

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ

Силабус ДВА-4 «Образне мислення. Статистичне і структурне розпізнавання»

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий)

Галузь знань	F – інформаційні технології
Спеціальність	F3 – комп'ютерні науки
Освітньо-наукова програма	Інтелектуальні методи та засоби комп'ютерних наук
Статус дисципліни	
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2-й рік підготовки, 4-й семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити / 90 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит
Розклад занять	2 години аудиторних занять/тиждень,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Шлезінгер Михайло Іванович; докт. ф.-м. н., проф., гол. науковий співробітник відділу розпізнавання образів(schles@irtc.org.ua , 044- 526- 095-926-62-08)
Розміщення курсу	https://aspirant.irtc.org.ua/silabus/

ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Образне мислення. Статистичне і структурне розпізнавання» належить до переліку дисциплін циклу професійної підготовки аспіранта (за вибором Центру). Вона забезпечує формування професійного світогляду аспіранта та спрямована на оволодіння сучасних методів комп'ютерних наук для розв'язку задач розпізнавання образів.

МЕТА, ЗАВДАННЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Образне мислення. Статистичне і структурне розпізнавання» є навчити аспіранта формулювати та розв'язувати задачі розпізнавання образів на єдиній методологічній основі, що полягає у визначенні породжувальної моделі об'єктів, що розпізнаються, формулюванні вимог до алгоритму розпізнавання і виведенні алгоритму, що задовольняє цим вимогам. Внаслідок вивчення дисципліни аспірант має бути здатним вдосконалювати відомі та створювати нові методи розпізнавання образів.

Пререквізити - попередні вимоги до навчання за освітнім компонентом:

Знання за першим та другим рівнем вищої освіти (галузі знань - математика, інформаційні технології), основні методи формалізації первинної інформації. Вміння застосовувати методи формалізації та аналізу первинних даних для розв'язання завдань

моделювання та аналізу різної інформації. Здатність до абстрактного та логічного мислення.

Постреквізити: Вивчення дисципліни уможливить ефективніше опанування обов'язкових та вибіркових дисциплін професійної спрямованості, оприлюднення одержаних результатів на конференціях, семінарах тощо. 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.

Основними завданнями є: 1) вивчення методів класичної теорії несуперечності обмежень; 2) вивчення сучасних стохастичних і оптимізаційних узагальнень теорії несуперечності обмежень, спрямованих на розв'язок реалістичних задач розпізнавання образів; 3) набуття практичного досвіду вдосконалення відомих і розробки нових методів і алгоритмів розпізнавання образів.

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:

ЗК01 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

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.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Програмні результати навчання

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

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. Відшукувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

РН13. Проводити інтелектуальний аналіз складних об'єктів за різними видами первинної інформації (зображення, складні сигнали, тексти, електронні медичні записи, відео та аудіо записи).

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

Номер лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
ЗМ1: Статистичні методи розпізнавання				
1	Статистична модель об'єкта. Байесівські задачі розпізнавання і байесівські стратегії.	2	2	4 год Завдання 1-4 з наведеного далі переліку
2	Небайесівські задачі розпізнавання. Байесівські стратегії розв'язку небайесівських задач. Лема про поділ множини стратегій на байесівські і неслушні.	2		4 год. Завдання 5-8 з наведеного далі переліку
2	Експоненційні моделі об'єктів Випадкові величини з максимальною ентропією. Структура багатовимірної випадкової величини. Гіббсові випадкові величини і гіббсові поля. Загальний вид стратегій розпізнавання об'єктів у гіббсовій моделі.	2	2	4 год. Завдання 9-12 з наведеного далі переліку
ЗМ2: Навчання і самонавчання у розпізнаванні образів				
4	Навчання на основі найвірогіднішого оцінювання параметрів випадкової	2	2	5 год Завдання 13-17 з переліку у
	величини.			розділі 5
5	Задача самонавчання і EM-алгоритм її розв'язку. Теорема про мнотонність процедур самонавчання.	2	1	2 год Завдання 18, 19 з переліку у розділі 5
6	Налагодження параметрів стратегії розпізнавання. Алгоритм Козинця і доведення його збіжності. Алгоритм персептрона і теорема Новікова.	4	3	7 год Завдання 20-26 з переліку у розділі 5

ЗМ3: Структурні методи розпізнавання				
7	Формулювання загальної задачі несуперечності обмежень і її важливих окремих випадків.	2	1	2 год Завдання 27, 28 з переліку у розділі 5
8	Алгоритми розпізнавання прихованого розгалуженого марківського процесу.	2	3	7 год Завдання 29-35 з переліку у розділі 5
9	Супермодулярні (MAX,+)-задачі.	2	0	15 год Завдання 36 з переліку у розділі 5
10	Налагодження алгоритма розв'язку (MAX,+)-задач	2	0	0
	ВСЬОГО	22	16	50

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТКА ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п/	Теми та форми занять (год.)	Зміст занять і навчальних завдань	Форми контролю
Змістовний модуль 1. Статистичні методи розпізнавання			
Тема 1. Байесівські стратегії			
1	<i>Лекція (4 год.)</i>	Спостережні сигнали і приховані стани розпізнаваного об'єкта. Статистична модель об'єкта. Функція втрат. Стратегія розпізнавання. Ризик стратегії. Байесівські задачі розпізнавання і	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
		байесівські стратегії. Небайесівські задачі розпізнавання за умови не повністю відомої статистичної моделі об'єкта. Байесівські стратегії розв'язку небайесівських задач і неслухні стратегії. Лема про поділ множини стратегій на байесівські і неслухні стратегії.	
	<i>Семінарське заняття (2 год.)</i>	Аналіз розв'язку завдань для самостійної роботи	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит

	<i>Самостійна робота (8 год.)</i>	Завдання 1-8 з поданого далі переліку завдань	Виступ на семінарі, півсеместрові атестації, іспит
Тема 2. Експоненційні моделі об'єктів розпізнавання			
2	<i>Лекція (2 год.)</i>	Випадкові величини з максимальною ентропією. Структура багатовимірної випадкової величини. Гіббсові випадкові величини і гіббсові поля. Загальний вид стратегій розпізнавання об'єктів у гіббсовій моделі.	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Семінарське заняття (2 год.)</i>	Аналіз розв'язку завдань для самостійної роботи	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Самостійна робота (4 год.)</i>	Завдання 9-12 з поданого далі переліку завдань	Виступ на семінарі, півсеместрові атестації, іспит
Змістовний модуль 2. Навчання і самонавчання у розпізнаванні образів			
Тема 3. Навчання і самонавчання			
3	<i>Лекція (8 год.)</i>	Навчання як найвірогідніше оцінювання параметрів випадкової величини. Теорема про слухність найвірогіднішого навчання. Формулювання задачі самонавчання. EM-алгоритм самонавчання. Теорема про мнотонність процедур самонавчання. Навчання як налагодження параметрів стратегії розпізнавання. Алгоритм Козинця і доведен-	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
		ня його збіжності. Алгоритм персептрона і теорема Новікова. <i>Література: [2].</i>	
	<i>Семінарське заняття (6 год.)</i>	Аналіз розв'язку завдань для самостійної роботи	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Самостійна робота (14 год.)</i>	Завдання 13-26 з поданого далі переліку завдань	Виступ на семінарі, півсеместрові атестації, іспит

Змістовний модуль 3. Структурні методи розпізнавання			
Тема 4. Розпізнавання несуперечності обмежень на ациклічних структурах			
4	<i>Лекція (4 год.)</i>	<p>Формулювання загальної задачі несуперечності обмежень. Алгоритм розв'язку загальної задачі на ациклічних структурах.</p> <p>Розгалужений стохастичний автономний скінчений автомат як модель прихованого розгалуженого марківського процесу. Формулювання задач розпізнавання прихованого марківського процесу.</p> <p>Стохастичний автономний скінчений автомат, автоматні мови і граматики. Двовимірні контекстно-вільні мови і граматики. Синтаксичний аналіз зображення на основі двовимірного узагальнення алгоритму Кока-Янгера-Касамі.</p> <p><i>Література: [1,2,4,7].</i></p>	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Семінарське заняття (4 год.)</i>	Аналіз розв'язку завдань для самостійної роботи	Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Самостійна робота (9 год.)</i>	Завдання 27-35 з поданого далі переліку завдань	Виступ на семінарі, півсеместрові атестації, іспит
Тема 5. (MAX,+)-задачі несуперечності обмежень на довільних структурах			
5	<i>Лекція (4 год.)</i>	Супермодулярні (MAX,+)-задачі.	Реєстрація присутності,
		<p>Поняття про тривіальні задачі і еквівалентні перетворення задач. Теорема про існування тривіального еквіваленту задовільної супермодулярної задачі.</p> <p>Налагодження параметрів алгоритма розв'язку (MAX,+)-задачі за заданою тестовою множиною.</p> <p><i>Література: [1,4,5,6].</i></p>	півсеместрові атестації, іспит

	<i>Семінарське заняття (0 год.)</i>		Реєстрація присутності, півсеместрові атестації, іспит
	<i>Самостійна робота (15 год.)</i>	Завдання 36 з поданого далі переліку завдань	Виступ на семінарі, півсеместрові атестації, іспит

САМОСТІЙНА РОБОТА І ЗМІСТ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Самостійна робота спрямована на набуття навичок застосування загальних методів, викладених на лекції, для конкретних окремих випадків. Завдання на самостійну роботу сформульовані так, що матеріал, викладений на лекції, є достатній для їх виконання. Однак їх розв'язок можна знайти і в різноманітних інтернетівських ресурсах. Слухач виконує завдання самостійно або знаходить його готовий розв'язок в залежності від своїх власних уподобань. Результат виконання завдання обговорюється на семінарському занятті, що проходить у формі наукової дискусії. Кожен слухач має бути готовим доповісти про розв'язок кожного завдання, дати відповідь на критичні зауваження своїх колег або доповнювати їх доповіді. Доповідь не повинна перевищувати 10 хвилин.

Консультації щодо питань, які викликають труднощі у слухачів під час їхнього розглядання, дає викладач цієї дисципліни.

Самостійна робота охоплює:

- 1) підготовку до семінарських занять,
- 2) опрацювання наукової літератури,
- 3) підготовку до іспиту.

№ п/п	Зміст самостійної роботи	Обсяг СР
1	Підготовка до семінарських занять	10
2	Опрацювання наукової літератури	20
3	Підготовка до іспиту	20
Усього за навчальною дисципліною		50

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 у поточному контролі встановлюється таким чином:

Види контролю за формами навчальної діяльності	Максимальна сумарна оцінка в балах
- усне опитування (виступ на семінарі тощо) та	75
- активна робота на засіданнях	25
Всього	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	A (відмінно)
81 - 90	добре		B (дуже добре)
71 - 80			C (добре)
66 - 70			D (задовільно)
60 - 65	задовільно		E (достатньо)
40 - 59	незадовільно	не зараховано	FX(незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 - 39			F(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. Глушков В.М. Кібернетика, обчислювальна техніка, інформатика. Вибрані праці у 3-х томах. Київ: Наукова думка, 1990.- ISBN 5-42-001568-9.
2. Rossi F., van Beek P., Walsh T. Handbook of Constraint Programming, Foundations of Artificial Intelligence, Elsevier, 975 pp.
3. M.I. Schlesinger, Václav Hlaváč. Ten Lectures on Statistical and Structural Pattern Recognition (Computational Imaging and Vision, 24) 1st ed. 2002 (Лекції 1, 2, 4, 5, 6).
4. M Schlesinger, E Vodolazkiy How to Formulate and Solve Statistical Recognition and Learning Problems // An Article. – 2015 (arXiv preprint arXiv:1509.08830)
5. Duda, Richard O. Pattern Classification / Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork. – New York: Wiley. – 2nd ed., 654 p.
4. Andrew Webb, Statistical Pattern Recognition: Monograph. – New York: Wiley. – 2nd ed., 496 p.
5. Шлезінгер М.І. Розв'язок оптимізаційних задач структурного розпізнавання на основі їхньої репараметризації. *Control systems and computers*. 2022. № 1. С. 15-23.

Додаткова

6. Шлезінгер М.І. Розв'язок оптимізаційних задач структурного розпізнавання на основі їхньої репараметризації. // *Control Systems and Computers*. 2022. № 1. С. 15-23
7. М.І. Шлезінгер, Є.В. Водолазський. Мінімаксні стратегії машинного навчання і розпізнавання образів на основі коротких навчальних вибірок // *Кібернетика та системний аналіз*. 2022. Том 58, № 6. С. 15–29.
8. Krygin V.M., Khomenko R.O., Matsello V.V. Experimental Verification of the Self-Driven Algorithms for Solving Max-Sum Labeling Problems. *Cybernetics and Computer Engineering*. 2023. №1. P.29-39.
9. M. I. Schlesinger Minimax theorem for functions on the cartesian product of branching polylines. *Cybernetics and Systems Analysis*, Vol. 59, No. 4, July, 2023, pp. 567-580