

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

магістр  
(освітній ступінь)

Кафедра управління проектами

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан факультету

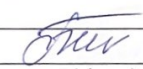
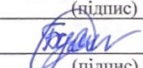
  
/ Ігор РУСАН /  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

**Штучний інтелект та нейронні мережі**

(назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, освітньої програми
126	<b>Інформаційні системи та технології</b>
	<b>Штучний інтелект. Когнітивні технології</b>

Розробники:	
Бушуєв С.Д., д.т.н., проф.	
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)	(підпис)
Бушуєв Д.А., д.т.н., проф.	
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)	(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри управління проектами  
протокол № 9 від «30» травня 2023 року

Завідувач кафедри

  
(підпис)

/Сергій БУШУЄВ/

Схвалено гарантом ОПІ

Гарант ОПІ

  
(підпис)

/Сергій БУШУЄВ/

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності  
протокол № 1 від « 25 » вересня 2023 року

### ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ

шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма навчання: <b>денна/заочна</b>											Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження заступником декана факультету	
		Кредитів на сем.	Обсяг годин							Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних			Сам. роб.									
				Разом	Л	Лр		Пз	КП	КР	РГР	Конт. роб				
126	Інформаційні системи та технології. Штучний інтелект. Когнітивні технології (денна форма навчання)	3,0	90	32	16	8	8	58		1			екзамен	1		
126	Інформаційні системи та технології. Штучний інтелект. Когнітивні технології (заочна форма навчання)	3,0	90	14	2	8	4	76		1			екзамен	1		

## Мета та завдання освітньої компоненти

**Мета дисципліни:** оволодіння основними типами архітектури штучних нейронних мереж (ШНМ), (ієрархічними, конкурентними і рекурентними нейронними структурами), принципам функціонування нейронних мереж, особливостями застосування методів навчання з учителем для одношарових та багатошарових нейронних мереж прямого поширення, методам навчання з учителем для штучних нейронних мереж, методи оптимізації штучних нейронних мереж, використання нейронних мереж для розв'язування задач апроксимації та задач, які виникають при обробці інформації, ітераційних методів, орієнтованих на реалізацію в штучних нейронних мережах, різні підходи до організації комунікаційних процесів між нейронами та основні структури штучних нейронних мереж, що їх реалізують

Робоча програма містить витяг з робочого навчального плану, мету вивчення, компетентності, які має опанувати здобувач, програмні результати навчання, дані щодо викладачів, зміст курсу, тематику практичних занять, вимоги до виконання індивідуального завдання, шкалу оцінювання знань, вмінь та навичок здобувача, роз'яснення усіх аспектів організації освітнього процесу щодо засвоєння освітньої компоненти, список навчально-методичного забезпечення, джерел та літератури для підготовки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань. Також програма містить основні положення щодо політики академічної доброчесності та політики відвідування аудиторних занять.

### Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Зміст компетентності
<b>Інтегральна компетентність</b>	
ІК	Здатність розв'язувати задачі дослідницького та інноваційного характеру у сфері інформаційних систем та технологій.
<b>Фахові компетентності</b>	
СК 1	Здатність розробляти та застосувати ІСТ, необхідні для розв'язання стратегічних і поточних задач.
СК 6	Здатність управляти інформаційними ризиками на основі концепції інформаційної безпеки.
СК 9	Застосовувати когнітивні моделі та знання на базі Інтелектуальних агентів та систем штучного інтелекту.

### Програмні результати здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Програмні результати
РН 01	Відшукувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати та оцінювати цю інформацію.
РН 03	Приймати ефективні рішення з проблем розвитку інформаційної інфраструктури, створення і застосування ІСТ.
РН 04	Управляти процесами розробки, впровадження та експлуатації у сфері ІСТ, які є складними, непередбачуваними і потребують нових стратегічних та командних підходів.

PH 06	Обґрунтовувати вибір технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організувати їх впровадження та використання.
PH 07	Здійснювати обґрунтований вибір проектних рішень та проектувати сервіс-орієнтовану інформаційну архітектуру підприємства (установи, організації тощо).
PH 08	Розробляти моделі інформаційних процесів та систем різного класу, використовувати методи моделювання, формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей з використанням сучасних комп'ютерних засобів.
PH 09	Розробляти і використовувати сховища даних, здійснювати аналіз даних для підтримки прийняття рішень.
PH 10	Забезпечувати якісний кіберзахист ІСТ, планувати, організувати, впроваджувати та контролювати функціонування систем захисту інформації.
PH 11	Розв'язувати задачі цифрової трансформації у нових або невідомих середовищах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері інформаційних технологій, досліджень та інтеграції знань з різних галузей.
PH 12	Будувати когнітивні механізми за допомогою інтелектуальних агентів та систем штучного інтелекту.
PH 13	Розробляти та використовувати креативні шаблони знань при вирішенні складних завдань інформаційних технологій управління складними системами.

## Програма дисципліни

### Змістовий модуль 1

#### Лекція 1

Нейронні мережі: означення та основні властивості. Історичні аспекти розвитку штучних нейронних мереж. Нейрон та його моделювання. Біологічний нейрон. Формальний нейрон. Аналогова та дискретна реалізації формального нейрона. Архітектура штучних нейронних мереж. Ієрархічні структури. Одношарові нейронні мережі прямого поширення

#### Практичне заняття 1.

Зміст заняття

Обробка природної мови (NLP): Вивчення та практика розв'язання завдань, пов'язаних з аналізом тексту, машинним перекладом, сентимент-аналізом та іншими завданнями NLP. ChatGPT

#### Лекція 2

##### Тема 1

Багатошарові нейронні мережі прямого поширення.  
РБФ – мережі.  
Конкурентні структури.  
WTA структура Ліпмана–Хеммінга  
Нейронна мережа Кохонена  
Нейронні мережі зустрічного поширення. Рекурентні структури  
Нейронна мережа Хопфілда. Бінарна модель.  
Висновки

## ***Практичне заняття 2.***

Зміст заняття

Комп'ютерне зорове сприймання (Computer Vision): Розробка систем розпізнавання облич, об'єктів, класифікації зображень та відео, а також практика роботи з бібліотеками, які підтримують комп'ютерний зір.

## ***Лекція 3***

Асоціативна пам'ять. Неперервна модель  
Комбінаторна оптимізація  
Нейронні мережі типу ART.  
Нейронна мережа типу ART-1.  
Нейронна мережа типу АНН  
Ієрархічні мережі типу ART  
Висновки

## ***Практичне заняття 3.***

Зміст заняття

Глибинне навчання (Deep Learning): Розробка та навчання нейронних мереж для вирішення завдань у галузі обробки зображень, аудіо, природної мови та інших.

## **Змістовний модуль 2**

## ***Лекція 4***

Методи навчання з учителем .  
Принципи формування цільової функції  
Методи навчання одношарових ШНМ прямого поширення  
Лінійна регресія  
Метод градієнтного спуску  
Метод найменших квадратів  
Висновки

## ***Практичне заняття 4.***

Зміст заняття

Розробка AI-продуктів: Розробка та реалізація продуктів та застосунків на основі штучного інтелекту, таких як віртуальні асистенти, системи рекомендацій, автономні транспортні засоби тощо.

## ***Лекція 5***

Методи навчання багатошарових ШНМ прямого поширення. Метод зворотного поширення  
Методи обмеження для навчання за правилом Хебба.  
Мультиплікативні та субтрактивні обмеження. Правило Ойя. Правило Ойя для одного нейрона  
Висновки

## ***Практичне заняття 5.***

Зміст заняття

Обробка даних та підготовка даних: Робота з великими обсягами даних, їх очищення, обробка та підготовка для подальшого аналізу та навчання моделей.

## **Лекція 6**

Простий метод конкурентного навчання.  
Кластерні методи навчання.  
Карти Кохонена. Нейронний газ. Нейронний газ із конкурентним правилом Хебба. Нейронний газ із нарощуванням

### **Практичне заняття 6.**

Дослідження та експерименти: Проведення досліджень та експериментів для розуміння якості та ефективності алгоритмів штучного інтелекту.

## **Лекція 7**

Методи навчання ШНС типу ART. ART-подібні нейронні мережі.  
Нейронна мережа Fuzzy ART.  
Нейронні мережі S-Fuzzy ART та SART.  
Нейронна мережа FOSART.

### **Практичне заняття 7.**

Аналітика даних: Використання аналітики даних для витягнення корисної інформації з результатів роботи моделей та систем штучного інтелекту.

## **Лекція 8**

Згорткові нейронні мережі.  
Обробка зображень

### **Практичне заняття 8.**

Створення прототипів та додатків: Розробка прототипів та додатків на основі штучного інтелекту для реалізації певних функцій або сценаріїв

## **Курсова робота**

Тематика курсової роботи

1. Розробка та навчання нейронних мереж для завдань класифікації: Дослідження та практичне використання нейронних мереж для класифікації об'єктів, таких як зображення, текст, аудіо тощо.
2. Обробка природної мови (NLP): Аналіз текстових даних, розробка систем автоматичного перекладу, сентимент-аналіз, створення текстових генеративних моделей.
3. Комп'ютерне зорове сприймання: Розробка систем розпізнавання облич, об'єктів, анімаційних послідовностей тощо.
4. Машинне навчання в медицині: Використання методів машинного навчання для аналізу медичних зображень, діагностики та передбачення хвороб.
5. Автономні роботи: Дослідження та розробка алгоритмів для керування автономними роботами, такими як роботи-пилососи, безпілотні автомобілі тощо.
6. Глибинне навчання в ігровій індустрії: Використання нейронних мереж для реалістичного графічного представлення та поведінки персонажів у відеоіграх.
7. Розробка системи рекомендацій: Створення систем, які рекомендують

- користувачам продукти, медіа або контент на основі їхніх інтересів.
8. Етичні аспекти штучного інтелекту: Дослідження етичних питань, пов'язаних із застосуванням штучного інтелекту, такі як приватність даних, біас та вплив на суспільство.
  9. Робота з великими обсягами даних (Big Data): Вивчення та практика роботи з великими обсягами даних за допомогою інструментів штучного інтелекту.
  10. Автоматизація бізнес-процесів: Використання ШІ для автоматизації бізнес-процесів та оптимізації робочих потоків.

### **Тематика самостійної роботи**

1. Порівняння алгоритмів класифікації: Проведіть дослідження та порівняйте ефективність різних алгоритмів класифікації, таких як метод опорних векторів (SVM), нейронні мережі та дерева рішень.
2. Аналіз дата-сету за допомогою нейронних мереж: Виберіть публічний дата-сет та вивчіть, як застосувати нейронні мережі для аналізу даних та прогнозування результатів.
3. Розробка власної нейронної мережі: Спроектуйте та навчіть власну нейронну мережу для вирішення конкретного завдання, наприклад, класифікації зображень.
4. Аналіз впливу гіперпараметрів на результати навчання: Дослідити, які гіперпараметри впливають на якість навчання нейронних мереж та як їх оптимізувати.
5. Прикладний аналіз обробки природної мови (NLP): Розробіть програму для аналізу тексту, яка може визначати ключові слова, сентимент або категорію тексту.
6. Аналіз впливу біасу в даних: Розгляньте проблему біасу в наборах даних та способи його виявлення та розв'язання за допомогою штучного інтелекту.
7. Застосування глибинного навчання в ігровій індустрії: Дослідження можливостей застосування глибинного навчання для створення реалістичних ігрових світів та персонажів.
8. Аналіз впливу штучного інтелекту на суспільство та етичні питання: Розглядайте етичні аспекти використання штучного інтелекту та його вплив на суспільство.
9. Застосування нейронних мереж у медицині: Дослідження та розробка моделей для діагностики та передбачення медичних станів.
10. Створення інтелектуального чата-бота: Розробіть інтелектуального чата-бота, який може взаємодіяти з користувачами та виконувати певні завдання.

### **Методи контролю та оцінювання знань**

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (залік, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

### **Політика щодо академічної доброчесності**

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятися на плагіат. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій Здобувачів у матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

### **Політика щодо відвідування**

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

### **Методи контролю**

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опанування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;
- ступінь сформованості вміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;
- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;
- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).



**Тестове опитування** може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

**Курсова робота** підлягає захисту Здобувачем на заняттях, які призначаються додатково.

Індивідуальне завдання може бути виконане у різних формах. Зокрема, Здобувачі можуть зробити його у вигляді реферату. Реферат повинен мати обсяг від 18 до 24 сторінок А4 тексту (кегель Times New Roman, шрифт 14, інтервал 1,5), включати план, структуру основної частини тексту відповідно до плану, висновки і список літератури, складений відповідно до ДСТУ 8302:2015. В рефераті можна також помістити словник базових понять до теми. Водночас індивідуальне завдання може бути виконане в інших формах, наприклад, у вигляді дидактичного проєкту, у формі презентації у форматі Power Point. В цьому разі обсяг роботи визначається індивідуально – залежно від теми.

Література, що рекомендується для виконання індивідуального завдання, наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Також як виконання індивідуального завдання за рішенням викладача може бути зарахована участь Здобувача у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, дотичних до змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

**Підсумковий контроль** здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

#### **Розподіл балів для дисципліни з формою контролю екзамен**

Поточне оцінювання		Курсова робота	Екзамен	Сума балів
Змістові модулі				
1	2			
20	20	30	30	100

#### **Шкала оцінювання курсової роботи**

Оцінка за національною шкалою	Кількість балів	Критерії
<b>відмінно</b>	30	відмінне виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (не старше 2019

		року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	25	відмінне виконання з незначною кількістю помилок виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (більшість з яких не старше 2019 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>добре</b>	22	виконання вище середнього рівня з кількома помилками (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, посилання та цитування сучасних наукових джерел (серед яких є такі, що не старше 2019 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	20	виконання з певною кількістю помилок (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, наявність посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>задовільно</b>	18	виконання роботи задовольняє мінімальним критеріям помилок (розкриття теми в основному в межах об'єкту роботи, наявність концептуального апарату роботи, присутність не менше 5 посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	Зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	<b>F</b>	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### Умови допуску до підсумкового контролю

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

### Методичне забезпечення дисципліни

#### Навчальні посібники:

1. Кононюк А.Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми: Науково-практичне видання. –Київ: Корнійчук, 2008. – 446 с.
2. Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.
3. Букатова И.Л. Эволюционное моделирование и его приложения. — Москва: Наука,

1979. – 231 с.
4. Ситник В.Ф. Система підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. – Київ: КНЕУ, 2004. – 614 с.
  5. Глибовець М.М., Гулаєва Н.М. Еволюційні алгоритми: підручник. — Київ: НаУКМА, 2013. – 828 с.
  6. Глибовець, М.М. Гібридний генетичний алгоритм вирішення задачі оптимізації структури інтегральної схеми [Текст] / М.М. Глибовець, С.С. Гороховський, О.В. Краткова // Інженерія програмного забезпечення. – 2011. – № 1. – С. 68-74.
  7. А.Д. Кожуховський, О.О. Намофілова Застосування генетичних алгоритмів у задачі про укладання ранця // Автоматизовані системи управління і прилади автоматики: електрон. наук. фахове вид. 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zastosuvannya-genetichnih-algoritmiv-u-zadachi-pro-ukladannya-rantsya> (дата звернення: 06.12.2019).
  8. І.В. Калініна, О.І. Лісовиченко Використання генетичних алгоритмів в задачах оптимізації // Міжвідомчий науково-технічний збірник. 2015. – № 1(26). URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16458> (дата звернення: 06.12.2019).
  9. О.Р. Овчиннікова Використання генетичних алгоритмів в моделюванні міграційних процесів // Соц.-ек.проблеми сучас.періоду України, 2013. Вип. 3(101) URL: [http://ird.gov.ua/sep/sep20133\(101\)/sep20133\(101\)\\_458\\_OvchynnikovaOR.pdf](http://ird.gov.ua/sep/sep20133(101)/sep20133(101)_458_OvchynnikovaOR.pdf) (дата звернення: 06.12.2019).
  10. Штучний нейрон // Вікіпедія – Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучний\\_нейрон](https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучний_нейрон). (дата звернення: 06.12.2019).
  11. Akshay Chandra Lagandula Perceptron: The Artificial Neuron (An Essential Upgrade To The McCulloch-Pitts Neuron) // URL: <https://towardsdatascience.com/perceptron-the-artificial-neuron-4d8c70d5cc8d>
  12. Надригайло Т.Ж., Молчанова К.А. Аналіз нейронних алгоритмів // Математичне моделювання: електрон. наук. фахове вид. 2015. URL: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/74/68/13-st13.pdf> (дата звернення: 06.12.2019).
  13. Principles of training multi-layer neural network using backpropagation // URL: [http://galaxy.agh.edu.pl/~vlsi/AI/backp\\_t\\_en/backprop.html](http://galaxy.agh.edu.pl/~vlsi/AI/backp_t_en/backprop.html) (дата звернення: 06.12.2019).
  14. Адаменко В.О., Мірських Г.О. Штучні нейронні мережі в задачах реалізації матеріальних об'єктів частина 2. Особливості проектування та застосування // Вісник Національного технічного університету України «КПІ» 213 Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2012. – N48. – С. 213-221.
  15. Wasserman P. D. Experiments in translating Chinese characters using backpropagation. Proceedings of the Thirty-Third IEEE Computer Society International Conference. – Washington: D.C.: Computer Society Press of the IEEE, 1988.
  16. Нейронные сети Кохонена // URL: <https://neuronus.com/theory/nn/955-nejronnye-seti-kokhonena.html> (дата звернення: 06.12.2019).
  17. Т.В. Киприч, В.И. Дубровин. Анализ самоорганизующихся карт Кохонена по критериям регулярности и точности аппроксимации // Радиоэлектроника, информатика, управління: електрон. наук. фахове вид. 2007. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-modifikatsiy-samoorganizuyuschih-sya-kart-kohonena-po-kriteriyam-regulyarnosti-i-tochnosti-approksimatsii> (дата звернення: 06.12.2019).
  18. ПРАКТИКУМ [Р.120] Карты Кохонена в Deductor Studio // URL: <https://docplayer.ru/27573133-Praktikum-p-120-karty-kohonena-v-deductor-studio.html> (дата звернення: 06.12.2019).
  19. Субботін С.О. Нейронні мережі: навч. посібник / С.О. Субботін, А.О. Олійник; за ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. – 132 с.
  20. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник / Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2011. – 444 с.

21. Ясенев В.Н. Автоматизированные информационные системы в экономике: Учебно-методическое пособие. – Н. Новгород, 2007. – С. 56.
22. Интеллектуальный агент // Вікіпедія – Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Интеллектуальный\\_агент](https://uk.wikipedia.org/wiki/Интеллектуальный_агент) (дата звернення: 06.12.2019).
23. Властивості інтелектуальних агентів // Студопедія. URL: [https://studopedia.com.ua/1\\_7219\\_vlastivosti-intelektualnih-agentiv.html](https://studopedia.com.ua/1_7219_vlastivosti-intelektualnih-agentiv.html) (дата звернення: 06.12.2019).
24. Колективний інтелект // Вікіпедія – Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Колективний\\_інтелект](https://uk.wikipedia.org/wiki/Колективний_інтелект) (дата звернення: 06.12.2019).
25. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Тим Джонс; Пер. с англ. Осипов А.И. – Москва: ДМК Пресс, 2004. – 312 с.
26. В. Юзевич, Н. Крап. Моделювання туристичних потоків з використанням мурашиних алгоритмів // Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2011. – №710: електрон. наук. фахове вид. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/12116> (дата звернення: 06.12.2019).
27. С. Д. Штовба, О. М. Рудий. Мурашині алгоритми оптимізації // Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 4, с. 62-69: електрон. наук. фахове вид. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/78> (дата звернення: 06.12.2019).
28. Г.В. Худов, І.А. Таран. Використання мультиагентного (мурашиного) алгоритму для розпізнавання елементів задуму повітряного противника // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 3(43). – С. 179-185. URL: <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/15070> (дата звернення: 06.12.2019).

Конспекти лекцій:

Бушуєв С.Д. Нейронні системи. Конспект лекцій, 2022

Методичні роботи:

Бушуєв С.Д. Матеріали для читання та Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, 2022

Бушуєв С.Д. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, 2022

Інформаційні ресурси

6.<http://library.knuba.edu.ua/>

7.<http://org.knuba.edu.ua>