



Реквізити навчальної дисципліни

Назва дисципліни	Обчислювальний інтелект
Назва дисципліни англійською мовою	Computational intelligence
Код дисципліни	ПО 4
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	124 «Системний аналіз »
Освітня програма	«Системний аналіз фінансового ринку»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	5 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4.5 кредитів ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
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.,доцент, професор Зайченко ЮП. , zaychenko.yuri@ukr.net Практичні: асист.Кузьменко О.В. kuzmenko.oleksii@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTUzNDY0MTg4ODQy

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

Дисципліна “Обчислювальний інтелект” є однією з фундаментальних в освітній програмі «Системний аналіз фінансового ринку». Метою дисципліни є формування інтегральної здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі інформаційних технологій, системних наук і кібернетики, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій із застосуванням теоретичних положень і методів системного аналізу та характеризується комплексністю і невизначеністю умов та вимог. Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових компетентностей: ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ФК2 Здатність проектувати архітектуру інформаційних систем. ФК6 Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи. ФК7 Здатність управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів. ФК8 Здатність розробляти і координувати процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмних систем на основі застосування відповідних моделей, методів та технологій розробки програмного забезпечення інформаційних систем. ФК14 Здатність застосовувати методи індуктивного моделювання та математичний апарат нечіткої логіки, нейронних мереж, теорії ігор та обчислювального інтелекту в задачах системного аналізу фінансового ринку.

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

ПР1 Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень. ПР2 Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання. ПР4 Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природи. ПР6 Застосовувати методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, математичний апарат нечіткої логіки, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту для розв'язання складних задач системного аналізу. ПР7 Розробляти інтелектуальні системи в умовах слабо структурованих даних різної природи. ПР8 Здійснювати ідентифікацію та оцінювання параметрів математичних моделей об'єктів керування. ПР9 Розробляти та застосовувати моделі, методи та алгоритми прийняття рішень в умовах конфлікту, нечіткої інформації, невизначеності та ризиків. ПР12 Знати законодавчі акти щодо забезпечення захисту інтелектуальної власності, вимоги до дотримання установлених вимог при оформленні заявок з патентів на винаходи; дотримуватися академічної доброчесності. ПР16 Уміти створювати математичні моделі складних систем та проектувати алгоритми підтримки прийняття рішень в умовах проектування систем обчислювального інтелекту за допомогою методів індуктивного моделювання, нечіткої логіки, нейронних мереж, теорії ігор, генетичних методів оптимізації, еволюційного моделювання. ПР17 Уміти розробляти експертні системи за знаннями експертів предметної області в умовах слабо структурованих предметних областей за допомогою оболонок експертних систем та мов програмування штучного інтелекту.

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 Back 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)

Дисципліна “Обчислювальний інтелект” є одним із завершальних курсів професійної підготовки магістрів спеціальності “Системний аналіз”.

Дисципліна 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 “Математичні методи оптимізації та дослідження операцій”, “Теорія прийняття рішень”, “Моделювання складних систем”. “Статистичний аналіз та прогнозування”.

Матеріали курсу широко використовуються в наступних курсах “Системи і методи підтримки прийняття рішень”, “Управління ризиками”.

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. Зайченко Ю.П. *Основи проектування інтелектуальних систем. Навч. посібник.-К. : Видавничий дім «Слово»._2004.-352с.*
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 Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. *Deep Learning. 2-edition/ MIT Press, 2016.-772 p.*
4. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," in *Advances in Neural Information Processing Systems 25*, 2012, pp.1097–11054.
5. Hochreiter S. *LONG SHORT-TERM MEMORY / S. Hochreiter, J. Schmidhuber. // Neural Computation. – 1997. – №9. – С. 1735–1780.*
6. 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
ЛР №1	Дослідження алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation градієнтного типу.
ЛР №2	Дослідження генетичного алгоритму навчання
ЛР №3	Дослідження комбінованого алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation
ЛР№4	Дослідження алгоритму спряжених градієнтів навчання нейронної мережі Back Propagation.
ЛР №5	Дослідження поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці
Лр №6	Дослідження нечіткого МГУА в задачах прогнозування
ЛР №7	Дослідження нечіткої нейромережі ANFIS в задачах прогнозування.

6. Самостійна робота студента

Вивчення дисципліни включає наступні види СРС: підготовка до аудиторних занять, оформлення лабораторних робіт, підготовка протоколів лабораторних робіт, а також підготовка до захисту лабораторних робіт. Підготовка до семестрової контрольної роботи. 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 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 (PCO)

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), лабораторні роботи.

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

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 оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Лабораторні роботи	6	5	10
Модульна контрольна робота	1	6	20
Стартовий рейтинг		36	80
Іспит	1	24	20
Підсумковий рейтинг		60	100

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 прогнозування в економіці та фінансовій сфері
2. Дослідження нечіткого алгоритму МГУА для задач прогнозування в економіці та фінансовій сфері та порівняння з чітким МГУА
3. Порівняльний аналіз нечітких нейронних мереж ANFIS та TSK в задачах прогнозування в фінансовій сфері.
4. Застосування поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері та порівняння з нейромережею *Back propagation*.
5. Дослідження нечіткої нейромережі *NefClass*.
6. Аналіз ризику банкрутства корпорацій в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з класичним методом Альтмана.
7. Аналіз ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких нейромереж та порівняння зі скоринговим методом CAMEL

10. *Аналіз кредитних ризиків для фізичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж.*
11. *Аналіз банківських кредитних ризиків для юридичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з існуючою методикою.*
12. *Аналіз та оптимізація нечіткого інвестиційного портфелю в умовах невизначеності та порівняльний аналіз з класичним методом портфельної оптимізації Марковітца.*
13. *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 №10 від 24.06.2024)