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

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Назва дисципліни | Методи та технології обчислювального інтелекту |
| Назва дисципліни англійською мовою | **Methods and Technologies of Computational intelligence** |
| Код дисципліни | **ПО3** |
| Рівень вищої освіти | **другий (магістерський)** |
| Галузь знань | **12 Інформаційні технології** |
| Спеціальність | **122 «Комп’ютерні науки »** |
| Освітня програма | **Комп’ютерні науки** |
| Статус дисципліни | **Нормативна** |
| Форма навчання | **очна(денна)** |
| Рік підготовки, семестр | **1 курс, осінній семестр** |
| Обсяг дисципліни | **135год/4 ,5 кредитів ЄКТС: 36 - лекції, 18 - лабораторні, 81 - СРС** |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | **екзамен** |
| 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.,доцент, професор Зайченко** [**ЮП.**](mailto:ЮП.syncmaster@bigmir.net) **,**  [**zaychenkoyuri@ukr.net**](mailto:zaychenkoyuri@ukr.net)  **Практичні: асист.Кузьменко О.В. kuzmenko.oleksii@lll.kpi.ua** |
| Розміщення курсу | https://classroom.google.com/c/NjU3NDIwOTkyMTE0?cjc=22pkmbd |
|  | |

**Програма навчальної дисципліни**

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

*Дисципліна “ Методи та технології обчислювального інтелекту” є одним із завершальних курсів професійної підготовки магістрів спеціальності “Комп’ютерні науки» ”. Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових компетентностей:ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 5 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями. ЗК 7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ФК 1 Усвідомлення теоретичних засад комп’ютерних наук. ФК 6 Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття рішень. ФК 7 Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп’ютерних систем різного призначення. ФК 10 Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проєктом. ФК 19 Здатність аналізувати сучасні світові тенденції розвитку комп’ютерних наук та перспективи розвитку інформаційних технологій. ФК22 Здатність вибирати адекватні методи і технології обчислювального інтелекту та машинного навчання, включаючи методи глибокого навчання, та використовувати їх для вирішення задач прогнозування, керування, прийняття рішень, класифікації та інтелектуального аналізу даних в умовах невизначеності та неповної інформації*

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

*ПРН 1 Здійснювати опис предметної області розробки або дослідження; забезпечувати декомпозицію поставленої задачі. ПРН 2 Обирати належні засоби для розробки або дослідження (середовище розробки, мова програмування, програмне забезпечення та програмні пакети тощо), що дозволяють знайти правильне і ефективне рішення. ПРН 5 Моделювати об'єкт розробки або дослідження з точки зору функціональних компонентів (підсистем) таким чином, щоб полегшити та оптимізувати роботу над проєктом; використовувати наявні технології та методи динамічного і статичного аналізу програм для забезпечення якості результату. ПРН 6 Аналізувати, оцінювати та порівнювати різні технології (методи, мови, алгоритми, графіки робіт) з метою встановлення пріоритетів у відповідності з різними критеріями продуктивності та якості, що визначені завданням. ПРН 7 Створювати прототипи програмного забезпечення, щоб переконатися, що воно відповідає вимогам до розробки; виконувати його тестування і статичний аналіз, щоб переконатися у відповідності завданню розробки або дослідження. ПРН 8 Розробляти, реалізовувати та забезпечувати заходи з моніторингу, оптимізації, технічного обслуговування, виявлення відмов тощо. ПРН 9 Управляти складними робочими процесами з урахуванням поставлених економічних, правових та етичних аспектів, оцінювати результ. ПРН 12 Забезпечувати відстеження стану розробки, відображення його у технічній документації з використанням засобів управління версіями документів. ПРН 13 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень. ПРН 19 Планувати і виконувати наукові дослідження з проблем комп’ютерних наук та інформаційних технологій, формулювати і перевіряти гіпотези, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки. ПРН 20 Знати стандарти і вимоги до розробки і виконання наукових досліджень і проєктів у сфері комп’ютерних наук, оформлення науково-технічних текстів у галузі комп’ютерних наук, розуміти вимоги академічної доброчесності.*

*ПРН 22 Застосовувати технології обчислювального інтелекту в розподілених обчисленнях, зокрема, методи машинного навчання для налагодження проектних процедур.*

*У кінці вивчення курсу студент повинен знати:*

* *мережі глибокого навчання , їх архітектуру , алгоритми глибокого навчання та методи регуляризації;*
* *гібридні нейронні мережі на основі самоорганізації та методи синтезу їх структури,*
* *генетичні алгоритми. , алгоритми еволюційного моделювання та їх властивості,*
* *методи рійової оптимізації, мурашині алгоритми та їх властивості,*
* *системи нечіткої логіки та нечіткі нейронні мережі,*
* *згорткові нейронні мережі ,*
* *поліноміальний алгоритм МГУА*

*вміти:*

* *застосовувати алгоритми навчання нейро-мережі Васk Propagation градієнтного типу, генетичні алгоритми навчання,*
* *алгоритми спряжених градієнтів навчання нейронної мережі ,*
* *алгоритми МГУА та нечіткого МГУА ,*
* *нечітку нейромережу ANFIS в задачах штучного інтелекту та системного аналізу*

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

*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 курсами “ Методи оптимізації”, “ Методи та системи штучного інтелекту”, “Моделювання систем”, “ Основи системного аналізу ”.*

*Матеріали курсу широко використовуються в наступних курсах “ Технології інтелектуального аналізу даних ”, “ Нечітке моделювання та управління” та при* *виконанні магістерської дисертації.*

**3. Зміст навчальної дисципліни**

*Кредитний модуль включає наступні теми*

***Розділ 1. Нейронні мережі та їх застосування в інтелектуальних системах.***

*Тема 1.1. Нейронні мережі. Алгоритми навчання.*

*Тема 1.2. Рекурентні нейронні мережі.*

*Тема 1.3. Нейронні мережі з самоорганізацією.*

***Розділ 2. Інтелектуальні системи прийняття рішень на основі методу індуктивного моделювання МГУА***

*Тема 2.1. Основні ідеї методу групового урахування аргументів (МГУА). Поліноміальний алгоритм МГУА*

*Тема 2.2. Нечіткий МГУА, його властивості та застосування*

*Тема 2.3 Нечіткий МГУА з ортогональними поліномами. Адаптація моделей МГУА*

***Розділ 3. Генетичні алгоритми та еволюційне програмування в системах обчислювального інтелекту***

*Тема 3.1. Базові генетичні алгоритми та їх реалізація*

*Тема 3.2 Адаптація генетичних алгоритмів*

*Тема 3.3. Еволюційне програмування . Основні процедури та їх реалізація*

*Тема 3.4. Диференціальна еволюція та її застосування*

*Тема 3.5. Рійові та мурашині алгоритми в задачах штучного інтелекту*

***Розділ 4. Системи нечіткої логіки та нечіткі нейронні мережі***

*Тема 4.1. Основні алгоритми нечіткого логічного висновку. Теорема про універсальну апроксимацію для систем нечіткої логіки (FAT ).*

*Тема 4.2. Нечіткі нейронні мережі , архітектура , функції та алгоритми навчання*

*Тема 4.4. Каскадні нео-фаззі мережі .Архітектура, алгоритми навчання та застосування.*

***Розділ 5. Нейронні мережі глибокого навчання та згорткові нейронні мережі***

*Тема 5.1. Нейронні мережі глибокого навчання. Архітектура, алгоритми, методи регуляризації та застосування.*

*Тема 5.2. Гібридні нейронні мережі глибокого навчання на основі метода самоорганізації ( МГУА). Алгоритми синтезу архітектури та навчання, застосування .*

*Тема 5.3. Згорткові нейронні мережі. Основні процедури згортки, типи архітектур, алгоритми навчання. Застосування в задачах розпізнавання зображень.  
Тема 5.4. Рекурентні нейронні мережі LSTM. Архітектура, Алгоритми навчання, властивості та застосування.*

**4.Навчальні матеріали та ресурси**

*1. Базова*

1. *M. Zgurovsky, Yu. Zaychenko. Fundamentals of computational intelligence- System approach. Springer.2016.-275 p.*
2. *Zgurovsky M. , Zaychenko Yu. Big Data: Conceptual Analysis and Applications. Springer Nature Switzerland AG. 2019. -275 p.*
3. *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.*
4. *Зайченко Ю.П.. Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах.- Київ. Вид. Дім « Слово», 2008,- 354с.*

*2. Допоміжна*

1. *Le Cun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521, 436–444.*
2. *Josh Paterson, Adam Gibson. Deep Learning: A Practitioner's Approach, 1st Edition. Kindle Edition, 2017.-538 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* | ***Нейронні*** *мережі. Алгоритми навчання. Рекурентні нейронні мережі..*  *Рекомендована література: [1] ,[2].* |
| *2* | ***Нейронні мережі з самоорганізацією.***  *Рекомендована література: [1] ; [2]* |
| *3* | ***Основні ідеї методу групового урахування аргументів (МГУА). Поліноміальний алгоритм МГУА***  ***Нечіткий МГУА, його властивості та застосування***  *Рекомендована література: [1] ; [3]* |
| *4* | ***Нечіткий МГУА, його властивості та застосування***  *Рекомендована література: [2 ]; [3]* |
| *5* | ***Нечіткий МГУА з ортогональними поліномами. Адаптація моделей МГУА .***  *Рекомендована література: [1] ; [3]* |
| *6.* | ***Генетичні алгоритми в системах обчислювального інтелекту. Базові генетичні алгоритми та їх реалізація. Адаптація генетичних алгоритмів***  ***Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *7.* | ***Еволюційне програмування в системах обчислювального інтелекту. Основні процедури та їх реалізація***  ***Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *8.* | ***Еволюційне програмування . Диференціальна еволюція та її застосування***  ***Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *9.* | ***Рійові та мурашині алгоритми в задачах штучного інтелекту***  ***Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *10* | ***Системи нечіткої логіки. Основні алгоритми нечіткого логічного висновку.***  ***Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *11* | ***Теорема про універсальну апроксимацію для систем нечіткої логіки (FAT ).***  ***Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *12* | ***Нечіткі нейронні мережі , архітектура , функції та алгоритми навчання***  ***Рекомендована література: [1] ; [4]*** |
| *13* | ***Каскадні нео-фаззі мережі .Архітектура, алгоритми навчання та застосування.***  ***Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *14* | ***Нейронні мережі глибокого навчання. Архітектура, алгоритми, методи регуляризації та застосування.***  ***Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *15* | ***Гібридні нейронні мережі глибокого навчання на основі метода самоорганізації ( МГУА). Алгоритми синтезу архітектури та навчання, застосування .***  ***Рекомендована література: [3] ; [4]*** |
| *16* | ***Згорткові нейронні мережі. Основні процедури згортки, типи архітектур, алгоритми навчання.***  ***Рекомендована література: [1] ; [3]*** |
| *17* | ***Застосування CNN в задачах розпізнавання зображень. Рекомендована література: [2] ; [3]*** |
| *18* | ***Рекурентні нейронні мережі LSTM. Архітектура, Алгоритми навчання, властивості та застосування.***  ***Рекомендована література: [2] ; [4]*** |

Лабораторні роботи

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Найменування лабораторної роботи |
| Заняття№1 | Дослідження алгоритму навчання нейро-мережі Васk Propagation градієнтного типу. |
| Заняття№2 | Дослідження генетичного алгоритму навчання |
| Заняття№3 | Дослідження комбінованого алгоритму навчання нейро-мережі Васk Propagation |
| Заняття№4 | Дослідження алгоритму спряжених градієнтів навчання нейронної мережі Васk Propagation. |
| Заняття№5,6 | Дослідження поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці |
| Заняття№7 | Дослідження нечіткого МГУА в задачах прогнозування |
| Заняття№8,9 | Дослідження нечіткої нейромережі ANFIS в задачах прогнозування. |

**6. Самостійна робота студента**

*Вивчення дисципліни включає наступні види СРС: підготовка до аудиторних занять (18год), довиконання та оформлення протоколів лабораторних робіт , а також підготовка до захисту лабораторних робіт(29). Підготовка до модульної контрольної роботи(4 год) .А також підготовка до іспиту (30 год). Таким чином разом на СРС відводиться 18+29+4+30=81 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 студентами робіт, перевіряють роботи та виставляють рейтингові бали.*

*Усі роботи студенти 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)**

*Магістри не мають право пропускати лекційні та практичні заняття без поважних причин. На кожному лабораторному занятті повинні активно залучатися до обговорення тематики лабораторних занять. Для цього викладач на кожній лекції повинен приділяти увагу до застосування прочитаних тем в різних галузях науки. Захист лабораторних робіт повинен виявити наскільки магістр може не тільки абстрактно та логічно мислити, а й аналізувати результат. Усі роботи магістри 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), лабораторні роботи.*

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

*Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, активність на лабораторних заняттях та якість захисту лабораторних робіт.. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.*

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

*- написання модульної контрольної роботи;*

*- робота на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт;*

*- відповіді на екзамені.*

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Метод* | *Кількість* | *Оцінка в* | *Сумарна оцінка в* |
| *оцінювання* |  | *балах* | *балах* |
| *Лабораторні* | *7* | *6* | *42* |
| *роботи* |  |  |  |
| *Модульна* | *1* | *18* | *18* |
| *контрольна* |  |  |  |
| *робота* |  |  |  |
| *Підсумковий* |  |  | *60* |
| *рейтинг* |  |  |  |

*Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт , семестровий рейтинг більше 35 балів.*

*Критерії нарахування балів:*

*1. Захист лабораторних робіт оцінюються із 6 балів кожна:*

* *«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 18 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.*

*Студенти, 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. Зі студентами, які виконали всі умови допуску до екзамену та*

*мають рейтингову оцінку менше 60 балів (але не менше 35 балів), а також з тими*

*студентами, які бажають підвищити свою рейтингову оцінку, складають екзамен.*

*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. *Порівняльний аналіз нейронних мереж Back propagation та РБФ нейромереж в задачах*
2. *прогнозування в економіці та фінансовій сфері*
3. *Дослідження нечіткого алгоритму МГУА для задач прогнозування в економіці*
4. *та фінансовій сфері та порівняння з чітким МГУА*
5. *Порівняльний аналіз нечітких нейронних мереж ANFIS та TSK в задачах прогнозування*

*в фінансовій сфері.*

1. *Застосування поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування*

*в макроекономіці та фінансовій сфері та порівняння з нейромережею Back propagation .*

1. *Дослідження нечіткої нейромережі NefClass .*
2. *Аналіз ризику банкрутства корпорацій в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з класичним методом Альтмана.*
3. *Аналіз ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких*

*нейромереж та порівняння зі скоринговим методом CAMEL*

1. *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. *Аналіз та оптимізація нечіткого інвестиційного портфелю в умовах невизначеності*

*та порівняльний аналіз з класичним методом портфельної оптимізації Марковітца.*

1. *Дослідження гібридних мереж глибокого навчання в задачах обчислювального інтелекта*

**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 05.06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № , від 06.2023)