

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету інформаційних технологій

_____ О. Г. Глазунова

« _____ » _____ 20 ____ р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № _____ від « ____ » _____ 20 ____ р.

Завідувач кафедри

_____ Б. Л. Голуб

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП «Програмне забезпечення

інформаційних систем»

_____ доцент, к.т.н. Голуб Б.Л.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма – «Програмне забезпечення інформаційних систем»

Факультет інформаційних технологій

Розробники: доцент, кандидат фізико-математичних наук Лялецький О.В., професор,
доктор пед.наук Цідило І. М.

Київ 2021

1. Опис навчальної дисципліни
Програмування систем штучного інтелекту

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність	121 «Інженерія програмного забезпечення»
Освітня програма	«Програмне забезпечення інформаційних систем»
Освітній ступінь	Магістр
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова
Загальна кількість годин	120 год.
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (за наявності)	
Форма контролю	<i>іспит</i>
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1
Семестр	2
Лекційні заняття	30
Практичні, семінарські заняття	
Лабораторні заняття	30
Самостійна робота	60
Індивідуальні завдання	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	12

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу – сформувати у майбутніх інженерів фахівців спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» систему знань, умінь і навичок для програмування систем штучного інтелекту в різноманітних сферах діяльності людини.

Завдання: сформувати у студентів достатні знання, вміння і навички, необхідні для практичного створення систем штучного інтелекту на основі технологій нечіткої логіки та нейронних мереж.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

Напрями досліджень в галузі штучного інтелекту. Характеристики систем штучного інтелекту та алгоритми їх розробки. Бази знань та способи їх подання. Основні характеристики нечітких множин. Основні типи функцій належності. Рівність і домінування нечітких множин. Операції перетину, об'єднання і різниці нечітких множин. Альтернативні операції перетину і об'єднання. Нечіткі оператори. Нечіткі відношення і способи його задання.

Основні характеристики нечітких відношень. Нечіткі величини, числа та інтервали. Трикутні нечіткі числа і трапецієвидні нечіткі інтервали, операції над ними. Поняття нечіткого висловлювання і нечіткого предиката. Базова архітектура систем нечіткого висновку. Нечіткі лінгвістичні висловлювання. Правила нечітких продукцій в системах нечіткого висновку. Основні етапи нечіткого висновку: формування бази правил систем нечіткого висновку, фаззифікація, агрегування, активізація, акумуляція, дефаззифікація. Основні алгоритми нечіткого висновку: Мамдані, Цукамото, Ларсена, Сугено. Простий нейрон, функція активізації. Способи адаптації і навчання, навчання одношарової та багатошарової мереж. Алгоритми навчання: градієнтні, методу

спряжених градієнтів, квазіньютонівські. Структура гібридної мережі. Гібридний алгоритм навчання нейрон-нечітких мереж.

вміти:

Розробляти систем штучного інтелекту на основі технологій нечіткої логіки та нейронних мереж. Розробляти системи нечіткого виведення в інтерактивному режимі. Використовувати редактор нечіткого виведення FIS. Розробляти системи нечіткого виведення в режимі командного рядка. Застосовувати пакет Neural Networks Toolbox середовища MATLAB для створення нейронних мереж. Апроксимувати функції і поверхні. Прогнозувати події. Управляти технологічними процесами. Досліджувати та порівнювати характеристики нейронних і гібридних мереж та систем на базі нечіткої логіки. Будувати системи управління на основі гібридних мереж. Прийняття рішень в різних галузях діяльності людини.

Предметом дисципліни є вивчення теоретичних основ програмування систем штучного інтелекту (нечіткої логіки, нейронних і гібридних мереж) і набуття практичних навичок створення на їх основі систем управління та прийняття рішень.

Для опанування дисципліни визначенні:

Програмні компетенції:

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та достовірної інформації.

ЗК3 Здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові розробки та досягнення в професійній сфері.

ЗК8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК1 Здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати вимоги до програмного забезпечення.

ФК7 Здатність систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення.

ФК10 Володіння сучасними методами проектування, експлуатації та супроводу програмних продуктів.

ФК11 Здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі інженерії програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

ПРН1 Знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення.

ПРН6 Аналізувати, оцінювати і вибирати методи, сучасні програмно-апаратні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні та програмні рішення для ефективного виконання конкретних виробничих задач з програмної інженерії.

ПРН7 Здатність систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення.

ПРН11 Набувати нові наукові і професійні знання, вдосконалювати навички, прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.

ПРН17 Проводити теоретичні та експериментальні досліджень щодо тестування, верифікації й валідації програмних продуктів.

ПРН22 Розробляти та впроваджувати нові програмні, архітектурні та алгоритмічні рішення, оцінюючи відповідні критерії якості і ризики впровадження.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи нечітких множин і нечіткої логіки

Тема 1. Підходи до програмування систем штучного інтелекту.

Базові поняття. Історія розвитку штучного інтелекту. Напрями досліджень в галузі штучного інтелекту. Можливості та переваги систем

штучного інтелекту. Технології розробки систем штучного інтелекту.

Тема 2. Основні поняття нечітких множин.

Визначення нечітких множин. Основні характеристики нечітких множин. Основні типи функцій належності. Рекомендації з побудови функцій належності нечітких множин.

Тема 3. Операції над нечіткими множинами.

Рівність і домінування нечітких множин. Операції перетину, об'єднання і різниці нечітких множин. Альтернативні операції перетину і об'єднання. Нечіткі оператори.

Тема 4. Нечіткі відношення.

Нечіткі відношення і способи його задання. Основні характеристики нечітких відношень. Операції над нечіткими відношеннями. Композиція бінарних нечітких відношень. Нечітке відображення. Властивості бінарних нечітких відношень заданих на одному (інтервалі) універсумі. Деякі спеціальні види нечітких бінарних відношень, заданих на одній базисній множині.

Тема 5. Нечітка лінгвістична змінна. Нечіткі величини, числа та інтервали.

Визначення нечіткої та лінгвістичної змінної. Нечіткі величини, числа та інтервали. Операції над нечіткими числами та інтервалами. Трикутні нечіткі числа і трапецієвидні нечіткі інтервали, операції над ними.

Тема 6. Основи нечіткої логіки.

Поняття нечіткого висловлювання і нечіткого предиката. Елементарні нечіткі висловлювання. Логічні заперечення та кон'юнкція нечітких висловлювань. Логічна диз'юнкція нечітких висловлювань. Нечітка імплікація. Нечітка еквівалентність. Правила нечітких продукцій. Прямий і зворотній методи виводу висновків в системах нечітких продукцій.

Тема 7. Системи нечіткого висновку.

Базова архітектура систем нечіткого висновку. Нечіткі лінгвістичні висловлювання. Правила нечітких продукцій в системах нечіткого висновку.

Основні етапи нечіткого висновку: формування бази правил систем нечіткого висновку, фаззифікація, агрегування, активізація, акумуляція, дефаззифікація. Основні алгоритми нечіткого висновку: Мамдані, Цукамото, Ларсена, Сугено.

Приклади використання систем нечіткого висновку в задачах управління та прийняття рішень.

Тема 8. Процес нечіткого моделювання в середовищі MatLAB.

Процес розробки системи нечіткого висновку в інтерактивному режимі. Редактор нечіткого висновку FIS. Процес розробки системи нечіткого висновку в режимі командного рядка.

Змістовий модуль 2. Нейронні та гібридні мережі.

Тема 1. Модель нейрона і архітектура мережі.

Простий нейрон, функція активізації. Нейрон з векторним виходом. Одношарові мережі, багатошарові мережі, мережі з прямою передачею сигналу.

Тема 2. Навчання нейронних мереж.

Способи адаптації і навчання, навчання одношарової та багатошарової мереж. Алгоритми навчання: градієнтні, методу спряжених градієнтів, квазіньютонівські.

Тема 3. Структура нейронних мереж.

Персептрони: архітектура, модель, процедури налаштування параметрів. Лінійні мережі: архітектура, моделі, навчання, застосування. Радіальні базисні мережі. Мережі класифікації даних. Рекурентні мережі.

Тема 4. Застосування нейронних мереж.

Апроксимація функцій і поверхонь. Прогнозування подій. Управління технологічними процесами. Прийняття рішень в різних галузях діяльності людини.

Пакет Neural Networks Toolbox середовища MatLAB для створення нейронних мереж.

Тема 5. Основи нечітких нейронних мереж.

Структура гібридної мережі. Гібридний алгоритм навчання нейро-нечітких мереж.

Тема 6. Застосування гібридних мереж.

Порівняльні характеристики нейронних і гібридних мереж та систем на базі нечіткої логіки. Гібридна мережа як адаптивна система нейро-нечіткого висновку. Апроксимація функцій, системи прийняття рішень, системи управління на основі гібридних мереж.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	ла	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основи нечітких множин і нечіткої логіки														
Тема 1. Підходи до програмування систем штучного інтелекту			2				4							
Тема 2. Основні поняття нечітких множин			2				4							
Тема 3. Операції над нечіткими множинами			2	2			4							
Тема 4. Нечіткі відношення			2	2			4							
Тема 5. Нечітка лінгвістична змінна. Нечіткі величини, числа та інтервали			2	2			4							
Тема 6. Основи нечіткої логіки			2	4			6							
Тема 7. Системи			2	4			6							

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
нечіткого висновку														
Тема 8. Процес нечіткого моделювання в середовищі MatLAB			4		6		6							
Разом за змістовим модулем 1			18		20		36							
Змістовий модуль 2. Нейронні та гібридні мережі														
Тема 1. Модель нейрона і архітектура мережі			2		2		4							
Тема 2. Навчання нейронних мереж			2		2		4							
Тема 3. Структура нейронних мереж			2				4							
Тема 4. Застосування нейронних мереж			2		2		4							
Тема 5. Основи нечітких нейронних мереж			2		2		4							
Тема 6. Застосування гібридних мереж			2		2		4							
Разом за змістовим модулем 2			12		10		24							
Усього годин			30		30		60							

5. Темі семінарських занять

Не передбачені програмою

6. Темі практичних занять

Не передбачені програмою

7. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тривимірна графіка і редагування графіків	2
2	Побудова нечітких систем за допомогою FiS-редактора	2

3	Чайові в ресторані	2
4	Дослідження впливу методу дефаззифікація на результати нечіткого логічного висновку	2
5	Побудова кривої навчання нечіткої бази знань	2
6	Дослідження впливу вагомості правил на якість нечіткої бази знань	2
7	Дослідження впливу функцій належності на якість нечіткого логічного висновку	2
8	Управління запасами на основі нечіткої логіки	1
9	Оцінка фінансової спроможності клієнтів при наданні банківських кредитів	1
10	Бортова система управління транспортними засобами на основі нечіткої логіки	1
11	Нечітка експертна система оцінки інвестиційної привабливості району як місця розвитку екотуризму	1
12	Дослідження якості автоматичного регулювання нечітким контролером при зміні параметрів об'єкта управління	1
13	Нейромережний інтерфейс MatLAB	1
14	Апроксимація функцій нейронними мережами	2
15	Прогнозування за допомогою нейронних мереж	2
16	Відтворення поверхонь нейронними мережами	2
17	Відтворення поверхонь нейронними мережами Гібридна мережа ANFIS	2
18	Прогнозування валютних цін на фінансовому ринку	1
19	Прогнозування результатів футбольних матчів	1
Усього годин		30

8. Самостійна робота

Модуль 1. Основи нечітких множин і нечіткої логіки

Тема 1. Підходи до програмування систем штучного інтелекту (4 год).

Тема 2. Основні поняття нечітких множин (4 год).

Множини α - рівня. Z – і S – видні.

Функції належності. Побудова функцій належності.

Тема 3. Операції над нечіткими множинами (4 год). Алгебраїчний перетин і об'єднання множин. Граничний перетин і об'єднання множин.

Тема 4. Нечіткі відношення (4 год).

Трикутна норма. Трикутна конорма. Доповнення нечітких відношень.
Альтернативні операції композиції.

Тема 5. Нечітка лінгвістична змінна. Нечіткі величини, числа та інтервали (4 год).

Нечіткі числа та інтервали у формі $(L - R)$ – функцій.

Тема 6. Основи нечіткої логіки (6 год).

Зворотний метод виведення висновків у системах нечітких продукцій.

Тема 7. Системи нечіткого висновку (6 год).

Етапи нечіткого висновку: імплікація, акумуляція. Алгоритм Ларсена.

Тема 8. Процес нечіткого моделювання в середовищі MatLAB (6 год).

Програмне забезпечення редактора нечіткого висновку FIS.

Модуль 2. Нейронні та гібридні мережі

Тема 1. Модель нейрона і архітектура мережі (4 год).

Мережі з прямою передачею сигналу. Структура біологічного нейрону.

Тема 2. Навчання нейронних мереж (4 год).

Навчання нейронної мережі із зворотним розповсюдженням похибки.

Тема 3. Структура нейронних мереж (4 год). Мережі класифікації даних.

Рекурентні мережі.

Тема 4. Застосування нейронних мереж (4 год).

Програмування нейронних мереж. Пакет Neural Networks Toolbox.

Тема 5. Основи нечітких нейронних мереж (4 год).

Алгоритми навчання гібридних мереж.

Тема 6. Застосування гібридних мереж (4 год).

Пакет Fuzzy logic Toolbox. Редактор ANFIS.

Індивідуальне завдання

Розробка системи прийняття рішень або системи управління.

Індивідуальне завдання виконується на стандартних аркушах паперу (формат А4) і подається у вигляді скріпленого зошита з титульною сторінкою

стандартного зразка і внутрішнім наповненням: аналіз об'єкта управління, обґрунтування діапазонів зміни вхідних і вихідних змінних, розробка бази правил, створення моделі об'єкта управління, виконання завдання, висновки.

Об'єм ІНДЗ становить 7-9 аркушів, включно з титульним листом. Кожен студент одержує відповідний варіант індивідуального завдання,

яке містить тему, мету, завдання роботи та основні її положення. На основі набутих теоретичних знань і практичних навичок вирішується задача створення системи керування об'єктом або прийняття рішень.

Індивідуальне завдання подається на перевірку викладачу не пізніше ніж за 1-2 тижні до екзамену.

Тематика індивідуальних завдань

1. Система прийняття рішень при проведенні фінансових операцій.
2. Оцінювання знань студентів за допомогою нейтронної мережі.
3. Оцінка екотуристичної привабливості району Тернопільської області на основі розмитої логіки.
4. Система керування опаленням приміщень з нечітким контролером.
5. Система керування пневмотранспортною установкою на основі нейро-нечіткої мережі.
6. Прогноз результатів футбольного матчу за допомогою нейрон-нечіткої мережі.
7. Прогноз ціни гривні на валютному ринку.
8. Система стабілізації напруги в електричній мережі на основі нечіткого контролера.
9. Прогноз навантаження енергосистеми.

Дані кожного об'єкта задаються викладачем або вивчаються і вибираються зі спеціальної літератури.

9. Методи навчання

М1. Лекція (проблемна, інтерактивна). М2. Лабораторна робота. М3. Проблемне навчання. М4. Проектне навчання (індивідуальне). М8. Дослідницький метод.

10. Форми контролю

МК1. Тестування. МК4. Методи усного контролю. МК5. Екзамен. МК7. Звіт.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371).

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

12. Методичне забезпечення

Опорні конспекти з курсу. Тестові завдання для поточного та підсумкового контролю.

13. Рекомендована література

Основна

1. Дьяконов В. П. MatLAB 6.5SP1/7.0.Simulink 5/6. Основы применения / В. П. Дьяконов– М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Лотфи Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
3. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MatLAB и fuzzy ТЕСН / А.Леоненков. СПб.: БХВ – Питербург, 2003. – 736 с.
4. Медведев В. С. Нейронные сети / В.С.Медведев, В.Г.Потёмкин. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 496 с.
5. Мінаєв Ю. М. Розв'язування прикладних інженерних задач в нейронних мережах / Ю.М.Мінаєв, О.Ю.Філімонова. Ч1 – Ч3. – К.: НАУ, 2004. – 380 с.
6. Нечітка логіка / В.С. Хандецький, В.І. Редько, П.Я. Новак, Т.В. Пастушкін. – Д.: ДНУ, 2005. – 230 с.
7. Ротштейн О.П. Проектування нечітких баз знань / О.П.Ротштейн, С.Д.Штовба. – Вінниця: ВДТУ, 1999. – 63 с.
8. Усков А.А. Интеллектуальные технологии управления / А.А.Усков, А.В.Кузьмин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 143 с.
9. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику С.Д.Штовба. – Режим доступа: [http://www. exponenta. ru.](http://www.exponenta.ru) – 154 с.

Додаткова

1. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А.Е.Алтунин, М.В.Семухин. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. – 352 с.
2. Архангельский В.М. Системы Фуцци – управления / В.М.Архангельский, И.Н.Богаенко, Г.Г.Грабовский, Н.А.Рюмшин. – К.: Техніка, 1997. – 208 с.

3. Гостев В.И. Синтез нечетких регуляторов систем автоматического управления / В.И.Гостев. К.: Радиоаматор, 2003. – 512 с.
4. Дьяконов В.П. Математические пакеты расширения MatLAB / В.П.Дьяконов, В.В.Круглов. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
5. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В.Круглов, М.Й.Дли, Р.Ю.Голунов. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001. – 224 с.
6. Нейронные сети в системах автоматизации / В.И. Архангельский, И.Н. Богаенко, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюмшин. – К.: Техніка, 1999. – 364 с.
7. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации; Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
8. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации / А.П.Ротштейн. – Вінниця: УНІВЕРСАМ – Вінниця, 1999. – 320 с.
9. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.Рутковская, М.Пилиньский, Л. Рутковский // Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 452 с.
10. Сигеру Омату и др. Нейроуправление и его приложения; Пер. с англ. Н.В. Батина. – М.: ИПРЖР, 2000. – 272 с.
11. Тярехов В.А. Нейросетевые системы управления / В.А.Тярехов, Д.В.Ефимов, И.Ю.Тюкин. – М.: ИПРЖР, 2002. – 480 с.
12. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Уоссерман Ф. // Пер. с англ. Ю.А. Зуев, В.А. Теченов. – М.: Телеком, 1992. – 184 с.

14. Інформаційні ресурси

ЕНК знаходиться за посиланням

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2939>