

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор Міжнародного науково-  
навчального центру інформаційних  
технологій та систем НАН та МОН  
України



Олександр ВОЛКОВ

«23» квітня 2024 р

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Методи та моделі оброблення сигналів оптичних сенсорів»**

Рівень вищої освіти третій  
Ступінь вищої освіти доктор філософії  
Галузь знань 12 – інформаційні технології  
Спеціальність 122 – комп'ютерні науки

**Шифр ДВА 11 Дисципліна за вибором аспіранта**

Форма навчання \_\_\_\_\_ денна \_\_\_\_\_ Курс 2 Семестр 4

Всього годин /кредитів ЄКТС 60 /2,0 за навчальним планом


- лекції (Л) 10
- семінарські заняття (СЗ) 6
- практичні заняття (ПЗ) \_\_\_\_\_
- індивідуально-консультативна робота (ІКР) 4
- самостійна робота студентів (СРС) 40
- підсумковий контроль дисципліни – диференційований залік

**Укладачі:**

кандидат технічних наук, старший дослідник, заступник директора з науково-організаційної роботи

  
\_\_\_\_\_ Микола КОМАР  
(підпис)

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу інтелектуального управління

  
\_\_\_\_\_ Юрій БОГАЧУК  
(підпис)

Робочу програму погоджено гарантом освітньо-наукової програми

Гарант освітньої програми  Володимир СТЕПАШКО  
(підпис)

**Затверджено:** Вченою радою Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України  
Протокол № 3 від 23.04.2024 р.

Вчений секретар Вченої ради  Микола КОМАР

**Ухвалено:** Науково-методичною радою Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України  
Протокол № 2 від 15.04.2024 р.

Голова Науково-методичної ради  Людмила КОЗАК

**Ухвалено:** Радою молодих вчених Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України  
Протокол № 4 від 15.04.2024 р.

Голова Ради молодих вчених  Дмитро ВОЛОШЕНЮК

Введено в дію наказом директора Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України № 57 від 23.04.2024 р.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Найменування показників	Характеристика дисципліни за денною формою навчання
Вид дисципліни	вибіркова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Загальний обсяг кредитів / годин	2/60
Курс	2
Семестр	4
Кількість змістових модулів	2
Обсяг кредитів	2
Обсяг годин, в тому числі:	60
Лекції	10
Семінарські заняття	6
Індивідуальні заняття	4
Самостійна робота	40
Форма підсумкового контролю	диференційований залік

## 2. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів» належить до переліку дисциплін циклу професійної підготовки аспіранта (за вибором аспіранта).

**Мета навчальної дисципліни** «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів» – навчити аспіранта ставити завдання, виконувати, аналізувати результати досліджень методів та моделей інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів для ідентифікації характерних ознак та розпізнавання об'єктів, використовувати методи теорії інваріантності для аналізу оптичної інформації, включаючи обробку реальних аеро-фото-топографічних зображень, формулювати переваги, сферу застосування, виконувати наукове супроводження використання створених технологій і передавати отримані знання користувачу.

**Завдання навчальної дисципліни** «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів» полягає у формуванні та набуття таких компетентностей:

### Загальні компетентності:

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору з дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

ЗК07. Здатність виявляти проблеми, формалізувати ідеї, визначати мету, ставити та розв'язувати завдання.

### Спеціальні (фахові) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК03. Здатність виявляти, ставити та розв'язувати дослідницькі науково-прикладні

завдання та/або вирішувати проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проєкти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти, демонструвати лідерство під час їхньої реалізації

СК07. Здатність до створення та адекватного застосування інтелектуальних методів аналізу інформації та керування складними динамічними об'єктами різної природи.

СК10. Здатність до проведення наукових досліджень з інтелектуального оброблення, аналізу та інтерпретації інформації про об'єкти різної природи.

СК11. Здатність до творчої ініціативи, раціоналізації, винахідництва, впровадження досягнень вітчизняної та закордонної науки, техніки, використання передового досвіду.

### **Програмні результати навчання:**

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН05. 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.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, 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.

РН10. Відшукувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук. ПР09 - Аналізувати дані та одержувати необхідні знання для розв'язання нестандартних завдань з використанням математичних методів та методів комп'ютерного моделювання (у сферах електронного навчання, цифрової медицини, екології).

РН12. Здійснювати інтелектуальний аналіз електронних масивів даних для розв'язання конкретних практичних завдань, зокрема побудови нейронних мереж, комп'ютерних систем автоматичного керування, розв'язання задач штучного інтелекту, створення систем інтелектуального керування динамічними об'єктами у реальному часі.

РН14. Розробляти моделі, методи та системи аналізу та інтелектуального керування динамічними об'єктами у реальному часі

РН15. Проводити інтелектуальний аналіз складних об'єктів за різними видами первинної інформації (зображення, складні сигнали, тексти, електронні медичні записи, відео та аудіо записи).

РН16. Застосовувати методи побудови систем штучного інтелекту, визначати механізми використання знань про предметну область для виконання прикладних завдань на основі інтелектуальних інформаційних систем різної спрямованості.

РН 17. Розробляти комп'ютерні системи оброблення та аналізу інформації різного виду (цифрової, текстової, зображень, відеоряду, сигналів тощо).

### 3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Семінар. заняття	Індив. заняття	Самост. робота
	<b>Змістовний модуль 1. Використання сигналів оптичних сенсорів для ідентифікації характерних ознак та розпізнавання</b>	4	2	2	16
1	Принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об'єктів	2	-	2	8
2	Основні оператори ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів	2	2	-	8
	<b>Змістовний модуль 2. Використання теорії інваріантності для оброблення сигналів від оптичних сенсорів</b>	6	4	2	24
3	Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів	2	2	-	8
4	Приклади використання теорії інваріантності для обробки реальних аеро-фото-топографічних зображень	2	2	-	8
5	Зіставлення об'єктів за допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень	2	-	2	8
	Диф. Залік				
	<b>Всього</b>	10	6	4	40

### 4. ПРОГРАМНИЙ МАТЕРІАЛ

#### *Лекції (10 годин)*

#### **Тема 1. Принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об'єктів**

Формулювання проблеми. Методи та моделі, що використовують для вирішення задачі розпізнавання основні геометричні ознаки об'єкту - сегментовані області, обриси, контури, крайові фрагменти, кутові точки. Методи та моделі формування та застосування сигнатур оптичної щільності зображення об'єкту. Існуючі підходи до знаходження відповідності між локальними ознаками об'єктів.

#### **Тема 2. Основні оператори, що застосовуються для ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів**

Ідентифікація крайових точок, крайових фрагментів та виявлення контурів на основі використання оператора Робертса. Ідентифікація крайових точок, крайових фрагментів та виявлення контурів за допомогою оператора Собеля. Ідентифікація

крайових точок, крайових фрагментів та виявлення контурів на основі застосування оператора Превітта. Ідентифікація крайових точок, крайових фрагментів та виявлення контурів за допомогою оператора Лапласа. Ідентифікація крайових точок, крайових фрагментів та виявлення контурів на основі використання LG-оператора.

### **Тема 3. Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів**

Відмінності підходів до співставлення об'єктів, що застосовуються для штучного та реального середовищ. Способи врахування змін рівнів освітлення, масштабів зображення, місцезнаходження та орієнтації об'єктів. Методи модифікації локальних ознак, інваріантних до заданих типів афінних перетворень. Інваріантне зіставлення локальних ознак зображень об'єктів за допомогою детектору кутових точок Гарриса. Аналіз ефективності функціонування детектора Гарриса для різних видів перетворень зображень.

### **Тема 4. Приклади використання теорії інваріантності для оброблення реальних аеро-фото-топографічних зображень**

Приклад побудови вектору локальних ознак на основі застосування амплітудно-фазових характеристик комплексно-значних фільтрів. Приклад формування сталих наборів пар ознак для заданих двох довільних зображень сцени або об'єкту. Використання узагальненого алгоритму Ліндберга для побудови текстурних дескрипторів з адаптованою формою вікна. Приклад розпізнавання тривимірних об'єктів з використанням локальних ознак, що базуються на ієрархічному групуванні контурів зображень.

### **Тема 5. Зіставлення об'єктів за допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень**

Використання методу «SIFT» та SIFT-ключів для формування інваріантних до змін масштабу характерних ознак зображення об'єкту. Підхід до співставлення об'єктів на основі використання інваріантних до змін масштабу перетворень зображень та генерування набору локальних ознак у вигляді сукупності характерних точок. Принципи побудови детекторів ознак з автоматичним вибором оптимального масштабу зображення. Методика створення дескрипторів ознак, інваріантних до довільних двовимірних проєктивних перетворень.

### *Семінарські заняття (6 годин)*

### **Тема 2. Основні оператори, що застосовуються для ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів**

Розгляд прикладів ідентифікації крайових точок, визначення фрагментів та виявлення контурів на основі використання операторів Робертса, Собеля, Превітта, Лапласа.

### **Тема 3. Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів**

Аналіз підходів до рахування змін рівнів освітлення, масштабів зображення, місцезнаходження та орієнтації об'єктів для штучного та реального середовища.

Розгляд інваріантного співставлення локальних ознак за допомогою детектору кутових точок Гарриса для різних видів перетворень зображення.

### **Тема 4. Приклади використання теорії інваріантності для оброблення реальних аеро-фото-топографічних зображень**

Аналіз механізму побудови вектору локальних ознак на основі амплітудно-фазових характеристик комплексно-значних фільтрів.

Розгляд прикладу знаходження сталих наборів пар ознак для заданих двох довільних зображень сцени або об'єкта.

## 5. САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота охоплює:

- 1) підготовку до семінарських занять,
- 2) підготовку обов'язкових індивідуальних робіт (рефератів),
- 4) опрацювання наукової літератури,
- 5) підготовку до заліку.

№ п/п	Зміст самостійної роботи	Обсяг (годин)	СР
1.	Підготовка до семінарських занять	10	
2.	Опрацювання наукової літератури	20	
3.	Підготовка до іспиту	20	
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		50	

## 6. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль знань аспірантів здійснюється на підставі Положення про організацію та проведення поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня.

Контроль знань аспірантів складається з двох складників: поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня. Кожний складник оцінюється за стобальною системою .

Загальна оцінка результатів за дисципліною (ЗО) розраховують:

$$ZO = k_1 * \text{ПоК} + k_2 * \text{ПідК},$$

де  $k_1$ ,  $k_2$  - коефіцієнти переведення балів поточного (ПоК) та підсумкового контролю (ПідК) відповідно;  $k_1 = 0,4$ ,  $k_2 = 0,6$ .

Максимальна кількість балів поточного контролю встановлюється таким чином:

Види контролю за формами навчальної діяльності	Максимальний % від остаточної оцінки
- усне опитування та активна робота на занятті	65
- виступ на семінарі	35
<b>Всього</b>	100

**Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ECTS**

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 - 100	відмінно	зараховано	<b>A</b> (відмінно)
81 - 90	добре		<b>B</b> (дуже добре)
71 - 80			<b>C</b> (добре)
66 - 70	задовільно		<b>D</b> (задовільно)

60 - 65			<b>Е (достатньо)</b>
40 - 59	незадовільно	не зараховано	<b>FX</b> (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 39			<b>F</b> (неприйнятно – з обов’язковим повторним навчанням)

## 7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ НА ЗАЛІК

1. Сформулюйте основні принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об’єктів.

2. Охарактеризуйте існуючі методи знаходження відповідності між локальними ознаками об’єктів.

3. Проаналізуйте підходи до формування та застосування сигнатур оптичної щільності зображень.

4. Опишіть основні геометричні ознаки об’єкту, які можуть бути використані для його розпізнавання.

5. Охарактеризуйте підхід до ідентифікації крайових точок та виявлення контурів за допомогою оператора Робертса.

6. Опишіть підхід до ідентифікації крайових точок та виявлення контурів за допомогою оператора Собеля.

7. Охарактеризуйте підхід до ідентифікації крайових точок та виявлення контурів за допомогою оператора Превітта.

8. Опишіть підхід до ідентифікації крайових точок та виявлення контурів за допомогою оператора Лапласа.

9. Опишіть підхід до ідентифікації крайових точок та виявлення контурів за допомогою LG-оператора.

10. Зробіть порівняльний аналіз підходів до співставлення об’єктів, які використовуються для штучного та реального середовищ.

11. Охарактеризуйте існуючі методи врахування змін рівнів освітлення, масштабів зображення, місцезнаходження та орієнтації об’єктів.

12. Опишіть підходи до модифікації локальних ознак, які є інваріантними до заданих типів афінних перетворень.

13. Охарактеризуйте особливості співставлення локальних ознак за допомогою детектору кутових точок Гарриса.

14. Опишіть особливості побудови вектору локальних ознак на основі використання амплітудно-фазових характеристик комплексно-значних фільтрів.

15. Проаналізуйте особливості узагальненого алгоритму Ліндберга для побудови текстурних дескрипторів з адаптованою формою вікна.

16. Наведіть приклад розпізнавання тривимірних об’єктів з використанням локальних ознак, що базуються на ієрархічному групуванні контурів зображень.

17. Охарактеризуйте особливості співставлення об’єктів за допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень.

18. Опишіть принцип використання SIFT-ключів для формування інваріантних до змін масштабу характерних ознак зображення об’єкту.

19. Опишіть підхід до співставлення об’єктів на основі використання інваріантних до змін масштабу перетворень зображень.



20. Охарактеризуйте принципи побудови детекторів ознак з автоматичним вибором оптимального масштабу зображення.

21. Опишіть методику побудови дескрипторів ознак, інваріантних до довільних двовимірних проєктивних перетворень.

## 8. ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань має відповідати вимогам Кодексу академічної доброчесності Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, затвердженого вченою радою Міжнародного центру 20.02. 2022 року, протокол № 1.

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Jain R., Rangachar Kasturi R., Brian G. Schunck B.G. Machine Vision. – McGraw-Hill, Inc., 1995. – 518 p.

### Допоміжна література

1. Harris C. Geometry from visual motion. – MIT Press, 1992. – 335 p.

2. Davis L. S. Edge detection techniques / L. S. Davis // Computer Graphics Image Processing. -1995. – Vol. 4. – P. 248-270.

3. Schmid C. Local grayvalue invariants for image retrieval. / C. Schmid, R. Mohr // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1997. Vol. 19. №5. P.530-534.

4. Senthilkumaran N. A study of edge detection methods for image segmentation. / N. Senthilkumaran, R. Rajesh // Proceedings of the International Conference on Mathematics and Computer Science. – 2009. - Vol.1. - P.255-259.

### Інформаційні ресурси

1. Pope A.R. Probabilistic models of appearance for 3-D object recognition. [Електронний ресурс] / A.R. Pope, D.G. Lowe // International Journal of Computer Vision. - 2000. - Vol. 40. - №2. – P. 149-167. - Режим доступу: <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/pope00.pdf>. - Назва з екрану.

2. Lowe D.G. Object recognition from local scale-invariant features [Електронний ресурс] / D.G. Lowe // Proceedings of the International Conference on Computer Vision, Corfu, Greece. – 1999. - Режим доступу: <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/iccv99.pdf> - Назва з екрану.

3. Brown M. Invariant features from interest point groups. [Електронний ресурс] / M. Brown, D.G. Lowe // Proceedings of the British Machine Vision Conference, Cardiff, Wales. – 2002. - Режим доступу: <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/brown02.pdf>. - Назва з екрану.

4. Fergus R. Object class recognition by unsupervised scaleinvariant learning. [Електронний ресурс] / R. Fergus, P. Perona, A. Zisserman // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Madison, Wisconsin, USA. – 2003. - Режим доступу: <https://cs.nyu.edu/~fergus/papers/fergus03.pdf>. - Назва з екрану.

5. Senthilkumaran N. Edge detection techniques for image segmentation. [Електронний ресурс] / N. Senthilkumaran, R. Rajesh // International Journal of Recent Trends in Engineering and Technology. - 2009. - Vol. 1. - №2. – P. 259-267. - Режим доступу: <http://airccse.org/journal/jcsit/1211csit20.pdf>. - Назва з екрану.

6. Senthilkumaran N. A study of edge detection methods for image segmentation. / N. Senthilkumaran, R. Rajesh // Proceedings of the International Conference on Mathematics and Computer Science. – 2009. - Vol.1. - P.255-259.

7. Paulinas M. A Survey of genetic algorithms applications for image enhancement and segmentation. [Электронный ресурс] / M. Paulinas, A. Usinskas // Information Technology and Control. - 2007. - Vol. 36. - №3. – P. 278-284. - Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.120.4391&rep=rep1&type=pdf>. - Назва з екрану.

8. Borji A. Evolving a fuzzy rule-base for image segmentation. [Электронный ресурс] / A. Borji, M. Hamidi // International Journal of Intelligent Systems and Technologies. - 2007. - P. 178-183. - Режим доступа: <https://waset.org/publications/3386/evolving-a-fuzzy-rule-base-for-image-segmentation->. - Назва з екрану.