



Реквізити навчальної дисципліни

Назва дисципліни	Сучасні методи і технології обчислювального інтелекту
Назва дисципліни англійською мовою	Methods and Technologies of Computational intelligence
Код дисципліни	НО6
Рівень вищої освіти	третій (доктор філософії)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки »
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС: 36 - лекції, 36 - практичні, 78 - СРС
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 <a href="#">ЮП.</a> , <a href="mailto:zaychenko Yuri@ukr.net">zaychenko Yuri@ukr.net</a> Практичні: асист.Кузьменко О.В. <a href="mailto:kuzmenko.oleksii@III.kpi.ua">kuzmenko.oleksii@III.kpi.ua</a>
Розміщення курсу	КАМПУС, гугл диск викладача (папка для аспірантів групи)

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

Дисципліна “Сучасні методи і технології обчислювального інтелекту” є одним із завершальних курсів професійної підготовки докторів філософії спеціальності “Комп’ютерні науки”. Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких фахових компетентностей: ФК 02 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 03 Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп’ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. ФК 06 Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп’ютерних наук та інформаційних технологій. ФК 08 Здатність дотримуватись морально-етичних правил поведінки, етики досліджень, характерних для учасників академічного середовища, а також принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності

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

ПРН 05 Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп’ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; вміти застосовувати знання основ аналізу та синтезу в різних предметних областях, критичного осмислення й розв’язання науково-дослідних проблем; розуміти філософські концепції наукового світо-гляду, роль науки, пояснювати її вплив на суспільні процеси 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. ПРН 06 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 07 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв’язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп’ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів ПРН 08 Визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп’ютерних наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп’ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп’ютерних наук та у викладацькій практиці

У кінці вивчення курсу аспірант 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)**

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 “Просторове моделювання та візуалізація”, “Спеціальні розділи аналізу та моделювання складних процесів та систем”.

Матеріали курсу широко використовуються в наступних курсах “Методологічні основи організації та проведення наукових досліджень”, “Нечітке моделювання та управління” та при виконанні 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 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	<b>Нейронні мережі. Алгоритми навчання. Рекурентні нейронні мережі.</b> Рекомендована література: [1],[2].
2	<b>Нейронні мережі з самоорганізацією.</b> Рекомендована література: [1] ; [2]
3	<b>Основні ідеї методу групового урахування аргументів (МГУА). Поліноміальний алгоритм МГУА Нечіткий МГУА, його властивості та застосування</b> Рекомендована література: [1] ; [3]

4	<i>Нечіткий МГУА, його властивості та застосування</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
5	<i>Нечіткий МГУА з ортогональними поліномами. Адаптація моделей МГУА .</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [3]</i>
6.	<i>Генетичні алгоритми в системах обчислювального інтелекту. Базові генетичні алгоритми та їх реалізація. Адаптація генетичних алгоритмів</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [4]</i>
7.	<i>Еволюційне програмування в системах обчислювального інтелекту. Основні процедури та їх реалізація</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
8.	<i>Еволюційне програмування . Диференціальна еволюція та її застосування</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [4]</i>
9.	<i>Рійові та мурашині алгоритми в задачах штучного інтелекту</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
10	<i>Системи нечіткої логіки. Основні алгоритми нечіткого логічного висновку.</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
11	<i>Теорема про універсальну апроксимацію для систем нечіткої логіки (FAT).</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [4]</i>
12	<i>Нечіткі нейронні мережі , архітектура , функції та алгоритми навчання</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [4]</i>
13	<i>Каскадні нео-фаззі мережі .Архітектура, алгоритми навчання та застосування.</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
14	<i>Нейронні мережі глибокого навчання. Архітектура, алгоритми, методи регуляризації та застосування.</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
15	<i>Гібридні нейронні мережі глибокого навчання на основі метода самоорганізації ( МГУА). Алгоритми синтезу архітектури та навчання, застосування .</i> <i>Рекомендована література: [3] ; [4]</i>
16	<i>Згорткові нейронні мережі. Основні процедури згортки, типи архітектур, алгоритми навчання.</i> <i>Рекомендована література: [1] ; [3]</i>
17	<i>Застосування CNN в задачах розпізнавання зображень.</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [3]</i>
18	<i>Рекурентні нейронні мережі LSTM. Архітектура, Алгоритми навчання, властивості та застосування.</i> <i>Рекомендована література: [2] ; [4]</i>

#### 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 (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 (27год). Таким чином разом на СРС відводиться  $18+29+4+27=78$  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 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 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), 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 здобувач отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.*

*Рейтинг 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:*

<i>Метод оцінювання</i>	<i>Кількість</i>	<i>Оцінка в балах</i>	<i>Сумарна оцінка в балах</i>
<i>Лабораторні роботи</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>42</i>
<i>Модульна контрольна робота</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
<i>Підсумковий рейтинг</i>			<i>60</i>

*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.

Аспіранти, які виконали всі умови допуску до екзамену 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 екзамену та мають рейтингову оцінку менше 60 балів (але не менше 35 балів), а також аспіранти, 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	<b>A</b> – відмінно	Відмінно
85 - 94	<b>B</b> – дуже добре	Добре
75 - 84	<b>C</b> – добре	
65 - 74	<b>D</b> – задовільно	Задовільно
60 - 64	<b>E</b> – достатньо	
менше 60 балів	<b>FX</b> – незадовільно	Незадовільно
менше 30 балів	<b>F</b> – 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.



6. *Застосування поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері та порівняння з нейромережею Back propagation*
7. *Дослідження нечіткої нейромережі NefClass .*
8. *Аналіз ризику банкрутства корпорацій в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з класичним методом Альтмана.*
9. *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 № 14 від 11.06.2024)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24.06.2024).

**Погоджено** науково-методичною комісією КПІ ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки (протокол № 11 від 28 червня 2024 р.)