



# МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Системи і методи штучного інтелекту</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредити ЕКТС (лекції – 36 год., лабораторні роботи – 18 год., СРС – 96 )</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a> 2 год лекційних та 1 год лабораторних робіт на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекційні заняття проводить: д. т .н., професор, професор кафедри ММСА Зайченко Юрій Петрович, <a href="mailto:zaychenko Yuri@ukr.net">zaychenko Yuri@ukr.net</a> Лабораторні роботи проводить: к. т .н., доцент, доцент кафедри ММСА Шаповал Наталія Віталіївна, <a href="mailto:shapoval.nataliia@kpi.ua">shapoval.nataliia@kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Сервіси Zoom / Google Meet (за узгодженням зі студентами)</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

<b>Цілі дисципліни</b>	Метою дисципліни є формування інтегральної здатності кваліфікованого проектування технологій, методів, алгоритмів та систем обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, фінансовій та соціальній сфері
<b>Компетентності</b>	<p>ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК 04 Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>ЗК 05 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями</p> <p>ЗК 06 Здатність бути критичним і самокритичним</p> <p>СК 01 Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук</p> <p>СК 02 Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі</p> <p>СК 03 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області</p> <p>СК 05 Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення</p> <p>СК 06 Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук</p> <p>СК 08 Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного</p>

**Програмні  
результати  
навчання**

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

СК 14 Здатність вибирати адекватні методи навчання, включаючи методи глибокого навчання (Deep Learning) і самонавчання та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних)

СК 15 Здатність використовувати метод індуктивного моделювання МГУА для автоматичної побудови моделей складних процесів (зокрема в задачах прогнозування) в техніці та економіці

СК 17 Здатність аналізувати сучасні світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та перспективи розвитку інформаційних технологій

СК 18 Здатність розробляти нові топології штучних нейронних мереж, включаючи гібридні нейронні мережі

РН 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

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

РН 4 Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів

РН 5 Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності

РН 6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи

РН 7 Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей

РН 8 Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великими)

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

РН 15 Виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації

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

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

РН 22 Створювати та досліджувати інформаційні та математичні моделі систем і процесів, що досліджуються, зокрема об'єктів автоматизації

РН 23 Розробляти та викладати спеціалізовані навчальні дисципліни з інформаційних технологій у закладах вищої освіти; дотримуватися академічної доброчесності.

РН 25 Використовувати технології обчислювального інтелекту при розробці систем прийняття рішень та інтелектуальних інформаційних систем

РН 26 Розробляти адекватні методи навчання та самонавчання, включаючи методи глибокого навчання (Deep Learning) та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних

PH 27 Використовувати метод індуктивного моделювання МГУА для автоматичної побудови моделей складних процесів (зокрема в задачах прогнозування) в техніці та економіці

PH 29 Розробляти нові топології гібридних нейронних мереж адаптованих до умов поставленого завдання та навчальної вибірки

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

Курс “ Методи і технології обчислювального інтелекту” є одним із завершальних курсів професійної підготовки магістрів 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 курсами “Дослідження операцій”, “Теорія прийняття рішень”, “Моделювання систем”, “Вступ до інтелектуального аналізу даних”.

Матеріали курсу широко використовуються в наступних курсах “ Інтелектуальний аналіз даних”, “ Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж”.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Кредитний модуль охоплює 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-фаззи 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

##### **Базова література**

1. M. Zgurovsky, Yu. Zaychenko. Fundamentals of computational intelligence - System approach. Springer. 2016. - 275 p. (НТБ КПІ ім. Ігоря Сікорського та е-версія доступна через SpringerLink в локальній мережі НТБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)
2. Zgurovsky M. , Zaychenko Yu. Big Data: Conceptual Analysis and Applications. Springer Nature Switzerland AG. 2019. - 275 p. (НТБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)
3. J. Patterson and A. Gibson, Deep learning : a practitioner’s approach. Beijing ; Sebastopol: O’reilly Media, 2017. (за запитом викладачу)
4. I. Goodfellow, Yoshua Bengio, and A. Courville, Deep Learning. MIT Press, 2016. 772 p. (за запитом викладачу)

##### **Додаткова література**

1. Le Cun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436–444. (за запитом викладачу)
2. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “Imagenet classification with deep convolutional neural networks,” in *Advances in Neural Information Processing Systems 25*, 2012, pp.1097–1154. (за запитом викладачу)
3. Hochreiter S. LONG SHORT-TERM MEMORY / S. Hochreiter, J. Schmidhuber // *Neural Computation*. – 1997. – №9. – С. 1735–1780. (за запитом викладачу)
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. (за запитом викладачу)
5. Ye. Bodyanskiy, Yu. Zaychenko, E. Pavlikovskaya, M. Samarina and Ye. Viktorov, The neo-fuzzy neural network structure optimization using the GMDH for the solving forecasting and classification problems, *Proc. Int. Workshop on Inductive Modeling*, Krynica, Poland, 2009, pp. 77-89. (за запитом викладачу)
6. Yu Zaychenko, G. Hamidov. I. Varga. Medical images of breast tumors diagnostics with application of hybrid CNN –FNN network. *System Research and Information Technologies*, 2018, № 4, pp. 37-47. (за запитом викладачу)
7. Yuriy Zaychenko, Yevgeniy Bodyanskiy, Oleksii Tyshchenko, Olena Boiko, Galib Hamidov. Hybrid GMDH-neuro-fuzzy system and its training scheme. *Int. Journal Information theories and Applications*, 2018. vol.24, Number 2.-pp. 156-172. (за запитом викладачу)
8. Yuriy Zaychenko, Yevgeniy Bodyanskiy, Olena Boiko, Galib Hamidov .Evolving Hybrid GMDH-NeuroFuzzy Network and Its Application. *International conference IEEE-SAIC 2018*. Kyiv, IASA, 8-11 October, 2018. (за запитом викладачу)
9. Yu. P. Zaychenko, Galib Hamidov. Inductive Modeling Method GMDH in the Problems of Data Mining. –*International Journal” Information Theory and Applications.”- Vol.24, Number 2, 2017.- pp. 156-176. (за запитом викладачу)*
10. Yevgeniy Bodyanskiy, Nonna Kulishova, Yuriy Zaychenko, Galib Hamidov. Spline-Orthogonal Extended Neo-Fuzzy Neuron. *International conference CISP- BMEI 2019*. (за запитом викладачу)
11. Yevgeniy Bodyanskiy, Yuriy Zaychenko, Olena Boiko, Galib Hamidov, Anna Zelikman. The Hybrid GMDH-Neo-fuzzy Neural Network in Forecasting Problems in Financial Sphere. *Intern. conference IEEE SAIC 2020 in book “Advances in Intelligent Computing”*, Springer,2020. v.1075, p.221-225 (за запитом викладачу)

##### **Інформаційні ресурси**

Електронний підручник. Основи обчислювального інтелекту [www.iasa.org.ua/students](http://www.iasa.org.ua/students)

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій та 18 годин лабораторних робіт, а також виконання модульної контрольної роботи.

#### Лабораторні роботи

№ п/п	Найменування лабораторної роботи	Кількість годин
ЛР №1	Дослідження алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation градієнтного типу.	2
ЛР №2	Дослідження генетичного алгоритму навчання	2
ЛР №3	Дослідження комбінованого алгоритму навчання нейро-мережі Back Propagation	2
ЛР№4	Дослідження алгоритму спряжених градієнтів навчання нейронної мережі Back Propagation.	2
ЛР №5	Дослідження поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці	2
Лр №6	Дослідження нечіткого МГУА в задачах прогнозування	4
ЛР №7	Дослідження нечіткої нейромережі ANFIS в задачах прогнозування.	4
	Разом	18

### 6. Самостійна робота студента

**Самостійна робота.** 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.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладач повинен звернути увагу студентів на те, що дисципліна Методи і технології обчислювального інтелекту - це дисципліна, що займається розробкою і застосуванням методів та технологій ОІ в прикладних задачах прогнозування, розпізнавання образів, класифікації, кластерного аналізу та ІАД, а також нечітких моделей та методів в різних областях людської діяльності в умовах неповноти та невизначеності.

**Рекомендовані методи навчання:** проектний метод, імітаційні вправи, презентація та опитування студентів

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати практичних занять.

Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дозволяє перетворити отримані знання в об'єкт власної діяльності. Самостійна робота включає в себе читання літератури, огляд літератури по темі, виконання звітів по лабораторних роботах, підготовку до їх захисту та підготовка до іспиту.

В процесі проведення лабораторних робіт контролюється присутність студентів на заняттях, наприкінці кожного заняття перевіряються отримані результати і на основі їх перевірки відмічається виконання лабораторних робіт. Після обробки отриманих результатів та оформлення протоколів лаб. робіт відбувається їх захист, на якому задаються теоретичні та практичні запитання згідно з програмою відповідної роботи. Якість відповідей оцінюється згідно рейтингової системи: відмінно (А) -9 балів; дуже добре (В)- 8 балів, добре (С)- 7 балів, задовільно -5 балів.

## 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 студент отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

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

- написання модульної контрольної роботи;
- робота на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт;
- відвідування лекцій та написання конспекту під час лекцій;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Лабораторні роботи	7	5	9
Модульна контрольна робота		10	20
Стартовий рейтинг		45	83
Іспит	1	15	30
Підсумковий рейтинг		60	100

Сума стартових балів та балів за екзамен/ залік переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
стартовий рейтинг менше 36 балів	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

**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 ННІПСА (протокол № 10 від 24.06.2024)