



Нові методи побудови інтелектуальних систем Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерна інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	<i>18 лекційних, 18 Практичних, 54 самостійної</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., с. н. с., Боярінова Юлія Євгенівна Лабораторні: к. т. н., с. н. с., Боярінова Юлія Євгенівна</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Zoom, yzorin.ho.ua)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни. Навчальна програма дисципліни “Нові методи побудови інтелектуальних систем” визначає зміст і обсяг знань, необхідних для фахівця з інтелектуальних систем штучного інтелекту. Дисципліна обіймає вивчення сучасного стану технологій побудови інтелектуальних систем, технологій їх проектування, реалізації, налагодження і дослідження. Для практичного засвоєння навчальних матеріалів ряд тем дисципліни поглиблено вивчається на лабораторних заняттях.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є технології вирішення задач класифікації, прогнозування, глобальної оптимізації та ухвалення рішень шляхом побудови моделей, які можуть самонавчатися, що наділяє комп'ютери здатністю вчитися.

Міждисциплінарні зв'язки. Основою для успішного засвоєння матеріалу дисципліни є знання основ дисциплін “Математичний аналіз”, “Алгоритми та методи обчислень”, «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Комп'ютерні системи штучного інтелекту», «Системи штучного інтелекту».

Метою навчальної дисципліни є формування у слухачів здатностей:

- аналізувати вимоги до систем штучного інтелекту;
- розробляти та ефективно застосувати інформаційні технології, в тому числі: проектуванні систем штучного інтелекту й конструюванні гібридних метаевристичних алгоритмів;
- оцінки обчислювальної складності метаевристичних алгоритмів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння дисципліни «Нові методи побудови інтелектуальних систем» мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- тенденції і перспективи розвитку систем штучного інтелекту;
- принципи побудови та технологію розробки систем штучного

інтелекту;

- принципи побудови нейронних мереж і підходи до навчання нейронних мереж;
- принципи функціонування і способи застосування метаевристичних алгоритмів;

уміння:

- порівнювати методи й моделі штучного інтелекту;
- конструювати гібридні метаевристичні алгоритми;
- вирішувати задачі автоматизації підтримки прийняття рішень, класифікації та аналізу даних;
- будувати моделі прийняття рішень на основі нейромереж та нечіткої логіки;
- проектувати системи штучного інтелекту й експертні системи;
- коректно інтерпретувати отримані результати;
- здійснювати вибір програмних засобів для вирішення задач штучного інтелекту;

досвід:

- розробки, налагодження й тестування систем штучного інтелекту;
- вибору програмних засобів для розв'язання певного класу задач.

компетенції:

- здатність дотримуватися етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

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

дисципліні «Нові методи побудови інтелектуальних систем» передують дисципліни «Математичний аналіз», «Алгоритми та методи обчислень», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Комп'ютерні системи штучного інтелекту», «Системи штучного інтелекту».

Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
РОЗДІЛ 1. Вступ.					
<i>Тема 1.1 Комбінаторна оптимізація. Обчислювальна складність. Підходи до розв'язання.</i>	4	2			2
Разом за розділом 1	4	2			2
Розділ 2. Метаевристичні алгоритми глобальної оптимізації.					
<i>Тема 2.1. Алгоритм рою частинок для пошуку екстремуму функції багатьох змінних.</i>	4	1	2		1
<i>Тема 2.2. Удосконалені варіанти алгоритму рою частинок.</i>	1	1			
<i>Тема 2.3. Загальна ідея побудови мурашиних алгоритмів. Варіанти побудови мурашиних алгоритмів: AS, EAS, MMAX, ASrank.</i>	3	1	2		
<i>Тема 2.4. Варіанти побудови мурашиних алгоритмів: AS, EAS, MMAX, ASrank.</i>	1	1			
<i>Тема 2.5. Алгоритм диференціальної еволюції.</i>	4	2			2
Разом за розділом 2	13	6	4		3
Розділ 3. Алгоритми кластеризації.					
<i>Тема 3.1. Задача кластеризації.</i>	3	1	2		

1	2	3	4	5	6
<i>Типи кластеризації.</i>					
<i>Тема 3.2. Алгоритм K-means, алгоритм Fuzzy C-means.</i>	1	1			
Разом за розділом 3	4	2	2		
Розділ 4. Штучні нейронні мережі.					
<i>Тема 4.1. Штучний нейрон. Класифікація штучних нейронних мереж.</i>	2	1			1
<i>Тема 4.2. Мережа зворотнього поширення(Back Propagation). Алгоритм навчання.</i>	2	1			1
<i>Тема 4.3. Мережа зустрічного поширення(Counter Propagation). Алгоритм навчання.</i>	2	2			
<i>Тема 4.4. Рекурентні штучні нейронні мережі.</i>	5	2	2		1
Разом за розділом 4	11	6	2		3
Розділ 5. Квантові комп'ютери.					
<i>Тема 5.1. Квантові комп'ютери – основи й алгоритми.</i>	2	2			2
Разом за розділом 5	2	2			2
Розділ 6. Нечітка логіка.					
<i>Тема 6.1. Нечітки множини.</i>	8	1			7
<i>Тема 6.2. Алгоритм імітації відпалу для розв'язання задачі розфарбування графа.</i>	8	1			7
<i>Тема 6.3. Алгоритми нечіткої оптимізації.</i>	8	1			7
Разом за розділом 6	24				21
Екзамен	30				30
Всього годин	90	18	18		54

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Субботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей. Монографія / Під заг. ред. С.О.Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ - 2009.- 375с.
2. Marco Dorigo. Ant colony optimization. - A Bradford book. [Електронне видання] / Marco Dorigo, Thomas Stutzle – 2004 – с. 321 - Режим доступу : <http://yzorin.ho.ua/ai.php?page4.txt>
3. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. [Текст] / Яхьяева Г.Э. – Бином – 2006 - стор. 315.
4. Ф. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. [Електронне видання] / - Режим доступу : <http://yzorin.ho.ua/ai.php?page4.txt>

Допоміжна література

5. И.В.Заенцев. Нейронные сети: основные модели. [Текст] / И.В.Заенцев. - Воронеж – 1999 - с. 86.
6. М. Тим Джонс. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. [Текст] / М. Тим Джонс - ДМК Пресс – 2004 - с. 155.
7. Бородянский Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применение. [Текст] / Бородянский Е.В., Руденко О.Г. – Харьков : ТЕЛТЕХ – 2004 – с. 269.
8. Силва В. Разработка с использованием квантовых компьютеров. [Текст] / Силва В. - Издательский АPRESS, СПб, -2020 - с. 352.

9. Konstantinos E.. Particle Swarm Optimization and Intelligence: Advances and Applications [Електронне видання] / Konstantinos E. Parsopoulos, Michael N. Vrahatis. - Hershey, New York – 2007 – с. 329 -
Режим доступу : <http://yzorin.ho.ua/ai.php?page4.txt>
10. С.Рассел. Искусственный интеллект. Современный подход. [Текст] / С.Рассел, П.Норвиг. -
Издательский дом Вильямс, СПб, -2006 - с. 1409.

Інформаційні ресурси

1. Web-сайт. – Режим доступу : <http://yzorin.ho.ua>
2. Електронний кампус НТУУ «КПІ». Матеріали з дисципліни «Нові методи побудови інтелектуальних систем». – Режим доступу : <http://login.kpi.ua>

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Комбінаторна оптимізація. Обчислювальна складність. Підходи до розв'язання. P- та NP-складні задачі. Конструктивні алгоритми. Жадібні алгоритми. Література: 9 стор. 78 -96, 8, стор. 17-28. Завдання на СРС. Еволюційні стратегії. Полімодальна еволюційна оптимізація. Багатокритеріальний еволюційний пошук. Інтелектуальні агенти.
2	Алгоритм рою частинок для пошуку екстремуму функції багатьох змінних. Схема алгоритму. Керування зміною швидкості частинок. Налаштування головних параметрів алгоритму. Література: 8 стор. 122 – 149. Завдання на СРС. Застосування PSO в динамічних системах.
3	Загальна ідея побудови мурашиних алгоритмів . Теоретичні основи мурашиних алгоритмів. Пошук найкоротшого шляху на графі. Розширення мурашиних алгоритмів: AS, EAS, MMAX, ASrank Література: 2 стор. 5 – 65 . Завдання на СРС. АСО алгоритм для задачі маршрутизації.
4	Мурашиний алгоритм для розв'язання задачі знаходження найкоротшого шляху між двома вершинами графу та для розв'язання квадратичної задачі про призначення. Застосування мурашиного алгоритму до розв'язку задачі знаходження найкоротшого шляху між двома вершинами графу. Формулювання квадратичної задачі про призначення. Способи обчислення вартості мінімальної трансформації розв'язку. Література: 2 стор. 94 -117, 124 -154]. Завдання на СРС. Принципи застосування АСО.
5	Мурашиний алгоритм для розв'язання задачі розфарбування графу. Загальна схема алгоритму задачі розфарбування графу. Визначення інтенсивності сліду феромонів. Налаштування головних параметрів алгоритму. Література: 2 стор. 174 -186. Завдання на СРС. АСО алгоритм для задачі комівояжера.
6	Алгоритм диференціальної еволюції. Загальна ідея побудови алгоритмів. Алгоритм диференціальної еволюції для пошуку екстремуму функції багатьох змінних. Література: 8, стор. 314-331, 415 - 439. Завдання на СРС. Зміна параметрів алгоритму.
7	Неієрархічна кластеризація. Задача кластеризації. Типи кластеризації. Алгоритм K-means. Алгоритм Fuzzy C-means. Література: 3, стор. 56 - 61, 98 - 117. Завдання на СРС. Тестування й підбір параметрів алгоритму бджолоїної колонії для кластеризації даних.
8	Алгоритм кластеризації множини відповідно до заданого критерію. Постановка

	задачі. Кодування геному й обчислення пристосованості. Виконання генетичних операцій. Критерії зупинки алгоритму. Література: 3, стор. 56 - 81.
9	Історія штучних мереж й загальні положення. Штучний нейрон. Класифікація штучних нейронних мереж. Одно- й багатошаровий перцептрон. Алгоритми навчання. Література: 4 стор. 16 – 31, 11, стор. 27 - 43. Завдання на СРС. Функціонально пов'язані мережі.
10	Мережі прямого розповсюдження. Мережа зворотнього поширення(Back Propagation). Алгоритм навчання. Мережа зустрічного поширення(Counter Propagation). Алгоритм навчання. Література: 4 стор. 46 – 71, 11, стор. 117 - 123. Завдання на СРС. Нечітки алгоритми навчання.
11	Рекурентні мережі. Карта Кохонена. Алгоритм навчання. Мережа Хопфілда. Алгоритм навчання. Література: 4 стор. 81 – 97, 11, стор. 157 - 181. Завдання на СРС. Застосування мереж Хопфілда.
13	Квантові комп'ютери. Квантові комп'ютери – основи й алгоритми. Література: 7, стор. 15 - 68.
14	Нечітки множини. Функція приналежності. Операції над нечіткими множинами. Лексичні змінні. Література: 5, стор. 10 – 36. Завдання на СРС. Методи побудови функції приналежності. Приклад застосування нечіткої логіки..
15	Алгоритми нечіткої оптимізації. Алгоритми нечіткого логічного виводу. Література: 5, стор. 132 – 142. Завдання на СРС. Лінгвістична нечітка логіка. Задачі задоволення обмежень.

Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)

Основне завдання циклу лабораторних робіт циклу практичних робіт є комп'ютерна реалізація й дослідження особливостей алгоритмів штучного інтелекту.

№ з/п	Назва та завдання лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ СВІТЛЯЧКІВ. Завдання: дослідити особливості застосування алгоритму світлячків до розв'язання задачі пошуку екстремуму функцій багатьох змінних, виконати аналіз швидкості збіжності й якості результату в залежності від параметрів алгоритму.	6
2	МУРАШИНІ АЛГОРИТМИ. Завдання: дослідити особливості застосування мурашиного алгоритму до розв'язання задачі пошуку найкоротшого шляху на графі, виконати аналіз швидкості збіжності й якості результату в залежності від параметрів алгоритму.	6
3	КАРТА КОХОНЕНА Завдання: дослідити особливості застосування карти Кохонена до розв'язання задачі класифікації, виконати аналіз якості результату в залежності від параметрів мережі й навчальної вибірки	6

5. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Комбінаторна оптимізація. Еволюційні стратегії.	1

	Література: 8 стор. 165 - 175.	
3	Комбінаторна оптимізація. Багатокритеріальний еволюційний пошук. Література: 8, стор. 196 - 205.	
4	Теоретичні основи мурашиних алгоритмів. Принципи застосування АСО. Література: 2, стор. 211 - 219.	2
5	Теоретичні основи мурашиних алгоритмів. АСО алгоритм для задачі комівояжера. Література: 2, стор. 65 - 70.	3
6	Історія штучних мереж й загальні положення. Функціонально пов'язані мережі. Література: 4, стор. 160 - 166.	1
7	Мережі прямого розповсюдження. Нечітки алгоритми навчання. Література: 4, стор. 120 - 131.	2
8	Рекурентні мережі. Застосування мереж Хопфілда. Література: 4, стор. 90 - 98.	1
9	Рекурентні мережі. Застосування ART1 для персоналізації Література: 4, стор. 48 - 59/	2
10	Двоскерована асоціативна пам'ять (ДАП). Стохастичні методи навчання. Література: 4, стор. 68 - 80.	2
11	Квантові комп'ютери. Квантові комп'ютери – основи й алгоритми. Література: 7, стор. 15 - 68.	4
12	Нечітки множини. Методи побудови функції приналежності. Література: 8, стор. 52 - 60.	1
13	Алгоритми нечіткої оптимізації. Приклад застосування нечіткої логіки. Література: 8, стор. 216 - 224.	2
14	Алгоритми нечіткої оптимізації. Задачі задоволення обмежень. Література: 8, стор. 209 - 240.	2

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує гугл-диск для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, лабораторних робіт та інше;
- на лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час;
- практичні роботи захищаються у два етапи – перший етап: студенти виконують завдання на допуск до захисту практичної роботи; другий етап – захист практичної роботи. Бали за практичну роботу враховуються лише за наявності електронного звіту;
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь у підготовці лекційних матеріалів; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів на більше 10;
- штрафні бали виставляються за: невчасне відпрацювання та здачу практичної роботи

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. виконання та захист 3 практичних робіт;
2. заохочувальних та штрафних балів.

Практичні роботи

Загальна кількість балів – 60. Оцінка:

- «відмінно», повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 90% потрібної інформації) та оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 75% потрібної інформації) та оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 14-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 50% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 10 балів;
- «достатньо», неповна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 30% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь та/або не оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 0 балів.

За кожне запізнення з поданням практичної роботи до захисту від встановленого терміну оцінка знижується на 1 бал.

Заохочувальні бали

– за виконання творчих робіт з кредитного модуля (наприклад, участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць тощо); за активну роботу на лекції (питання, доповнення, зауваження за темою лекції, коли лектор пропонує студентам задати свої питання) 1-2 бали, але в сумі не більше 10;

– презентації по СРС – від 1 до 5 балів.

Міжсесійна атестація

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимально можлива кількість балів – 40 (2 практичні роботи). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 21 балів.

За результатами 14 тижнів навчання максимально можлива кількість балів – 50 балів (3 практичні). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 40 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RD = 3 \cdot \text{глаб} + (\text{гз} - \text{гш}) = 60 + (\text{гз} - \text{гш}),$$

де глаб – бал за практичну роботу;

гз – заохочувальні бали за активну участь на лекціях, презентації, участь в олімпіадах, конкурсі роботи, наукові роботи за тематикою дисципліни (0...10);

гш – штрафні бали.

Іспит

Умовою допуску до іспиту є зарахування всіх практичних робіт, та стартовий рейтинг не менше 60 балів.

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет містить три теоретичних запитання (завдання). Перелік теоретичних питань наведений у додатку 1. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 13 балів.

Система оцінювання питань

Загальна кількість балів – 39. Оцінка:

«відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 37-39 балів;

«добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 29=30 балів;

«задовільно», неповна відповідь, не менше 50% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 17-18 балів;

«достатньо», неповна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 30% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином електронний протокол до практичної роботи – 12-13 балів;

«незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0-5 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за зарахування усіх лабораторних робіт семестровий рейтинг більше 60 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток 1

Перелік теоретичних питань на іспит

1. Що таке P і NP класи задач?
2. Комбінаторна оптимізація. Підходи до розв'язання
3. Ідея побудови алгоритму рою частинок
4. Удосконалені варіанти алгоритму рою частинок.
5. Варіанти побудови мурашиних алгоритмів
6. Алгоритм диференціальної еволюції.
7. В чому полягає Задача кластеризації.
8. Опишіть типи кластеризації.
9. В чому полягає відмінність класифікації від кластеризації.
10. Опишіть ієрархічну кластеризацію
11. Опишіть неієрархічну кластеризацію
12. Охарактеризуйте недоліки алгоритму K-means

13. Опишіть принцип функціонування штучного нейрону.
14. Опишіть види функцій активації.
15. Охарактеризуйте типи нейронних мереж
16. Охарактеризуйте навчання з вчителем и без вчителя.
17. Опишіть дельта правило
18. Опишіть алгоритм back propagation.
19. Охарактеризуйте недоліки алгоритму back propagation.
20. Охарактеризуйте пакетне і динамічне навчання.
21. Опишіть мережу зустрічного поширення
22. Охарактеризуйте карту Кохонена
23. Охарактеризуйте мережі Хопфілда
24. Алгоритм навчання карти Кохонена
25. Алгоритм навчання мережу Хопфілда
26. Опишіть алгоритм навчання мережі зустрічного поширення
27. Опишіть види рекурентних штучних нейронні мереж
28. Що таке квантові комп'ютери
29. Алгоритми функціонування квантових комп'ютерів
30. Що таке нечіткі множини
31. Опишіть алгоритми нечіткої оптимізації
32. Ідея побудови алгоритму імітації відпалу
33. В чому полягає квадратична задача про призначення
34. Як оцінюється якість роботи евристичних алгоритмів
35. Що таке ройовий інтелект

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Боярінова Юлія Євгенія

Ухвалено кафедрою СПіСКС (протокол № 10 від 19 05 2020)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 5 від 24 06 2020)