

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ**

**Силабус ДВА-11 «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів»**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій (освітньо-науковий)
<b>Галузь знань</b>	F – Інформаційні технології
<b>Спеціальність</b>	F3 – Комп’ютерні науки
<b>Освітньо-наукова програма</b>	Інтелектуальні методи та засоби комп’ютерних наук
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	Очна(денна)
<b>Рік підготовки, семестр</b>	2 рік, 4 семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	2 кредити /60 годин
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Диференційований залік
<b>Розклад занять</b>	_1_ година аудиторних занять/тиждень,
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<u>Лектор:</u> Микола КОМАР; кандидат технічних наук, старший дослідник, заступник директора з науково-організаційної роботи; e-mail: <a href="mailto:bip47@ukr.net">bip47@ukr.net</a> Юрій БОГАЧУК; кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу інтелектуального управління
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://aspirant.irtc.org.ua/silabus/">https://aspirant.irtc.org.ua/silabus/</a>

**ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів» належить до переліку дисциплін вільного вибору у загальній підготовці аспіранта. Ця дисципліна забезпечує важливий аспект професійного світогляду аспіранта, спрямований на формування вміння визначати та розуміти предметну область досліджень, проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у сфері обраної спеціальності, виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання в конкретних освітніх, наукових та професійних текстах.

**МЕТА, ЗАВДАННЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**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.

**Переквізити** - попередні вимоги до навчання за освітнім компонентом: знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни: знання з

першого та другого рівня вищої освіти: знання та вміння за освітнім компонентом ЗП-2 «Аспірантські студії з комп'ютерних наук», а також: поняття теорії ймовірності, лінійна алгебра, математична статистика, теорія оптимізації, методи статистичного аналізу, вміння проводити обчислювальні експерименти.

**Постреквізити:** Вивчення дисципліни забезпечить виконання завдань дисертаційного дослідження відповідного напрямку, одержання та осмислення одержаних результатів для написання наукових статей, підготовки та захисту дисертації. Наявність можливості подальшого навчання та дослідження для підготовки та захисту дисертації доктора наук.

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

### **Інтегральна компетентність**

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

### **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.

### **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 проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, демонструвати лідерство під час їхньої реалізації

СК07. Здатність до створення та адекватного застосування інтелектуальних методів аналізу інформації про об'єкти різної природи для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, технічної, економічної, екологічної, медичної, біологічної тощо.

### **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 напрямків 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 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.

РН08. 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.

РН10. Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних

проектів з комп'ютерних наук.

PH12. Здійснювати розроблення нових методів та інтелектуальних засобів для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, побудови нейронних мереж, комп'ютерних систем автоматичного керування, розв'язання задач штучного інтелекту, створення систем інтелектуального керування динамічними об'єктами у реальному часі.

### **ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ**

Дисципліна «**Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів**» викладається на другому курсі навчання.

Комп'ютерні засоби оброблення сигналів оптичних сенсорів базуються на знаннях теорії та розумінні методології побудови інтелектуальних інформаційних технологій, усвідомленні основних принципів застосування системного підходу при виконанні наукових досліджень, вмінні використовувати методологію системного аналізу. Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Методи та моделі інтелектуального оброблення сигналів оптичних сенсорів» значно підвищиться, якщо здобувач попередньо опанував матеріали таких дисциплін, як: «Інтелектуальні інформаційні технології та системи», «Моделі та методи образного мислення», «Методи інтелектуального оброблення та аналізу даних».

### **СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		Лекції	Семінарські заняття	Індив. заняття	Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1</i>					
<b>Тема 1.</b> Принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об'єктів	12	2	-	2	8
<b>Тема 2.</b> Основні оператори ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів	12	2	2	-	8
<i>Усього годин за змістовим модулем 1</i>	24	4	2	2	16
<i>Змістовий модуль 2</i>					
<b>Тема 3.</b> Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів	12	2	2	-	8
<b>Тема 4.</b> Приклади використання теорії інваріантності для обробки реальних аеро-фото-топографічних зображень	12	2	2	-	8

<b>Тема</b> Співставлення об'єктів допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень	<b>5.</b> за	12	2	-	2	8
<i>Усього годин за змістовим модулем 2</i>		36	6	4	2	24
<b>РАЗОМ:</b>		60	10	6	4	40

## ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТКА ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п/	Теми та форми занять (год.)	Зміст занять і навчальних завдань	Форми контролю
1	2	3	4
<b><i>Змістовий модуль</i></b> <b><i>1</i></b>			
<b>Тема 1. Принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об'єктів</b>			
1	<i>Лекція. Принципи використання оптичної інформації для розпізнавання об'єктів (2 год.)</i>	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.	спостереження за активністю здобувачів PhD в обговоренні питань
2	<i>Самостійна робота (8 год.)</i>	Ознайомлення з можливими шляхами використання основних геометричних ознак об'єктів для вирішення задачі розпізнавання. Вивчення моделей формування та застосування сигнатур оптичної щільності зображень. Ознайомлення з методами знаходження відповідності між локальними ознаками об'єктів.	усне опитування

<b>Тема 2. Основні оператори ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів</b>			
3	<i>Лекція. Основні оператори ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів (2 год.)</i>	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.	спостереження за активністю здобувачів PhD в обговоренні питань
4	<i>Семінарське заняття Основні оператори, що застосовуються для ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів (2 год.)</i>	Розгляд прикладів ідентифікації крайових точок, визначення фрагментів та виявлення контурів на основі використання операторів Робертса, Собеля, Превітта, Лапласа.	спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань, усне опитування
5	<i>Самостійна робота (8 год.)</i>	Розгляд прикладів ідентифікації крайових точок, визначення фрагментів та виявлення контурів на основі використання операторів Робертса, Собеля, Превітта, Лапласа	усне опитування

<b>Змістовий модуль 2</b>			
<b>Тема 3. Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів</b>			
6	<i>Лекція. Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів (2 год.)</i>	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 співставлення локальних ознак зображень об'єктів за допомогою детектору кутових точок Гарриса. Аналіз ефективності функціонування детектора Гарриса для різних видів перетворень зображень.	спостереження за активністю здобувачів PhD в обговоренні питань

7	<i>Семінарське заняття</i> Підходи до аналізу та модифікації локальних ознак зображень об'єктів (2 год.)	Аналіз підходів до врахування 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.	спостереження за активністю здобувачів PhD у обговоренні питань, усне опитування
8	<i>Самостійна робота</i> (8 год.)	Аналіз підходів до врахування 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.	усне опитування
<b>Тема 4.</b> Приклади використання теорії інваріантності для обробки реальних аеро-фото-топографічних зображень			
9	<i>Лекція.</i> Приклади використання теорії інваріантності для обробки реальних аеро-фото-топографічних зображень (2 год.)	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.	спостереження за активністю здобувачів PhD в обговоренні питань
10	<i>Семінарське заняття</i> Приклади використання теорії інваріантності для оброблення	Аналіз механізму побудови вектору локальних ознак на основі амплітудно-фазових характеристик комплексно-	спостереження за активністю здобувачів PhD у

	реальних аеро-фото-топографічних зображень (2 год.)	значних фільтрів. Розгляд прикладу знаходження сталих наборів пар ознак для заданих двох довільних зображень сцени або об'єкту.	обговоренні питань, усне опитування
11	Самостійна робота (8 год.)	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'єкту.	усне опитування
<b>Тема 4.</b> Співставлення об'єктів за допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень			
12	Лекція. Співставлення об'єктів за допомогою інваріантних до змін масштабу локальних ознак зображень (2 год.)	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.	спостереження за активністю здобувачів PhD в обговоренні питань
13	Самостійна робота (8 год.)	Вивчення підходу до співставлення об'єктів за допомогою використання інваріантних до змін масштабу перетворень зображень. Ознайомлення з принципами побудови детекторів ознак з автоматичним вибором оптимального масштабу зображення. Вивчення методики побудови дескрипторів ознак, інваріантних до довільних двовимірних проєктивних перетворень.	усне опитування

## КОНТРОЛЬ І 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:

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

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>	<b>100</b>

**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>E</b> (достатньо)
40 - 59	незадовільно	не зараховано	<b>FX</b> (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 39			<b>F</b> (неприйнятно – з обов'язковим повторним навчанням)

## **ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ**

### ***Політика щодо академічної доброчесності***

*Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає, зокрема:*

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей інших дослідників;

- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;

- надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

### ***Політика щодо відвідування занять та поведінки на заняттях***

Відвідування занять є обов'язковим компонентом навчання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем навчальної дисципліни та затвердженням директора Інституту.

### ***Політика щодо правил поведінки на заняттях***

Здобувачі вищої освіти третього рівня беруть активну участь у всіх заняттях: обговорюють проблемні ситуації, запропоновані викладачем на лекціях; активно включаються і за потреби ініціюють спільну (групову роботу) під час семінарських занять; Спілкування учасників освітнього процесу (викладач, здобувачі) відбувається на засадах партнерських стосунків, взаємодопомоги, толерантності та поваги до особистості кожного, спрямованості на здобуття істинного наукового знання.

### ***Політика щодо термінів виконання завдань і перескладання***

Здобувачі вищої освіти третього рівня повинні виконувати всі навчальні завдання вчасно, відповідно до робочої навчальної програми, за невчасне виконання знижується бальна оцінка. Графіки перескладання формують викладачі відповідних дисциплін.

Виконання навчальних завдань має відповідати вимогам Кодексу академічної доброчесності Інституту інформаційних технологій та систем НАН України, затвердженого Вченою радою Інституту 11 березня 2025 року, протокол № 3, та Положення про організацію освітньої діяльності, затвердженого Вченою радою Інституту 5 лютого 2025 року, протокол № 1.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Jain R., Rangachar Kasturi R., Brian G. Schunck B.G. Machine Vision. – McGraw-Hill, Inc., 1995. – 518 p.
2. 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.
3. 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.
4. Paulinas M. A Survey of genetic algorithms applications for image enhancement and segmentation. [Електронний ресурс] / M. Paulinas, A. Usinskis // Information Technology and Control. - 2007. - Vol. 36. - №3. – P. 278-284.
5. Borji A. Evolving a fuzzy rule-base for image segmentation. [Електронний ресурс] / A. Borji, M. Hamidi // International Journal of Intelligent Systems and Technologies. - 2007. - P. 178-183.

### **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.