

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра штучного інтелекту та програмного забезпечення

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету комп'ютерних наук

  
Світлани КОЛОВАНОВА  
“ 30 ” червня 2023 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних

рівень вищої освіти	<u>третій (освітньо-науковий) підготовка доктора філософії (PhD)</u>
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітньо-наукова програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>
факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«29» червня 2023 року, протокол № 14

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

доцент кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

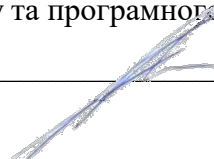
**Поклонський Євген Васильович**



Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення  
Протокол від «09» червня 2023 року №10

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

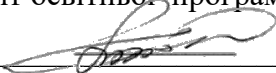
\_\_\_\_\_ Володимир КУКЛІН



Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»

\_\_\_\_\_ Микола ТКАЧУК



Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «21» червня 2023р. №12

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

\_\_\_\_\_ Лариса ВАСИЛЬЄВА



## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки PhD (аспірантів та здобувачів ступеня PhD) за спеціальностями: 122 Комп'ютерні науки.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення курсу «Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних» є надання аспірантам та здобувачам PhD сучасних знань та фахових компетентностей, які є необхідними для розробки експертних систем на основі нечіткої логіки, що забезпечують вирішення тих чи інших задач їх дисертаційних досліджень.

1.2. В ході вивчення дисципліни у аспіранта та здобувача PhD повинні формуватися наступні компетентності.

#### *Інтегральна компетентність.*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### *Загальні компетентності (ЗК).*

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК9. Здатність працювати в команді.
- ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)*

- СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
- СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.
- СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого,

функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
денна форма навчання	денна форма навчання
Рік підготовки	
2-й,	-й
Семестр	
4-й	-й
Лекції	
30 год.	_____ год.
Практичні, семінарські заняття	
.	_____ год.
Лабораторні заняття	
.	_____ год.
Самостійна робота	
90 год.	_____ год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
30 год.	_____ год.

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни у здобувача повинні формуватися наступні програмні результати навчання (РН).

- РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
- РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
- ПР15. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Експертні системи.

**Тема 1.** Сутність, розвиток та застосування експертних систем. Експертна система як різновид інтелектуальної системи. Загальна структура і схема функціонування експертної системи.

**Тема 2.** Технологія створення експертних систем. Моделі представлення знань в експертних системах. Методи організації колективних експертних систем. Інструментальні засоби реалізації експертних систем.

### Розділ 2. Нечітка логіка та експертні системи

**Тема 3.** Застосування нечіткої логіки в інтелектуальних системах Основні терміни і означення нечітких множин. Функції належності. Властивості нечітких множин. Операції над нечіткими множинами.

**Тема 4.** Нечітка і лінгвістична змінні. Нечіткі числа. Нечіткі відношення. Методи задання невизначеностей в інтелектуальних системах. Класичний модуль нечіткого управління.

**Тема 5.** Методи побудови функцій належності нечітких множин. Основні типи функцій належності. Побудова функцій належності на основі парних порівнянь. Побудова функцій належності лінгвістичних термів з використанням статистичних даних. Логічний висновок. Основи нечіткого логічного висновку.

**Тема 6.** Нечіткі бази знань. Композиційне правило нечіткого висновку Заде. Нечіткий логічний висновок Мамдані, Сугено та задач класифікації. Ієрархічні системи нечіткого логічного висновку.

**Тема 7.** Дефазифікація нечіткої множини. Нечіткі правила висновку в експертних системах.

### Розділ 3. Програмні пакети для нечіткої логіки

**Тема 8.** Пакет Fuzzy Logic Toolbox: структура і можливості. Побудова нечітких систем типу Мамдані та Сугено. Налаштування побудованої нечіткої моделі. Реалізація моделей адаптивних систем нечіткого виводу в середовищі MATLAB.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин										
	денна форма										
	усього	у тому числі								інд.	с.р.
		лекц.		прак.		лаб.		інд.	с.р.		
	ауд.	дист.	ауд.	дист.	ауд.	дист.	інд.			с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Розділ 1. Експертні системи.</b>											
Тема 1. Експертні системи.	16	4						4	8		
Тема 2. Технологія створення ЕС.	16	4						4	8		
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>32</b>	<b>8</b>						<b>8</b>	<b>16</b>		
<b>Розділ 2. Нечітка логіка та експертні системи</b>											
Тема 3. Нечітка логіка в інтелектуальних системах.	16	4						4	8		
Тема 4. Нечітка і лінгвістична змінні. Нечіткі числа.	16	4						4	8		
Тема 5. Методи побудови функцій належності.	8	2						2	4		

Тема 6. Нечіткі бази знань. Правила нечіткого висновку.	16	4						4	8
Тема 7. Експертні системи з нечіткою логікою	16	4						4	68
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>72</b>	<b>18</b>						<b>18</b>	<b>36</b>
<b>Розділ 3. Програмні пакети для нечіткої логіки</b>									
Тема 8. Пакет Fuzzy Logic Toolbox.	16	4						4	8
<b>Разом за розділом 6</b>	<b>16</b>	<b>4</b>						<b>4</b>	<b>8</b>
<i>Усього годин</i>	<i>120</i>	<i>30</i>						<i>30</i>	<i>60</i>

#### 4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
<b>Розділ 1. Експертні системи.</b>		
1	Експертні системи.	12
2	Технологія створення ЕС.	12
3	<b>Розділ 2. Нечітка логіки та експертні системи</b>	
	Нечітка логіка в інтелектуальних системах.	12
4	Нечітка і лінгвістична змінні. Нечіткі числа.	12
5	Методи побудови функцій належності.	6
6	Нечіткі бази знань. Правила нечіткого висновку.	12
	Експертні системи з нечіткою логікою	12
<b>Розділ 3. Програмні пакети для нечіткої логіки</b>		
	Пакет Fuzzy Logic Toolbox	12
	<b>Разом</b>	<b>90</b>

#### 5. Методи навчання

Основними методами навчання є аналітичний, синтетичний та дедуктивний. Лекції передбачають створення викладачем проблемної ситуації, допомогу студентам в освоєнні поставленого завдання, спрямованого на задоволення пізнавального інтересу шляхом отримання нової інформації. Важливим є навчання студента самостійно працювати із літературою.

#### 6. Методи контролю

Контроль за виконанням студентами навчального плану здійснюється за допомогою таких видів контролю: - поточний, який передбачає опитування студентів на лабораторних заняттях, перевірку виконання самостійної роботи; - проміжний, передбачає написання трьох модульних тестів протягом семестру; - підсумковий, що полягає у складанні семестрового іспиту. Іспит проводиться у письмовій формі та передбачає теоретичну та практичну складові.

#### 7. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою Поточний контроль: 40 балів нараховується за підготовку до лабораторних занять: – за захист лабораторних робіт та виконання домашніх і самостійних завдань. Проміжний контроль: за перший та другий змістові модулі. За кожний з модулів студент може набрати максимально 10 балів. За проміжний контроль студент може набрати до 20 балів. Підсумковий контроль

–. Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою (для екзаменів і заліків). → максимальна кількість балів при оцінюванні знань студентів з дисципліни, яка завершується екзаменом, становить за поточну успішність 60 балів, на екзамені – 40 балів; → при оформленні документів за екзаменаційну сесію використовується таблиця відповідності оцінювання знань студентів за різними системами.

## 8. Методи контролю

У третьому семестрі передбачений захист лабораторних робіт перед викладачем, індивідуальної роботи, а також спільний проект, при виконанні якого прогрес контролює викладач. Результати роботи над проектом захищаються. Програмні продукти, розроблені відповідно темам курсових робіт, на CD диску та пояснювальні записки у вигляді паперових звітів зберігаються на кафедрі.

Заліє в кінці семестра складається з теста та практичного завдання.

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Черняк О. І., Захарченко П. В. Інтелектуальний аналіз даних: Підручник. Київ, 2014.
2. Zimmerman, H. J. Fuzzy Set Theory and Its Applications / H. J. Zimmerman. – Kluwer, Dordrecht, 1991. – 315 p.
3. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навчальний посібник /Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус; за редакцією С.А. Ус. – Дніпро :НТУ ДП,2020. – 386 с.
4. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
5. Експертні системи прийняття рішень в енергетиці: навч. посіб. / Т. Л. Кацадзе. – К.: ЛОГОС, 2014. – 173 с.
6. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. Асаи, К. Прикладные нечеткие системы [пер. с японского] / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
8. Mamdani, E.H. Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant / E.H. Mamdani // Proc. IEEE 121, 1974. – P. 1585-1588.
9. Sugeno, M. Industrial applications of fuzzy control / M. Sugeno, ed. – North-Holland, Amsterdam, 1985. – 269 p.
10. Theoretical aspects of fuzzy control / H.T. Hguen, M. Sugeno, R. Tong, R.R. Yager. – New York, John Wiley & Sons, 1995. – 359 p.
11. Mudi, R.K. A self-tuning fuzzy PI controller / R.K. Mudi, N.R. Pal // Int. Jo. Fuzzy sets and systems. – № 115. – 2000. – P. 327 – 378. 1
12. Fuzzy Logic Toolbox. <https://matlab.ru/products/fuzzy-logic-toolbox>.
13. Zadeh Lotfi A. Fuzzy sets / Lotfi A. Zadeh // Information and Control, 1965. – Vol. 8. – P. 338–353.
14. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximation / B. Kosko // IEEE Transactions on Computers, 1994. – Vol. 43. – No 11. – P. 1329–1333.
15. Jang J. S. R. ANFIS: adaptive–network–based fuzzy inference system / J. S. R. Jang // IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 1993. – Vol. 23. – No 3. – P. 665–685.

### Допоміжна література

1. Куклін В. М. Подання знань і операції над ними: навчальний посібник. / В. М. Куклін. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 164 с.
2. Вступ до методів організації та оптимізації нейромереж: навчальний посібник./ Гущин І.В., Киричок О.В., Куклін В.М. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. 152 с.
3. В. Гущин, В. М. Куклін, О. В. Мішин, О. В. Приймак. Моделювання фізичних процесів із використанням технології CUDA.– Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 116 с.
4. Куклин В. М. Особенности развития искусственного интеллекта на современном этапе /Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», 2018 с. 34-40  
<https://periodicals.karazin.ua/mia/article/view/12563/11962>
5. Куклин В.М. От математической логики к языкам программирования искусственного интеллекта// //CS&CS. 2017. Issue 1 (5) p. 40-52.  
<http://periodicals.karazin.ua/cscs/issue/view/577/showToc>
6. Куклін В.М. Відеолекція на сайті «Відеолекції Харківського університету імені В. Н. Каразіна  
(<https://www.youtube.com/channel/UCzFWNOQBRA1SysklOhQrPHA>)