

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор  
з науково-педагогічної роботи



А.В. Партелеймонов

2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних**

|                     |                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| рівень вищої освіти | підготовка доктора філософії (PhD)                   |
| галузь знань        | 12 Інформаційні технології                           |
| спеціальність       | 122 Комп'ютерні науки                                |
| освітня програма    | підготовки докторів філософії, 122 Комп'ютерні науки |
|                     |                                                      |
|                     |                                                      |
|                     |                                                      |
| вид дисципліни      |                                                      |
| факультет           | комп'ютерних наук                                    |

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук

*27 серпня 2021* року, протокол № 16

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

доцент кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Поклонський Євген Васильович**

Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

Протокол від *«27» серпня* року № 1

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

  
\_\_\_\_\_  
(Куклін В.М.)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від *«27» серпня* № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
\_\_\_\_\_  
(Бердніков А.Г.)

## 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 напрямів 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 |       |       |       |      |       |          |           |
|                                                       |                 | лекц.        |       | прак. |       | лаб. |       | інд.     | с.р.      |
|                                                       |                 | ауд.         | дист. | ауд.  | дист. | ауд. | дист. |          |           |
| 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 логіка 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. Гаврилова Т.А. , Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 382 с.
2. Корнеев В.В., Гареев А.Ф., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. – М.: Нолидж, 2000. – 352 с.
3. Змитрович А.И. Интеллектуальные информационные системы. – Минск: Тетра Системс, 1997. – 367 с.
4. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 864 с.
5. Головчинер М.Н. Интеллектуальные информационные системы курс лекций томск 2015.
6. Чернов В. Г. Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив: учеб. пособие / В. Г. Чернов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 100 с.
7. Эванс Э. Предметно-ориентированное проектирование (Domain-Driven Development DDD): Структуризация сложных программных систем: Пер. с англ. / Изд. Дом «Вильямс», 2016. – 448 с.
8. Fuzzy Logic Toolbox. <https://matlab.ru/products/fuzzy-logic-toolbox>.
9. Zadeh Lotfi A. Fuzzy sets / Lotfi A. Zadeh // Information and Control, 1965. – Vol. 8. – P. 338–353.
10. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximation / B. Kosko // IEEE Transactions on Computers, 1994. – Vol. 43. – No 11. – P. 1329–1333.
11. 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. В. Гушин, 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.

3. 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>
4. 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>
5. Введение в методы программных решений: учебное пособие. / Е.В. Белкин, А.В. Гахов, А.М. Горбань, В.М. Куклин. В.М. Лазурик, А.С. Петренко, М.Ю. Силкин, В.В. Яновский; под ред. проф. В.М. Куклина. – Х.: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2011.- 308с.
6. Куклін В.М. Відеолекція на сайті «Відеолекції Харківського університету імені В. Н. Каразіна  
(<https://www.youtube.com/channel/UCzFWNOQBRA1SysklOhQrPHA>)