



Реквізити навчальної дисципліни

Назва дисципліни **Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах прийняття рішень**

Назва дисципліни англійською мовою	Fuzzy models and Methods in intelligent decision-making systems
Код дисципліни	
Рівень вищої освіти	третій (доктор філософії)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки »
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЄКТС: 18 - лекції, 18 - практичні, 84- СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	Українська

Кафедра, що Забезпечує викладання	Кафедра математичних методів системного аналізу
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Зайченко <a href="mailto:zaychenkoyuri@ukr.net">ЮП.</a> , <a href="mailto:zaychenkoyuri@ukr.net">zaychenkoyuri@ukr.net</a> Практичні: асист.Кузьменко О.В. <a href="mailto:kuzmenko.oleksii@iit.kpi.ua">kuzmenko.oleksii@iit.kpi.ua</a>
Розміщення курсу	КАМПУС, гугл диск викладача (папка для аспірантів групи)

## 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою дисципліни є систематизоване викладання теорії, методів, засобів та основ проектування систем штучного інтелекту на основі нечітких моделей та методів та їх застосування в системах прийняття рішень в макроекономіці. Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких фахових компетентностей: ФК 01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей

ФК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.

ФК 05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень

Внаслідок вивчення курсу студент повинен бути здатний продемонструвати такий програмний результат навчання ОПП:

ПРН 01. 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 ;ПРН 04. 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 :ПРН 06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

У кінці вивчення курсу аспірант повинен знати:

- сучасні моделі та методи нечіткого логічного висновку
- нечіткі моделі та методи розпізнавання та класифікації;
- методи і алгоритми навчання та самонавчання, що використовуються в системах штучного інтелекту;
- архітектуру, алгоритми навчання та самонавчання нечітких нейронних мереж (ННМ);
- методи та алгоритми побудови нечітких моделей складних систем на основі самоорганізації ( нечіткий МГУА) та їх застосування;
- нечіткі методи та алгоритми класифікації та кластерного аналізу
- методи аналізу ризику банкрутства корпорацій та банків в умовах невизначеності з використанням ННМ

вміти:

- використовувати сучасні нечіткі моделі, методи та засоби штучного інтелекту в системах прийняття рішень в економіці та бізнесі, зокрема в задачах класифікації,

*розпізнавання образів, моделювання та прогнозування складних процесів в економіці та фінансовій сфері, фінансового аналізу в умовах неповноти інформації та невизначеності — нечіткі нейромережі в задачах штучного інтелекту та системного аналізу*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Дисципліна “ Нечіткі моделі і методи в інтелектуальних системах прийняття рішень” є одним із завершальних курсів професійної підготовки докторів філософії спеціальності “Комп’ютерні науки” .*

*Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни в напрямку теорії та систем прийняття рішень і дає систематизоване детальне викладання основ теорії, методів та засобів побудови систем обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, бізнесі та фінансовій сфері. Тому ця дисципліна має глибокі логічні зв’язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки, зокрема з курсом «Сучасні методи і технології обчислювального інтелекту», а також з вибірковими дисциплінами «Інноваційні сфери застосування нейронних мереж», «Навчання з пікріпленням».*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Кредитний модуль включає наступні теми*

***Вступ.*** *Основні поняття та визначення. Лінгвістичні змінні та їх застосування в системах прийняття рішень в умовах невизначеності*

### ***Розділ 1. Системи нечіткого логічного висновку..***

*Тема 1.1. Загальна характеристика систем нечіткого висновку, основні алгоритми нечіткого висновку.*

*Тема 1.2. Нечіткі нейронні мережі ANFIS, TSK, архітектура, алгоритми навчання та застосування.*

*Тема 1.3. Каскадні нео- фаззи нейронні мережі, архітектура, алгоритми навчання та застосування.*

### ***Розділ 2. Нечіткі нейронні мережі в задачах класифікації та розпізнавання системах.***

*Тема 2.1 Нечітка, нейронна мережа для класифікації NEFClass та її модифікації.. Алгоритми навчання.*

*Тема 2.2. Застосування нечітких нейромереж в задач розпізнавання та класифікації в економіці та техніці.*

### ***Розділ 3. Нечіткі методи кластер- аналізу***

*Тема 3.1. Нечіткі методи кластерного-аналізу K-середніх та Густавсона -Кесселя та їх застосування.*

*Тема 3.2. Адаптивні методи кластерного аналізу та їх застосування.*

### ***Розділ 4. Нечіткий метод індуктивного моделювання та його застосування***

*Тема 4.1. Основні ідеї МГУА. Алгоритми нечіткого МГУА.*

*Тема 4.2. Нечіткий МГУА з ортогональними поліномами Чебишева та Фур’є. Адаптація нечітких моделей МГУА.*

## **Розділ 5. Нечіткі методи в фінансовому аналізі.**

Тема 5.1. Нечіткі методи в аналізі та оптимізації інвестиційних портфелів

Тема 5.2. Аналіз ризику банкрутства корпорацій та банків з використанням нечітких нейронних мереж в умовах невизначеності та ризику.

Тема 5.3. Аналіз кредитних ризиків фізичних та юридичних осіб в умовах невизначеності.

**Розділ 6. Гібридні МГУА- нечіткі нейронні мережі глибокого навчання. Їх застосування в задачах прогнозування та розпізнавання образів**

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **1. Базова**

1. Зайченко Ю.П.. Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах.- Київ. Вид. Дім « Слово», 2008,- 354с.
2. M. Zgurovsky, Yu. Zaychenko. *Fundamentals of computational intelligence- System approach.* Springer.2016.-275 p.
3. Zgurovsky M. , Zaychenko Yu. *Big Data: Conceptual Analysis and Applications.* Springer Nature Switzerland AG. 2019. -275 p.
4. Yuriy Zaychenko, Galib Hamidov, Bohdan Chapaliuk. *Medical Images Processing and Cancer Classification in the Problem of Diagnostics.* CAMBRIDGE SCHOLARS PUBLISHING LIMITED, UK . - 2023.-114 p.

### **2. Допоміжна**

1. E. Chandrasekaran, R. Anandan, G. Suseendran, S. Balamurugan, Hanaa Hachimi, E. Chandrasekaran, R. Anandan, G. Suseendran, S. Balamurugan. *Fuzzy Intelligent Systems Methodologies, Techniques, and Applications* ,2021-621p.
2. Цзіндун Цинь, Сінван Лю *Fuzzy Decision-Making Theories, Methodologies and Applications*, 2020.-271 p.
3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. *Deep Learning. 2-edition/ MIT Press, 2016.-772 p.*
4. Fischer, T., Krauss, C. *Deep Learning with Long Short-Term Memory Networks for Financial Market Predictions // European Journal of Operational Research.* 2018. №270. p. 654 – 669.

## **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

### **Лекційні заняття**

<b>№</b>	<b>Назва теми лекції та перелік основних питань</b>
1	<i>Основні поняття та визначення. Лінгвістичні змінні та їх застосування в системах прийняття рішень в умовах невизначеності. Загальна характеристика систем нечіткого та їх класифікація. Етапи нечіткого висновку. Рекомендована література: [1],[2].</i>
2	<i>Основні алгоритми нечіткого висновку-Мамдані, Цукамото, Сугено та Ларсена. Методи дефазифікації в системах нечіткого висновку Рекомендована література: [1] ; [2]</i>
3	<i>Теорема про універсальну апроксимацію Нечіткий Контролер Мамдани-Цукамото . Алгоритм навчання. Градієнтний алгоритм навчання контролера Цукамото та його властивості. Рекомендована література: [1] ; [3]</i>

4	<p><i>Нечіткі нейронні мережі. Архітектура, властивості. Алгоритм зворотнього розповсюдження помилки для навчання нейромережі з висновком Мамдані. Нечітка нейромережа ANFIS. Її архітектура, властивості та гградієнтний алгоритм навчання Нечітка нейромережа TSK. Архітектура, функціонування, гібридний алгоритм навчання.</i></p> <p><i>Рекомендована література: [2]; [3]</i></p>
5.	<p><i>Аналіз ефективності нечітких нейронних мереж з різними алгоритмами висновку .Застосування нечітких мереж в задачах прогнозування в фінансовій сфері</i></p> <p><i>Рекомендована література: [1]; [4]</i></p>
6.	<p><i>Нечітка, нейронна мережа для класифікації NEFClass . Архітектура, алгоритм генерації бази правил та навчання функцій належності.Аналіз недоліків нечіткої нейромережі NEFClass , модифікована система NEFClass-M , її властивості та алгоритм навчання.</i></p> <p><i>Застосування нечіткої нейромережі NEFClass в задачах розпізнавання рукописних текстів.</i></p> <p><i>Рекомендована література: [2]; [3]</i></p>
7.	<p><i>Каскадні нео-fuzzy нейронні мережі структура та функціонування . Алгоритми навчання. Синтез структури каскадних нео-fuzzy нейронних мереж та застосування в задачах прогнозування на фінансових ринках та розпізнавання образів.</i></p> <p><i>Рекомендована література: [1]; [4]</i></p>
8.	<p><i>Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Нечіткий алгоритм кластер-аналізу K- середніх. Нечіткий алгоритм кластер-аналізу Густавссона- Кесселя, його властивості. Нечіткий алгоритм МГУА з різними видами часткових описів- . поліноми Чебишева, Лягерра, ряди Фур'є</i></p> <p><i>Особливості їх реалізації.</i></p> <p><i>Рекомендована література: [2]; [3]</i></p>
9.	<p><i>Аналіз та оптимізація нечіткого інвестиційного портфеля в умовах невизначеності на основі апарату нечітких множин та її порівняння з портфелем Марковітца Загальна характеристика проблеми фінансового аналізу корпорацій та класична методика оцінки ризику банкрутства Альтмана. Аналіз ризику банкрутства з використанням апарату нечіткої логіки.</i></p> <p><i>Література. Основна [2, 3], додаткова [1,2].</i></p>

комп'ютерний практикум

№ п/п	Найменування
Заняття№1	Дослідження нечітких нейронних мереж в задачах прогнозування в економіці та фінансовій сфері
Заняття№2	Застосування нечітких нейроконтролерів в задачах керування і.
Заняття№3	Дослідження нечітких нейромереж для класифікації в економіці та соціальній сфері.
Заняття№4	Застосування нечіткого кластер-аналізу в задачах автоматичної класифікації об'єктів в економіці та техніці
Заняття№5	Дослідження нечіткого алгоритму МГУА. в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері
Заняття№6,7	Аналіз ризику банкрутства корпорацій з використанням нечітких моделей та методів
Заняття№8	Аналіз кредитних ризиків з використанням нечітких моделей та методів
Заняття№9	Аналіз ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких моделей

## **6. Самостійна робота студента**

*Вивчення дисципліни включає наступні види СРС: підготовка до аудиторних занять (18год), підготовка до виконанню та захисту робіт з комп'ютерних практикумів (29). Підготовка до модульної контрольної роботи(8 год) .А також підготовка до заліку (27год). Таким чином разом на СРС відводиться  $18+29+8+27=84$  год. По темі, що виноситься на самостійну роботу, складається короткий план теми, перелік основних понять та теоретичних відомостей (знань) які повинні отримати студенти. Даються контрольні питання, завдання, тести для перевірки отриманих знань та умінь в результаті виконання СРС. Методичні рекомендації до виконання СРС, варіанти завдань, термін виконання надає лектор всім групам потоку і зазначає у гугл-класі. Викладачі, які ведуть практичні заняття, у двотижневий термін з призначеної дати здачі робіт, перевіряють роботи та виставляють рейтингові бали.*

*Усі роботи аспіранти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Дедлайни кожного завдання позначені в щотижневих завданнях у гугл-класі. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, етична поведінка студентів визначені у Кодексі честі <https://kpi.ua> Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)*

## **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Здобувачі не мають право пропускати лекційні та лабораторних занять/ комп'ютерних практикумів без поважних причин. На кожному занятті аспіранти повинні активно залучатися до обговорення тематики лабораторних занять/ комп'ютерних практикумів. Для цього викладач на кожній лекції повинен приділяти увагу до застосування прочитаних тем в різних галузях науки. Захист лабораторних робіт повинен виявити наскільки здобувач може не тільки абстрактно та логічно мислити, а й аналізувати результат. Усі роботи аспіранти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Терміни здачі кожного завдання позначені в щотижневих завданнях у гугл-класі. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності*

## **8.Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), комп'ютерний практикум*

*Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.*

*Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, активність на заняттях та якість виконання робіт з комп'ютерних практикумів .Кожний здобувач отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.*

*Рейтинг з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:*

- написання модульної контрольної роботи;*
- виконання та захист робіт з комп'ютерних практикумів;*
- відповіді на заліку.*

*Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:*

<i>Метод оцінювання</i>	<i>Кількість</i>	<i>Оцінка в балах</i>	<i>Сумарна оцінка в балах</i>
<i>комп'ютерний практикум</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>40</i>
<i>Модульна контрольна робота</i>	<i>1</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>Підсумковий рейтинг</i>			<i>60</i>

*Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 35 балів.*

*Критерії нарахування балів:*

*1. Виконання та захист робіт з комп'ютерних практикумів оцінюються у 6 балів :*

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 6 балів;*
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 5 бали;*
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3..4 бали;*
- «достатньо» – 50 відсотків – робота виконана, але не захищена-2 бали.*

*2. Модульна контрольна робота оцінюється із 20 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається із двох запитань з переліку, що наданий у цьому документі.*

Кожне запитання оцінюється з 9 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 9 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 8...7 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 6...5 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силадусу. Умовою позитивного першого календарного контролю є отримання не менше 20 балів, другого – отримання не менше 35 балів.

Аспіранти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів (див. таблицю), отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Аспіранти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів (але не менше 35 балів), а також аспіранти, які бажають підвищити свою рейтингову оцінку, складають залік.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтинг	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 - 100	A – відмінно	Відмінно
85 - 94	B – дуже добре	Добре
75 - 84	C – добре	
65 - 74	D – задовільно	Задовільно
60 - 64	E – достатньо	
менше 60 балів	FX – незадовільно	Незадовільно
менше 30 балів	F – не допущено	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Теоретичні питання:

1. Дослідження нечіткого алгоритму МГУА для задач прогнозування в економіці
2. Нечіткий МГУА з ортогональними поліномами Чебишева та Фур'є. Адаптація моделей НМГУА.
3. Застосування алгоритмів МГУА для прогнозування нестационарних процесів.
4. Застосування нечіткого алгоритму МГУА для прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері. Порівняльний аналіз з чітким МГУА та нейромережами.
5. Дослідження критеріїв селекції часткових описів та різних видів функцій належності в алгоритмі НМГУА.



6. *Аналіз кредитних ризиків для фізичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж.*
7. *Аналіз банківських кредитних ризиків для юридичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з існуючою методикою.*
8. *Нечіткі методи в аналізі та оптимізації інвестиційного портфелю*
9. *Двоїста задача нечіткої портфельної оптимізації та метод її розв'язання .*
10. *Аналіз ризику банкрутства корпорацій з використанням нечітких моделей.*
11. *Застосування нечітких нейронних мереж з висновками Мамдані та Цукамото для аналізу ризику банкрутства.*
12. *Аналіз фінансового стану та прогнозування ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких нейромереж.*
13. *Нечіткі методи кластерного-аналізу K-середніх та Густавссона –Кесселя. Методи пікового та різницевого групування. Можливісні алгоритми нечіткого кластерного аналізу. Їх властивості та застосування.*
14. *Застосування нечіткого кластер-аналізу в економіці.*
15. *Задача кластеризації країн ООН за показниками сталого розвитку.*
16. *Застосування нечітких нейромереж NEFClass в задачах розпізнавання та класифікації в економіці та техніці*
17. *Застосування Нечіткої нейронної мережі для класифікації NEFClass. Для обробки та класифікації медичних зображень в задачах діагностики.*
18. *Нові алгоритми навчання нечіткої нейромережі NEFClass та її застосування для розпізнавання об'єктів на електрооптичних зображеннях*

## **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус )**

### **складено**

проф. кафедри математичних методів системного аналізу, д.т.н., проф. Зайченко Ю.П.

**Ухвалено** кафедрою ММСА (протокол № 13 від 06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24. 06.2024)