|  |  |
| --- | --- |
|  | **кафедра** **математичних методів системного аналізу** |

# 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 | *Rozklad.kpi.ua* |
| Мова викладання | **Українська** |
|   |
| Кафедра, що |  |
| Забезпечує викладання | **Кафедра математичних методів системного аналізу** |
| Інформація про керівника курсу / викладачів |  **Лектор: д.т.н., професор Зайченко** **ЮП.** **,****zaychenkoyuri@ukr.net****Практичні: асист.Кузьменко О.В. kuzmenko.oleksii@lll.kpi.ua** |
| Розміщення курсу | КАМПУС, гугл диск викладача (папка для аспірантів групи) |
|  |

**Програма навчальної дисципліни**

**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 напрямах 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 напряму, 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 напрямах :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 вумовах неповнотиінформації 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- фаззі нейронні мережі, архітектура, алгоритми навчання та*

*зас тосування.*

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

*Тема 2.1Нечітка, 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 К-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. Ї****х 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 Gooodfellow, 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**

|  |  |
| --- | --- |
| *№* | *Назва теми лекції та перелік основних питань* |
| *1* | ***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].* |
| *2* | ***Основні алгоритми нечіткого висновку-Мамдані, Цукамото, Сугено та Ларсена.******Методи дефазифікації в системах нечіткого висновку****Рекомендована література: [1] ; [2]* |
| *3* | ***Теореми про універсальну апроксимацію Нечіткий Контролер Мамдани-Цукамото . Алгоритм навчання.Градієнтний алгоритм навчання контролера Цукамото та його властивості.****Рекомендована література: [1] ; [3]*  |
| *4* | ***Нечіткі нейронні мережі. Архітектура, властивості. Алгоритм зворотнього розповсюження 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.****Рекомендована література: [2 ]; [3]*  |
| *5.* | ***Аналіз ефективності нечітких нейронних мереж з різними алгоритмами висновку  .Застосування нечітких мереж в задачах прогнозування в фінансовій сфері******Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *6.* | ***Нечітка, нейронна мережа для класифікації NEFClass . Архітектура, алгоритм  генерації бази правил та навчання функцій належності.Аналіз недоліків нечіткої нейромережі NEFClass , модифікована система NEFClass-М , її властивості та алгоритм навчання.******Застосування нечіткої нейромережі NEFClass в задачах розпізнавання рукописних текстів.******Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *7.* | ***Каскадні neo-fuzzy нейронні мережі структура та функціонування .  Алгоритми навчання.******Синтез структури каскадних neo-fuzzy нейронних мереж та  застосування в задачах прогнозування на фінансових ринках та розпізнавання образів.*** ***Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *8.* | ***Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Нечіткий алгоритм кластер-аналізу К- середніх.******Нечіткий алгоритм кластер-аналізу Густавссона- Кесселя, його властивості.******Нечіткий алгоритм МГУА з різними видами часткових описів- . поліноми Чебишева, Лягерра, ряди Фур’є Особливості їх реалізації.******Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *9.* | ***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.******Література. Основна [2, 3], додаткова [1,2].*** |

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. Методичнi рекомендацiї до виконання СРС, варiанти 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 (РСО)**

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

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

*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:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Метод* | *Кількість* |  *Оцінка в* | *Сумарна оцінка в* |
| *оцінювання* |  |  *балах* | *балах* |
|  |  |  |  |
| комп’ютерний практикум | *8* | *6* | *40* |
| *Модульна* | *1* | *20* | *20* |
| *контрольна* |  |  |  |
| *робота* |  |  |  |
| *Підсумковий* |  |  | *60* |
| *рейтинг* |  |  |  |

*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 силабусу. 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 нестаціонарних 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.*

1. *Аналіз банківських кредитних ризиків для юридичних осів в умовах невизначеності з*

*використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з існуючою методикою.*

1. *Нечіткі методи в аналізі та оптимізації інвестиційного портфелю*
2. *Двоїста задача нечіткої портфельної оптимізації та метод її розв’язання .*
3. *Аналіз ризику банкрутства корпорацій з використанням нечітких моделей.*
4. *Застосування нечітких нейронних мереж з висновками Мамдані та Цукамото для аналізу ризику банкрутства.*
5. *Аналіз фінансового стану та прогнозування ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких нейромереж.*
6. *Нечіткі методи кластерного-аналізу К-середных та Густавссона –Кесселя. Методи піковогго та різницевого групування. Можливісні алгоритми нечіткого кластерного аналізу. Їх власивості та застосування.*
7. *Застосування нечіткого кластер-аналізу в економіці.*
8. *Задача кластеризації країн ООН за показниками сталого розвитку.*
9. *Застосування нечітких нейромереж NEFClass в задачах розпізнавання та класифікації в економіці та техніці*
10. *Застосування Нечіткої нейронної мережідля класифікації NEFClass. Для обробки та класифікації медичних зображень в задачах діагностики.*
11. *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 від24. 06.2024)