



МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	135год/4,5 кредити ЄКТС: 36 - лекції, 18 - лабораторні, 81 - СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	МКР, іспит
Розклад занять	Rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції: Д.т.н., професор Зайченко Юрій Петрович, zaychenko Yuri@ukr.net Лабораторні : ас. Кузьменко О.В. kuzmenko.oleksii@iit.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

Вивчення навчальної дисципліни «Методи та технології обчислювального інтелекту» 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 3 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

ФК 5 Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

ФК 7 Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.

ФК 8 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 проектом.

ФК 15 Здатність до проектування та програмної реалізації методів комп'ютерної обробки надвеликих за обсягом даних в інформаційних середовищах різноманітного призначення, систем управління бізнес-процесами, сервіс-орієнтованих середовищ та систем високопродуктивних обчислень.

ФК 16 Здатність до створення і використання сучасних інформаційних систем та технологій різного призначення, сервіс-орієнтованих обчислень і архітектур, туманних обчислень, контекстно-керованих адаптивних обчислень, безсерверних обчислень.

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

ПРН 1 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.

ПРН 2 Мати спеціалізовані вміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

ПРН 9 Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).

ПРН 11 Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

ПРН 14 Тестувати програмне забезпечення.

ПРН 18 Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.

ПРН 19 Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

ПРН 24 Працювати в розподілених інтелектуальних обчислювальних середовищах, використовуючи сервіс-орієнтовані обчислення і архітектури, адаптувати обчислювальні задачі під умови сервіс-орієнтованого підходу для їх ефективного виконання в розподілених середовищах, здійснювати пошук сервісів в репозитаріях, їх оркестрування, хореографію і композицію, формулювати вимоги до роботи хмарної системи та її інтеграції в інформаційні системи.

В результаті 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 ройової оптимізації, мурашині алгоритми та їх властивості;
- системи нечіткої логіки та нечіткі нейронні мережі;
- згорткові нейронні мережі;
- поліноміальний алгоритм МГУА;

та 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 (місцев 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 таких ОК як «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. Ройові 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 4.3. 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. – 354 с.

2. Допоміжна

1. Le Cun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521. P. 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. 2nd Edition. MIT Press, 2016. 772 p.
4. A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. In: Advances in Neural Information Processing Systems 25. 2012. P. 1097 – 1154.
5. 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)

З дисципліни «Методи та технології обчислювального інтелекту» передбачені 18 лекцій і 9 лабораторних занять, а також 81 година – на самостійну роботу магістра.

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.	Ройові 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]

На лабораторних заняттях відбувається ознайомлення з тематикою (методом, алгоритмом, інструментарем) кожної лабораторної роботи, обговорення основних аспектів, та врешті захист кожної роботи. Виконання лабораторних робіт починається під час лабораторних занять, але частина кожної такої роботи відноситься на самостійну роботу студента.

Лабораторні роботи

№ п/п	Найменування лабораторної роботи
Заняття №1	Дослідження алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation градієнтного типу.
Заняття №2	Дослідження генетичного алгоритму навчання
Заняття №3	Дослідження комбінованого алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation
Заняття №4	Дослідження алгоритму спряжених градієнтів навчання нейронної мережі Back 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 (18 год.), до виконання та оформлення протоколів, а також до захисту лабораторних робіт (29 год.), до модульної контрольної роботи (4 год.), 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. 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>.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Магістри не мають право пропускати лекційні та лабораторні заняття без поважних причин. На кожному лабораторному занятті повинні активно залучатися до обговорення тематики 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.

Академічна доброчесність

Основні види академічної відповідальності встановлені Законом України «Про освіту». Згідно із частиною 6 статті 42 до основних видів академічної відповідальності здобувачів освіти належать:

повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, залік тощо); повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми; відрахування із закладу освіти; позбавлення академічної стипендії; позбавлення наданих закладом освіти пільг з оплати за навчання. Політику, стандарти і процедури дотримання академічної доброчесності містять такі регламентуючі документи КПІ ім. Ігоря Сікорського, оприлюднені на сайті Університету: Кодекс честі КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>, Положення про систему запобігання академічному плагіату https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen_pro_plagiat.pdf, а також нормативно-правові документи, офіційні рекомендації, накази та розпорядження, соціологічні дослідження КПІ ім. Ігоря Сікорського, методичні матеріали, освітні курси <https://kpi.ua/academic-integrity>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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 силабусу. Умовою позитивного першого календарного контролю є отримання не менше 20 балів, другого – отримання не менше 35 балів.

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

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

- написання модульної контрольної роботи;
- роботу на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Метод оцінювання	Кількість	Оцінка в балах	Сумарна оцінка в балах
Лабораторні роботи	7	6	42
Модульна контрольна робота	1	18	18
Стартовий рейтинг			60
Екзамен	1	40	40
Підсумковий рейтинг			100

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 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4..3 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 із 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.

3. Відповідь на екзамені оцінюється із 40 балів:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 40..35 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 34..30 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки – 29..24 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

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, що виносяться на МКР:

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
8. Аналіз кредитних ризиків для фізичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж.
9. Аналіз банківських кредитних ризиків для юридичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з існуючою методикою.
10. Аналіз та оптимізація нечіткого інвестиційного портфелю в умовах невизначеності та порівняльний аналіз з класичним методом портфельної оптимізації Марковітца.
11. Дослідження гібридних мереж глибокого навчання в задачах обчислювального інтелекту.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою системного проектування (протокол № 10 від 12.06.2023)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 4 від 16.06.2023)

Погоджено науково-методичною комісією КПІ ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 122 (протокол № 6 від 27.06.2023)