



## МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ. КУРСОВА РОБОТА

### 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, весняний семестр
Обсяг дисципліни	30 год/1 кредит ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Д.т.н., професор Зайченко Юрій Петрович, zaichenkoyuri@ukr.net
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/NjU3NDIzNDM5MjI0?cjc=w3e4jvk">https://classroom.google.com/c/NjU3NDIzNDM5MjI0?cjc=w3e4jvk</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

ОК «Методи та технології обчислювального інтелекту. Курсова робота» є нормативною в освітній програмі. Її головною метою є поглиблення знань, та умінь, отриманих в результаті вивчення курсу лекцій з дисципліни «Методи та технології обчислювального інтелекту», отримання практичних навичок по застосуванню знань та умінь для вирішення практичних завдань в області штучного інтелекту, зокрема задач прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері, класифікації, кластерного аналізу, навчання та самонавчання нейронних мереж, розпізнавання зображень, медичної експрес-діагностики вибору та оптимізації архітектури нейронних мереж, включаючи мережі глибокого навчання.

ОК «Методи та технології обчислювального інтелекту. Курсова робота» 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 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 виконання курсової роботи студент повинен знати:

- архітектуру мережі Back propagation, а також радіально-базисних нейронних мереж, методи їх навчання градієнтний, генетичний та спряжених градієнтів;
- архітектуру та алгоритми змагального навчання самоорганізуючих мереж Кохонена, побудову та використання самоорганізуючих карт ознак (СОК);
- метод індуктивного моделювання МГУА та нечіткий МГУА, алгоритми МГУА їх властивості та використання;
- системи нечіткої логіки, основні алгоритми нечіткої логіки та їх властивості;
- архітектуру нечітких нейронних мереж та алгоритми їх навчання;

- 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.

В результаті виконання курсової роботи студент повинен вміти:

- вибирати архітектуру нейронної мережі, вибирати та реалізовувати алгоритм її навчання для вирішення конкретних задач обчислювального інтелекту;
- вибирати та застосовувати методи індуктивного моделювання чіткої та нечіткої МГУА для вирішення конкретних задач побудови прогнозуючих моделей;
- вибирати архітектуру нечітких нейронних мереж та реалізовувати алгоритми їх навчання для вирішення задач прогнозування, аналізу ризику банкрутства корпорацій та банків в умовах неповноти та невизначеності; вибирати архітектуру мереж глибокого навчання, вибирати та реалізовувати оптимізацію їх структури та алгоритми навчання та кваліфіковано застосувати в задачах обчислювального інтелекту;
- вибирати архітектуру та реалізовувати алгоритми навчання згорткових нейронних мереж в задачах обробки та класифікації зображень, включаючи задачі медичної діагностики;
- програмно реалізовувати відповідні алгоритми синтезу та навчання нейронних мереж різних класів в задачах обчислювального інтелекту.

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

Виконання курсової роботи націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових компетентностей: інтегральної здатності кваліфіковане проектування технологій, методів, алгоритмів та систем обчислювального інтелекту та їх застосування в системах прийняття рішень в економіці, фінансовій та соціальній сфері.

Курсова робота дає поглиблення знань та умінь, отриманих в результаті вивчення дисципліни «Методи і технології обчислювального інтелекту», отримання практичних навичок по застосуванню знань та умінь для вирішення практичних завдань в області штучного інтелекту, зокрема задач прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері, класифікації, кластерного аналізу, навчання та самонавчання нейронних мереж, розпізнавання зображень, медичної експрес-діагностики вибору та оптимізації архітектури нейронних мереж, включаючи мережі глибокого навчання.

Курсова робота 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».

## **3.Зміст навчальної дисципліни**

Тематика курсових робіт охоплює основні розділи ОК «Методи та технології обчислювального інтелекту»:

1. Нейронні мережі та їх застосування в інтелектуальних системах;
2. Інтелектуальні системи прийняття рішень на основі методу індуктивного моделювання МГУА;
3. Генетичні алгоритми та еволюційне програмування в системах обчислювального інтелекту;
4. Системи нечіткої логіки та нечіткі нейронні мережі;
5. Нейронні мережі глибокого навчання;
6. Гібридні нейронні мережі глибокого навчання на основі метода самоорганізації (МГУА). Алгоритми синтезу архітектури та навчання, застосування;
7. Згорткові нейронні мережі. Основні процедури згортки, типи архітектур, алгоритми навчання. Застосування в задачах розпізнавання зображень;
8. Рекурентні нейронні мережі LSTM. Архітектура, Алгоритми навчання, властивості та

застосування;

9. Студенти виконують індивідуальне завдання з метою закріплення та розширення знань з ОК «Методи та технології обчислювального інтелекту».

#### 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.

#### Навчальний контент

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

Після отримання індивідуального завдання студент повинен ознайомитись з технічною літературою. Наступні кроки полягають у виконанні завдань, передбачених графіком виконання етапів курсової роботи. Після виконання всіх етапів проектування та оформлення, готова курсова робота висилається викладачу на перевірку.

Після отримання підтвердження перевірки роботи студент записується в чергу на її захист.

Студентам пропонується наступний потижневий план поетапного виконання самостійної роботи під час виконання досліджень по темі курсової роботи:

Тижні учбового семестру	Етапи роботи	Навчальні години, виділені для СРС
1	Отримання теми курсової роботи та завдання	2
2-5	Виконання літературного пошуку по темі курсової роботи	3
6 – 10	Виконання розділу з вибору архітектуру нейронної мережі (чіткої або нечіткої). Вибір або розробка алгоритму навчання або самонавчання нейронної мережі	10
11-15	Вибір відповідного датасету згідно з темою курсової роботи. Розробка програмного продукту його тестування. Проведення експериментальних досліджень та їх аналіз	10
16-17	Написання пояснювальної записки	4
18	Захист курсової роботи	1
	Загальна кількість годин СРС	30

<b>№</b>	<b>Назви тем курсових робіт</b>
1	Дослідження нечіткого алгоритму МГУА для задач прогнозування в економіці та фінансовій сфері та порівняння з чітким МГУА. Рекомендована література: [1]; [2]; [3]; [4]
2	Порівняльний аналіз нечітких нейронних мереж ANFIS та TSK в задачах прогнозування в фінансовій сфері. Рекомендована література: [1]; [2]
3	Порівняльний аналіз нечітких нейронних мереж ANFIS та TSK в задачах прогнозування в фінансовій сфері. Рекомендована література: [1]; [3]
4	Застосування поліноміального алгоритму МГУА в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері та порівняння з нейромережею Back propagation. Рекомендована література: [2]; [3]; [4]
5	Дослідження нечіткої нейромережі NefClass. Рекомендована література: [1]; [3]
6.	Дослідження гібридних мереж глибокого навчання в задачах обчислювального інтелекту. Рекомендована література: [1]; [4]
7.	Аналіз ризику банкрутства корпорацій в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з класичним методом Альтмана. Рекомендована література: [2]; [3]
8.	Аналіз ризику банкрутства банків в умовах невизначеності з використанням нечітких нейромереж та порівняння зі скоринговим методом CAMEL. Рекомендована література: [1]; [4]
9.	Аналіз кредитних ризиків для фізичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж. Аналіз банківських кредитних ризиків для юридичних осіб в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж та порівняльний аналіз з існуючою методикою. Рекомендована література: [2]; [3]
10	Аналіз та оптимізація нечіткого інвестиційного портфелю в умовах невизначеності та порівняльний аналіз з класичним методом портфельної оптимізації Марковітца. Рекомендована література: [2]; [3]
11	Дослідження згорткових нейронних мереж в задач обробки медичної інформації та діагностики. Короткострокове прогнозування захворюваності Covid-19 в Україні з використанням рекурентних нейронних мереж (LSTM) та порівняння з НМ Back propagation. Рекомендована література: [1]; [4]
12	Дослідження гібридних нечітких згорткових мереж в задачах розпізнавання зображень. Рекомендована література: [1]; [4]
13	Прогнозування курсів акцій та біржових індексів з використанням рекурентних мереж LSTM та порівняльний аналіз з методом МГУА. Рекомендована література: [2]; [3]
14	Дослідження каскадних нео-фаззі нейронних мереж в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері. Рекомендована література: [2]; [3]
15	Порівняльний аналіз ефективності нечітких нейромереж NefClass та NefClass M в задачах класифікації медичних зображень. Рекомендована література: [3]; [4]
16	Дослідження гібридних МГУА-нео-фаззі мереж глибокого навчання в задачах прогнозування в економіці та фінансовій сфері та синтез їх структури. Рекомендована література: [1]; [3]
17	Застосування CNN в задачах розпізнавання зображень. Рекомендована література: [2]; [3]
18	Порівняльний аналіз ефективності різних алгоритмів навчання згорткової мережі в задачах обробки та класифікації зображень. Рекомендована література: [2]; [4]

## 6. Самостійна робота студента

Вивчення дисципліни включає наступні види СРС:

1. Отримання теми та завдання
2. Підбір та вивчення літератури
3. Виконання огляду та аналізу літератури
4. Виконання розділу з вибору архітектуру нейронної мережі (чіткої або нечіткої)

5. Вибір або розробка алгоритму навчання або самонавчання нейронної мережі
6. Вибір відповідного датасету згідно з темою курсової роботи
7. Розробка програмного продукту його тестування
8. Проведення експериментальних досліджень та їх аналіз
9. Написання курсової роботи
10. Подання курсової роботи на перевірку
11. Захист курсової роботи

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи, варіанти завдань, термін виконання надає лектор всім групам потоку і зазначає у гугл-класі.

Усі роботи студенти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Дедлайни позначені 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)**

Після отримання індивідуального завдання студент повинен ознайомитись з запропонованою літературою і зробити її огляд. Наступним кроком студент в залежності від теми завдання обирає тип та архітектуру нейронної мережі, ґрунтовно вибирає алгоритми її навчання, розробляє програмний продукт, вибирає відповідний датасет. Розробляє програмний продукт, проводить його тестування. Після цього виконує експериментальні дослідження на обраному датасеті, виконує аналіз експериментальних результатів, використовуючи відповідні метрики якості (точність, чутливість тощо).

При необхідності, якщо це вказано в завданні, проводить порівняльний аналіз якості розробленого програмного продукту з альтернативними відомими методами (алгоритмами) і робить загальний висновок щодо виконаного дослідження. Усі роботи магістри мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. 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](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)**

Семестровий контроль: залік у формі усного захисту курсової роботи.

PCO курсової роботи має дві складові:



- стартова – характеризує якість пояснювальної записки, текстового та графічного (ілюстративного) матеріалу: дотримання встановленого графіка виконання курсової роботи, сучасність та обґрунтування прийнятих рішень, правильність застосування методів аналізу і розрахунку, якість оформлення, виконання вимог нормативних документів, якість графічного матеріалу і дотримання вимог стандартів тощо. Розмір стартової складової дорівнює 70 балам;
- складова захисту – характеризує якість захисту курсової роботи: якість доповіді, ступінь володіння матеріалом, ступінь обґрунтування прийнятих рішень, вміння захищати свою думку, відповідей на запитання членів комісії з проведення семестрового контролю тощо. Розмір складової захисту дорівнює 30 балам.

Система і критерії оцінювання характеристик стартової складової та складової захисту:

стартова складова:

- якість аналізу предметної області – до 5 балів;
- якість обґрунтування вибору інструментів розробки та формулювання постановки задачі – до 5 балів;
- повнота і коректність опису методів та алгоритмів навчання ( самонавчання) та класифікації або прогнозування – до 5 балів;
- якість обґрунтування використання даних та їх представлення в програмі – до 5 балів;
- якість розробки інтерфейсу – 10 балів;
- якість та складність написання коду програми – 15 балів;
- якість тестування розробленої програми – 5 балів;
- якість проведення експериментальних досліджень та аналізу результатів-10 балів;
- якість оформлення пояснювальної записки – 10 балів

усього до 70 балів;

складова захисту:

- ступінь володіння теоретичним матеріалом та термінологією – до 5 балів;
- ступінь володіння алгоритмом програми та розуміння особливостей роботи програми, вміння внести зміни в код – до 15 балів;
- вміння презентувати розробку – до 10 балів

усього до 30 балів.

Після захисту курсової роботи комісія з проведення семестрового контролю підсумовує бали за стартовою складовою та складовою захисту, зводить до рейтингової оцінки та переводить до оцінок за університетською шкалою.

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

<b>Рейтинг</b>	<b>Оцінка ECTS</b>	<b>Традиційна оцінка</b>
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)

*Орієнтовний перелік тем курсових робіт:*

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.
12. Дослідження згорткових нейронних мереж в задач обробки медичної інформації та діагностики.
13. Дослідження гібридних нечітких згорткових мереж в задачах розпізнавання зображень.
14. Короткострокове прогнозування захворюваності Covid-19 в Україні з використанням рекурентних нейронних мереж (LSTM) та порівняння з HM Back propagation.
15. Прогнозування курсів акцій та біржових індексів з використанням рекурентних мереж LSTM та порівняльний аналіз з методом МГУА.
16. Дослідження каскадних нео-фаззі нейронних мереж в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері.
17. Короткострокове прогнозування захворюваності Covid-19 в Україні з використанням рекурентних нейронних мереж (LSTM) та порівняння з HM Back propagation.
18. Прогнозування курсів акцій та біржових індексів з використанням рекурентних мереж LSTM та порівняльний аналіз з методом МГУА.
19. Дослідження каскадних нео-фаззі нейронних мереж в задачах прогнозування в макроекономіці та фінансовій сфері.
20. Дослідження алгоритмів синтезу структури та навчання гібридних нейро-фаззі мереж глибокого навчання в задачах прогнозування.
21. Дослідження нечіткої нейромережі NefClass в задачах класифікації в банківській сфері.
22. Порівняльний аналіз ефективності нечітких нейромереж NefClass та NefClass M в задачах класифікації медичних зображень в діагностиці.
23. Дослідження гібридних МГУА-нео-фаззі мереж глибокого навчання в задачах прогнозування в економіці та фінансовій сфері та синтез їх структури.
24. Порівняльний аналіз ефективності різних алгоритмів навчання згорткової мережі в задачах обробки та класифікації зображень.

### **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)