктування АСУ з використанням інтелектуальних методів управління на базі нечітких нейромережевих технологій та баз знань.

### **Вимоги:**

- наявність базових знань рівня «Магістр» з застосування нейронних мереж в системах автоматизації, ідентифікації, моделюванні об'єктів та системного аналізу, методів оптимізації;
- математичні знання та навички: диференціальне та інтегральне обчислення, матрична алгебра; функції багатьох змінних, функціональні ряди;
- підготовка з інформатики: використання Microsoft Word, Excel та Visio, базові знання з алгоритмізації та програмування;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

### **Програмні результати навчання:**

- 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, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки й дотичних міждисциплінарних напрямках
- розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в га-лузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності;
- застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення, для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехнічних комплексів їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення;
- застосовувати електронні, інформаційні та комунікаційні технології взаємодії
- застосовувати при проведенні наукових досліджень алгоритмічне та



програмне забезпечення підсистем верхнього рівня автоматизованих систем управління технологічними процесами з урахуванням тенденцій глибокого впровадження цифрових інноваційних технологій.

- впроваджувати сучасні напрямки розвитку інтелектуальних систем управління з використанням цифрових технологій трансформації виробничо-технічних систем;

- застосовувати особливості інтелектуальних методів управління в системах автоматизації з використанням баз знань та даних, нечіткої логіки із застосуванням спеціалізованого програмного додатку Fuzzy Logic MATLAB;

- знати принципи синтезу інтелектуальних регуляторів із застосуванням баз даних та знань, нейронних мереж, нечіткої логіки з використанням MATLAB;

- проводити аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу та вилучення керуючих правил з інформації про процес управління з використанням модулю ANFIS спеціалізованого програмного забезпечення MATLAB;

- застосовувати методику кластеризації за допомогою нейронної мережі при дослідженні та створенні інформаційних баз даних функціонування систем автоматизації, використовуючи алгоритми пошуку нечітких центрів у Clustering Fuzzy Logic Toolbox MATLAB.

#### **Організація курсу, форми та методи навчання.**

- Освітній процес є комбінацією лекцій, практичних занять та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle; роботи з джерелами інформації професійного змісту, самостійного пошуку матеріалів у Kortext та Research4life за заданим англійським тезаурусом, виконання індивідуальних завдань, індивідуальних та групових консультацій

- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.

- Практичні заняття передбачають набуття навичок з проектування, дослідження та синтезу систем автоматизації, кіберфізичних систем з використанням методів нейротехнологій для умовно поставленого завдання до змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; їх відвідування є бажаним.

- Від аспіранта потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».

- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

**Мова освітнього процесу:** українська, англійська (окремі джерела літератури, фактологічна та інша інформація).



## 2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

*Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»*

**Змістовий модуль 1. Проєктування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки**

**Тема 1 Основні положення проєктування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки**

**Лекція 1. Нечіткі множини.** Основні положення теорії множин та поняття нечіткої множини. Способи побудови функцій приналежності. Нечіткість та інші види невизначеності. Аналітичний опис функцій приналежності. Операції над нечіткими множинами. Трикутна норма та конорма. Заходи подібності нечітких множин. Нечіткі відношення та нечітка композиція. Робота з нечіткими множинами в MatLab

**Лекція 2. Проєктування інтелектуальних динамічних систем з використанням нечітких логіки.** Двійкова логіка, висловлювання та предикати. Продукційні системи. Нечітка логіка та лінгвістичні змінні. Нечітка імплікація та нечіткі правила. Нечіткий висновок на базі правил. Метод дефазифікації. Табличне подання основи правил. Вимоги до бази правил. Нечітка система як універсальний апроксиматор. Нечіткий висновок у матричній формі. Нечітка динамічна система. Використання MatLab

**Тема 2. Проєктування інтелектуальних регуляторів з використанням нечіткої логіки.**

**Лекція 3. Управління зі зворотним зв'язком. Моделі об'єктів керування складними процесами.** ПІД-регулятори. Структури нечітких регуляторів. Методи синтезу нечітких регуляторів. Евристичний синтез нечіткого регулятора П-типу. Умови лінійності нечіткого регулятора П-типу. Нелінійна поведінка нечіткого регулятора П-типу. Умови еквівалентності НЛР та П-регулятора. Синтез нелінійного нечіткого регулятора П-типу.


**Лекція 3. Синтез інтелектуальних регуляторів із застосуванням нечіткої логіки.** Аналітичний опис нечіткого логічного регулятора ПД-типу. Синтез нечіткого регулятора ПД-типу, ПІ-типу, ПІД-типу. Ковзаючий режим нечіткого регулятора. Нечіткі супервізори

**Тема 3. Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу**

**Лекція 5. Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу.** Постановка задачі синтезу. Поняття кластеризації. Алгоритм С-середніх. Субтрактивна кластеризація. Кластеризація за допомогою нейронної мережі. Кластеризація в MatLab. Вилучення керуючих правил з інформації про процес управління. Методики синтезу інтелектуальних регуляторів з використанням баз даних технологічних параметрів. Синтез нечіткого регулятора по даним. Методика синтезу нечітких регуляторів по даним в MatLab

**Змістовий модуль 2. Інтелектуальні системи управління з застосуванням нейронних мереж**

**Тема 4. Дослідження та створення систем автоматизації з використанням одношарової нейронної мережі**



**Лекція 6.** Базові поняття застосування нейронних мережі у системах автоматизації. Опис штучного нейрона у спеціалізованому програмному забезпеченні MatLab. Персептрон. Лінійна нейронна мережа. Рекурентний метод найменших квадратів. Лінійна мережа з лінією затримки для опису та дослідження об'єктів автоматизації.

**Лекція 7.** Топологія та властивості. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки. Реалізація логічних функцій. Апроксимація функцій вхід-вихід об'єктів автоматизації. Математичне моделювання статичних залежностей з використанням ШНМ ПП. Масштабування та відновлення даних.

**Тема 5. Нейрокерування на основі використання інтелектуальних методів управління.**

**Лекція 8.** Управління зі зворотним зв'язком. Моделі об'єктів керування. Ідентифікація динамічних ланок. Ідентифікація динамічних ланок нейронною мережею. Нейроемулятори та нейропредиктори. Концепція нейроуправління. Інверсне нейрокерування.

**Лекція 9.** Нейроконтролери у спеціалізованому програмному забезпеченні MatLab Контролер із передбаченням (NN Predictive Controller). Контролер з урахуванням авторегресії зі ковзним середнім (NARMA – L2 Controller). Контролер з урахуванням еталонної моделі (Model Reference Controller).

*Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркового компоненту освітніх програм*

**Змістовий модуль 1. Проєктування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки**

**Тема 1 Основні положення проєктування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки**


**Лекція 1. Нечіткі множини.** Основні положення теорії множин та поняття нечіткої множини. Способи побудови функцій приналежності. Нечіткість та інші види невизначеності. Аналітичний опис функцій приналежності. Операції над нечіткими множинами. Трикутна норма та конорма. Заходи подібності нечітких множин. Нечіткі відношення та нечітка композиція. Робота з нечіткими множинами в MatLab

**Лекція 2. Проєктування інтелектуальних динамічних систем з використанням нечітких логіки.** Двійкова логіка, висловлювання та предикати. Продукційні системи. Нечітка логіка та лінгвістичні змінні. Нечітка імплікація та нечіткі правила. Нечіткий висновок на базі правил. Метод дефазифікації. Табличне подання основи правил. Вимоги до бази правил. Нечітка система як універсальний апроксиматор. Нечіткий висновок у матричній формі. Нечітка динамічна система. Використання MatLab

**Тема 2. Проєктування інтелектуальних регуляторів з використанням нечіткої логіки.**

**Лекція 3. Управління зі зворотним зв'язком. Моделі об'єктів керування складними процесами.** ПІД-регулятори. Структури нечітких регуляторів. Методи синтезу нечітких регуляторів. Евристичний синтез нечіткого регулятора П-типу. Умови лінійності нечіткого регулятора П-типу. Нелінійна поведінка нечіткого регулятора П-типу. Умови еквівалентності НЛР та П-регулятора. Синтез нелінійного нечіткого регулятора П-типу.

**Лекція 3. Синтез інтелектуальних регуляторів із застосуванням нечіткої логіки.** Аналітичний опис нечіткого логічного регулятора ПД-типу. Синтез нечіткого



регулятора ПД-типу, ПІ-типу, ПІД-типу. Ковзаючий режим нечіткого регулятора. Нечіткі супервізори

### **Тема 3. Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу**

#### **Лекція 5. Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу.**

Постановка задачі синтезу. Поняття кластеризації. Алгоритм С-середніх. Субтрактивна кластеризація. Кластеризація за допомогою нейронної мережі. Кластеризація в MatLab. Вилучення керуючих правил з інформації про процес управління. Методики синтезу інтелектуальних регуляторів з використанням баз даних технологічних параметрів. Синтез нечіткого регулятора по даним. Методика синтезу нечітких регуляторів по даним в MatLab

### **Змістовий модуль 2. Інтелектуальні системи управління з застосуванням нейронних мереж**

#### **Тема 4. Дослідження та створення систем автоматизації з використанням одношарової нейронної мережі**

**Лекція 6.** Базові поняття застосування нейронних мережі у системах автоматизації. Опис штучного нейрона у спеціалізованому програмному забезпеченні MatLab. Персептрон. Лінійна нейронна мережа. Рекурентний метод найменших квадратів. Лінійна мережа з лінією затримки для опису та дослідження об'єктів автоматизації.

**Лекція 7.** Топологія та властивості. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки. Реалізація логічних функцій. Апроксимація функцій вхід-вихід об'єктів автоматизації. Математичне моделювання статичних залежностей з використанням ШНМ ПП. Масштабування та відновлення даних.

#### **Тема 5. Нейрокерування на основі використання інтелектуальних методів управління.**

**Лекція 8.** Управління зі зворотним зв'язком. Моделі об'єктів керування. Ідентифікація динамічних ланок. Ідентифікація динамічних ланок нейронною мережею. Нейроемулятори та нейропредиктори. Концепція нейроуправління. Інверсне нейрокерування.

**Лекція 9.** Нейроконтролери у спеціалізованому програмному забезпеченні MatLab Контролер із передбаченням (NN Predictive Controller). Контролер з урахуванням авторегресії зі ковзним середнім (NARMA – L2 Controller). Контролер з урахуванням еталонної моделі (Model Reference Controller).

### 3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

#### *Варіант вивчення дисципліни як обов'язкової*

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<i>Змістовий модуль 1. Проектування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки</i>						
1.	Основні положення проектування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки	24	4	2		18
2.	Проектування інтелектуальних регуляторів з використанням нечіткої логіки	26	4	4		18
3.	Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу	18	2	4		12
<i>Змістовий модуль 2. Інтелектуальні системи управління з застосуванням нейронних мереж</i>						
4.	Дослідження та створення систем автоматизації з використанням одношарової нейронної мережі	26	4	4		18
5.	Нейрокерування на основі використання інтелектуальних методів управління	26	4	4		18
<b>Усього годин</b>		<b>120</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>84</b>

тут і далі: Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

#### *Варіант вивчення дисципліни як вибіркової*

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<i>Змістовий модуль 1. Проектування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки</i>						
6.	Основні положення проектування інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки	24	4	2		18
7.	Проектування інтелектуальних регуляторів з використанням нечіткої логіки	26	4	4		18
8.	Аналіз інформаційної бази даних технологічного процесу	18	2	4		12
<i>Змістовий модуль 2. Інтелектуальні системи управління з застосуванням нейронних мереж</i>						

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
9.	Дослідження та створення систем автоматизації з використанням одношарової нейронної мережі	26	4	4		18
10.	Нейрокерування на основі використання інтелектуальних методів управління	26	4	4		18
<b>Усього годин</b>		<b>120</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>84</b>

## 4 ПІДХОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

### 4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової

Види контр. точок	Тижні																		Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Робота на практичних заняттях		10		10								10		10					40
Складання індивідуальних завдань						20										20			40
Модульні контрольні роботи										10								10	20
Всього	50									50									100

Для варіанту вивчення дисципліни як вибірковою

Види контр. точок	Тижні																		Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Робота на практичних заняттях		10		10								10		10					40
Складання індивідуальних завдань						20										20			40
Модульні контрольні роботи										10								10	20
Всього	50									50									100

### 4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях  ПР1. Синтез нелінійного нечіткого регулятора ПІД-типу	Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж.  Мах 5 балів: – студент продемонстрував критичне осмислення при виконанні практичного завдання, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами синтезу нелінійного нечіткого регулятора ПІД-типу з використанням редактора системи нечіткого висновку, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (3 бали); оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали).


Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ПР2. Апроксимація залежності з використання системи нечіткого висновку</p>	<p>Max 10 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент продемонстрував критичне осмислення при виконанні практичного завдання, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами отриманої у редакторі нечіткого висновку апроксимаційну криву яка відповідає графіку завданої вихідної функції, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (6 бали);</li> <li>– оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (4 бали)</li> </ul>
<p>ПР3. Синтез нечіткого супервізора Супервізорне управління з зміною коефіцієнтів регулятора</p>	<p>Max :10 балів</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент продемонстрував критичне осмислення при виконанні практичного завдання, засвоїв методики синтезу нечіткого супервізора регулятора ПІД-типу з використанням редактора системи нечіткого висновку а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами проведеної практичної роботи, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікував ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (3 бали);</li> <li>– оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (4 бали)</li> </ul>
<p>ПР4. Побудова цифрового двійника математичної моделі нейронною мережею прямого поширення</p>	<p>Max :10 балів</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент продемонстрував критичне осмислення при виконанні практичного завдання, засвоїв методику побудови цифрового двійника математичної моделі нейронною мережею прямого поширення. а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами проведеної практичної роботи, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікував ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (3 бали);</li> <li>– оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (4 бали)</li> </ul>
<p>Виконання та захист індивідуального завдання</p>	<p>Підготовлений звіт з індивідуального у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.</p>
<p>ІНЗ 1. Вилучення керуючих правил з інформації про</p>	<p>Max 20 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент підготував звіт відповідно індивідуального завдання, в якому: правильно визначив методику вирішення завдання з використанням модулю ANFIS, синтезував нечіткий регулятор по даним для модельного об'єкту керування, що описаний базою даних, комплекс факторів, які могли вплинути на результат рішення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями</li> </ul>

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>процес управління</p> <p>ІНЗ 2. Синтез нечіткого регулятора по даним</p>	<p>або моделями, виконав необхідні розрахунки та математичне моделювання, представив аналітичний висновок результатів, використовуючи базу знань, що описує технологічний процес; звіт структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (7 балів);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– звіт містить комплексну, логічну пропозицію вирішення індивідуального завдання з використанням методів знаходження інформації про процес управління при проектуванні інтелектуальних систем управління аж до міждисциплінарного підходу; якщо наведене рішення не є комплексним або не відповідає за стилем і викладеними позиціями завдання, містить очевидно неправдиву інформацію (результати математичного моделювання: залежності, графіки перехідних процесів та інш.), то оцінка за цим критерієм знижується (7 балів)</li> <li>– студент під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (6 бали)</li> </ul> <p>Мах 20 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент підготував звіт відповідно індивідуального завдання, в якому: правильно визначив методику вирішення завдання з синтезу нечіткого регулятора по даним для модельного об'єкту керування, який описано базою даних, сформованою в результаті математичного моделювання, комплекс факторів, які могли вплинути на результат рішення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки та математичне моделювання, представив аналітичний висновок результатів використовуючи базу знань, що описує технологічний процес; звіт структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (7 балів);</li> <li>– звіт містить комплексну, логічну пропозицію вирішення індивідуального завдання з використанням методів знаходження інформації про процес управління при проектуванні інтелектуальних систем управління аж до міждисциплінарного підходу; якщо наведене рішення не є комплексним або не відповідає за стилем і викладеними позиціями завдання, містить очевидно неправдиву інформацію (результати математичного моделювання: залежності, графіки перехідних процесів та інш.), то оцінка за цим критерієм знижується (7 балів)</li> <li>– студент під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (6 бали)</li> </ul>
<p>Модульні контрольні роботи</p>	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань з теоретичного матеріалу модуля (max 10 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору або відповідності.. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

#### Додаткові зауваження:

– здобувач може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу (Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій (Академічні політики : Polytechnic (metinvest.university));

– оцінки, отримані за роботу на практичних та лабораторних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною



домовленістю з викладачем;

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

### 4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийнятного рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;</li> <li>– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».</li> </ul> <p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:</li> </ul> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 20 тестових завдань множинного вибору та відповідності. Екзамен оцінює ступінь володіння термінологією та розуміння теоретичних та практичних підходів проектування та розробки систем автоматизації, процесів та механізмів за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ( <a href="#">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a> )	

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		



#### 4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу (Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики інтелектуальних систем управління (наприклад, Coursera, Udemy або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням Студентам : Polytechnic (metinvest.university).

## 5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

### *Базові*


1. Інтелектуальні системи автоматизації : монографія / О. Г. Аврунін та ін. Кременчук : Видавництво «НОВАБУК», 2021. 322 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/d7217c7f-e0c7-4dc8-9076-eb3f2c445191/content>.
2. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи - основи проектування та застосування в системах автоматизації : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад. Л. Д. Ярощук. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 136 с.
3. Інтелектуальні системи управління : курс лекцій з дисципліни «Інтелектуальні системи управління» (за освітньо-професійною програмою другого (магістерського) рівня освіти «Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси в гірничо-металургійному виробництві» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка») / уклад. О. В. Разживін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 345 с. URL: <https://dspace.mipolytech.education/handle/mip/703>.
4. Proceedings of the 1st International Conference on Neural Networks and Machine Learning 2022 (ICONNSMAL 2022). Advances in Intelligent Systems Research. Springer Nature, 2022. Volume 177. 335 p. DOI: <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-174-6>. URL: [https://read.kortext.com/search/collections\(book:2361502\)](https://read.kortext.com/search/collections(book:2361502)).
5. Fingscheidt T., Gottschalk H., Houben S. Deep Neural Networks and Data for Automated Driving. Robustness, Uncertainty Quantification, and Insights Towards Safety. Springer, 2022. 515 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-01233-4>. URL: [https://read.kortext.com/search/collections\(book:1972423\)](https://read.kortext.com/search/collections(book:1972423)).
6. Soldatos J., Kyriazis D. Trusted Artificial Intelligence in Manufacturing. A Review of the Emerging Wave of Ethical and Human Centric AI Technologies for Smart Production. Boston-Delft : Now Publishers, 2021. 241 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1561/9781680838770>. URL: [https://read.kortext.com/search/collections\(book:1959529\)](https://read.kortext.com/search/collections(book:1959529)).
7. Soldatos J. Artificial Intelligence in Manufacturing. Enabling Intelligent, Flexible and Cost-Effective Production Through AI. Springer Nature, 2024. 570 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-46452-2>. URL: [https://read.kortext.com/library/books\(book:2550757\)](https://read.kortext.com/library/books(book:2550757)).

### *Додаткові*

1. Інтелектуальні системи управління : курс лекцій до теми «Системи експертного оцінювання» розділу «Основи штучного інтелекту» кредитного модуля «Інтелектуальні системи управління» для студентів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад. Л. Д. Ярощук. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 40 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/3d33ca85-3d7b-415e-a42e-9465327af67c/content>
2. 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.
3. Awad M., Khanna R. Efficient Learning Machines Theories, Concepts, and Applications for Engineers and System Designers. Springer Nature, 2015. 271 p.

DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5990-9>. URL: [https://read.kortext.com/search/collections\(book:1323571\)](https://read.kortext.com/search/collections(book:1323571)).

4. Апостолук В. О., Апостолук О. С. Інтелектуальні системи керування : конспект лекцій. Київ : НТУУ «КПІ», 2008. 88 с.
5. Albus J. S., Meystel A. M. Intelligent Systems: Architecture, Design, and Control. New York : Wiley, 2002. 716 p.
6. Engelbrecht A. P. Computational Intelligence: An Introduction. 2nd Edition. U.K. : Wiley, 2002. 640 p.
7. Badiru A. B., Cheung J. Y. Fuzzy Engineering Expert Systems with Neural Network Applications. New York : Wiley, 2002. 320 p.
8. Giese H., Rumpe B. Science and Engineering of Cyber-Physical Systems. *Dagstuhl Reports 11441*. 2012. Vol. 1, no. 11. p. 1–22.
9. Conti M. Looking ahead in pervasive computing: challenges and opportunities in the era of cyber-physical convergence. *Pervasive and Mobile Computing*, 2011. Vol. 8. p. 2–21. DOI:10.1016/j.pmcj.2011.10.001.
10. Sha L., Gopalakrishnan S., Xue Liu, Qixin Wang. Cyber-physical systems: A new frontier. *Machine Learning in Cyber Trust*. 2009. p. 3–13. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-88735-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-88735-7_1).
11. Horváth I., Gerritsen B. Cyber-physical systems: Concepts, technologies and implementation principles. Tools and Methods of Competitive Engineering Symposium (TMCE-2012) : proceedings of the ninth international symposium, Karlsruhe, Germany. 2012. p. 19–36.
12. Lee E. Computing needs time. *Communications of the ACM*. 2009. Vol. 52, no. 5. p. 70–79. DOI: 10.1145/1506409.1506426.
13. Моделювання та удосконалення сенсорної мережі системи обліку споживання енергетичних ресурсів у мікрорайоні / О. Разживін та ін. *Технічні науки та технології*. 2023. № 1 (31). С. 138-145. URL: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/278954>.
14. Разживін О. В., Делієв О. С. Математичне моделювання системи автоматичного регулювання тиском в апарату штучної вентиляції легенів. *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод* : матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20–22 квітня 2023 р. Краматорськ : ДДМА, 2023. С. 120-124.
15. Разживін О. В., Люта А. В., Картамишев Д. О., Ільїнський М. І. Розробка інтелектуальної інформаційної системи обліку споживання електричної енергії. *Інформатика, управління та штучний інтелект* : тези десятої міжнародної науково-технічної конференції. Харків : НТУ "ХПІ", 2023. С. 79.
16. Разживін О., Люта А., Марков О., Єрмакін Г. Синтез нечіткого регулятора температури пастеризації молока. *Технічні науки та технології*. 2023. № 2 (32). С. 185-191. DOI: 10.25140/2411-5363-2023-2(32)-185-192.
17. Разживін О. В., Люта А. В., Ільїнський М. І. Дослідження мережі інформаційної системи обліку споживання енергетичних ресурсів мікрорайону. *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку* : Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція 13-19 березня 2023 р. Черкаси, 2023. С. 99-101.
18. Разживін О. В., Бережна О. В., Сахацький С. О., Мурат В. М. Синтез систем управління динамічними процесами у котлі із застосуванням нейронної мережі прямого поширення. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2023. Т. 3, № 103. С 13-21. DOI: 10.30525/978-9934-26-361-3-97.

- 
19. Разживін О. В., Олійник І. О., Потоцький С. В., Бобов Г. Р. Нечітка супервізорна система автоматизованого регулювання тиску пару котлоагрегату. *Науковий журнал Метінвест Політехніка*. Серія технічні науки. 2024. № 1. С. 54-62. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2024-1-9>.

#### *Web-ресурси*

1. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 26.09.2024).
2. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 26.09.2024).
3. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 26.09.2024).
4. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 26.09.2024).
5. Інформаційні системи і технології (ICT) : Букліб : веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/24221/> (дата звернення: 26.09.2024).
6. KDnuggets : веб-сайт. URL: <https://www.kdnuggets.com/> (дата звернення: 26.09.2024).


#### *Навчальна платформа Udemu*

1. Deep Learning A-Z 2024: Neural Networks, AI & ChatGPT Prize : Udemu : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/deeplearning/?couponCode=LETSLEARNNOW> (дата звернення: 26.09.2024).
2. AWS Certified Machine Learning Engineer Associate: Hands On! : Udemu : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/aws-certified-machine-learning-engineer-associate-mla-c01/> (дата звернення: 26.09.2024).
3. Machine Learning Practical: 6 Real-World Applications : Udemu : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/machine-learning-practical/> (дата звернення: 26.09.2024).
4. An Introduction to Machine Learning for Data Engineers : Udemu : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/an-introduction-to-machine-learning-for-data-engineers/> (дата звернення: 26.09.2024).
5. Practical Introduction to Fuzzy Logic with Matlab : Udemu : веб-сайт. URL: <https://www.udemy.com/course/fuzzy-logic-matlab/> (дата звернення: 26.09.2024).

## 6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-



педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням:

Академічні політики - Polytechnic ([metinvest.university](https://metinvest.university))