

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР
(освітній ступінь)

Кафедра інформаційних технологій

«Затверджую»
Голова НМР факультету автоматизації і
інформаційних технологій
Олександр ТЕРЕНТЬЄВ/
«_____» _____ 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

OK21 «Нейронні мережі та системи штучного інтелекту»

(шифр та назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, назва освітньої програми
122	Комп'ютерні науки, Інформаційні управляючі системи і технології

Мова викладання: українська

Розробники: **Ігор АЧКАСОВ, доктор технічних наук, професор,
професор кафедри ІТ**

(ім'я та прізвище, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Олексій МАЦІЄВСЬКИЙ, асистент кафедри ІТ

(ім'я та прізвище, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій, протокол № **13** від **«25» червня 2024 року**

Завідувачка кафедри ІТ

(підпис)

Тетяна ГОНЧАРЕНКО

(ім'я та прізвище)

Схвалено гарантом освітньої програми «Інформаційні управляючі системи і технології»

Гарант ОП

(підпис)


Олександр ПОПЛАВСЬКИЙ

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності

122 «Комп'ютерні науки»,

протокол № **3** від **«28» червня 2024 року.**

ВИТЯГ З РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ НА 2025-2026 НАВЧАЛЬНИЙ РІК

Шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма здобуття ВО: денна										Форма контролю	Семестр	Погодженя заступником декана факультету	
		Кількість кредитів	Кількість годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Аудиторних			Самостійна робота	КП	КР	РГР	Контрольна робота				
				Рязом	Лекції	Лабораторні									Практичні
122	Комп'ютерні науки, Інформаційні управляючі системи і технології	3,5	105	40	20	20	65		1			Іспит	4		

Анотація. Мета та завдання навчальної дисципліни

Пререквізити: Програмування та алгоритмічні мови; Інструментальні засоби програмування; Об'єктно-орієнтоване програмування; Програмування мовою Python

Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:

<https://org2.knuba.edu.ua/course/section.php?id=18808>

Мета дисципліни — отримання знань про основні принципи, архітектури та методи розробки штучних нейронних мереж, а також практичне опанування сучасними технологіями штучного інтелекту для вирішення прикладних задач. Дисципліна спрямована на формування у студентів фундаментальних теоретичних знань і практичних навичок, що дозволяють ефективно створювати, навчати та оптимізувати моделі ШІ, а також впроваджувати їх у реальних проєктах.

Завдання дисципліни полягає у формуванні теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розробки, навчання та впровадження моделей штучного інтелекту. Основний акцент робиться на вивченні принципів функціонування нейронних мереж, аналізі сучасних архітектур, таких як багат шарові перцептрони, конволюційні та рекурентні нейронні мережі, а також трансформерів. Дисципліна передбачає глибоке опанування методів навчання моделей, включаючи градієнтний спуск, зворотне поширення помилки, використання функцій активації та регуляризації.

Під час вивчення дисципліни студенти отримують знання про основні алгоритми машинного навчання, способи обробки та підготовки даних, а також про методи оцінки якості моделей. Значна увага приділяється практичним аспектам: використанню популярних фреймворків машинного навчання (TensorFlow, PyTorch), оптимізації моделей, запобіганню перенавчанню та інтеграції нейронних мереж у прикладні системи. Крім цього, дисципліна охоплює питання етики у штучному інтелекті, включаючи відповідальність за розробку ШІ-систем, боротьбу з упередженістю та забезпечення справедливості рішень.

Вивчення дисципліни «Нейронні мережі та системи штучного інтелекту» спрямоване на формування комплексного розуміння теорії та практики нейронних мереж, що дозволить студентам успішно застосовувати знання у вирішенні реальних задач, таких як класифікація, регресія, обробка природної мови та зображень, а також створення

інноваційних ІІІ-продуктів, і сприяє формуванню у здобувачів наступних компетентностей.

Компетенції здобувачів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Код	ЗМІСТ КОМПЕТЕНТНОСТІ
Інтегральна компетентність	
ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
ЗК 6	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК 7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 8	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК 12	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
ЗК 13	Здатність діяти на основі етичних міркувань.
Фахові компетентності	
СК 1	Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних і дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язання теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретації результатів.
СК 2	Здатність до виявлення статистичних закономірностей у недетермінованих явищах, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема нейромережевої та статистичної обробки даних, методів машинного навчання.

СК 3	Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
СК 4	Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач із урахуванням похибок.
СК 6	Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування задач, що мають невизначеності та ризику.
СК 7	Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології моделювання для дослідження характеристик складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти та аналізувати їх результати.
СК 8	Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
СК 11	Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту, включаючи обробку великих і слабоструктурованих даних, їх аналіз і візуалізацію результатів для розв'язання прикладних задач.

Це забезпечує досягнення *програмних результатів навчання*, згідно з якими **студент повинен мати знання з питань:**

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

Код	ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ
ПР4	Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

ПР17	Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.
ПР18	Застосовувати різні форми співпраці в командній роботі.

Структура навчальної дисципліни

Назва теми	Кількість годин
	Лекції
Змістовний модуль 1. Основи нейронних мереж і штучного інтелекту	
Лекція 1. Вступ до штучного інтелекту та нейронних мереж Тема 1. Основні поняття штучного інтелекту. Тема 2. Історія розвитку нейронних мереж. Тема 3. Роль нейронних мереж у сучасних системах ШІ. Тема 4. Класифікація нейронних мереж.	2
Лекція 2. Математичний апарат для роботи з нейронними мережами Тема 1. Основи лінійної алгебри для ШІ. Тема 2. Теорія ймовірностей та статистика. Тема 3. Диференційне числення у задачах оптимізації. Тема 4. Основи обробки даних.	2
Лекція 3. Архітектури нейронних мереж Тема 1. Перцептрон та багатошаровий перцептрон (MLP). Тема 2. Функції активації: sigmoid, ReLU, tanh. Тема 3. Сучасні архітектури: CNN, RNN, трансформери. Тема 4. Регуляризація та оптимізація нейронних мереж.	2
Лекція 4. Інструменти для реалізації та тестування нейронних мереж Тема 1. Огляд фреймворків: TensorFlow, PyTorch. Тема 2. Основи роботи з бібліотеками NumPy та Pandas. Тема 3. Налаштування середовища розробки для роботи з нейронними мережами. Тема 4. Інтеграція моделей у реальні застосунки.	2
Змістовний модуль 2. Навчання нейронних мереж і алгоритми машинного навчання	

<p>Лекція 5. Основи машинного навчання</p> <p>Тема 1. Поняття супервізованого та несупервізованого навчання.</p> <p>Тема 2. Методи класифікації та регресії.</p> <p>Тема 3. Кластеризація та її прикладні задачі.</p> <p>Тема 4. Оцінка якості моделей.</p>	2
<p>Лекція 6. Алгоритми навчання нейронних мереж</p> <p>Тема 1. Процес навчання моделей: градієнтний спуск.</p> <p>Тема 2. Зворотне поширення помилки (backpropagation).</p> <p>Тема 3. Функції втрат та їх особливості.</p> <p>Тема 4. Методи оптимізації (SGD, Adam, RMSprop).</p>	2
<p>Лекція 7. Конволюційні нейронні мережі (CNN)</p> <p>Тема 1. Архітектура CNN.</p> <p>Тема 2. Застосування для обробки зображень.</p> <p>Тема 3. Популярні моделі CNN: VGG, ResNet.</p> <p>Тема 4. Оптимізація CNN для реальних задач.</p>	2
Змістовний модуль 3. Сучасні системи ШІ та їх практичне застосування	
<p>Лекція 8. Рекурентні нейронні мережі (RNN)</p> <p>Тема 1. Основи RNN.</p> <p>Тема 2. Архітектури LSTM і GRU.</p> <p>Тема 3. Використання RNN для аналізу часових рядів.</p> <p>Тема 4. Застосування у задачах NLP (обробка природної мови).</p>	2
<p>Лекція 9. Трансформери та предтреновані моделі</p> <p>Тема 1. Архітектура трансформерів.</p> <p>Тема 2. Застосування трансформерів у NLP.</p> <p>Тема 3. Популярні моделі: BERT, GPT.</p> <p>Тема 4. Використання предтренованих моделей у реальних проєктах.</p>	2
<p>Лекція 10. Етичні та соціальні аспекти штучного інтелекту</p> <p>Тема 1. Етика використання ШІ.</p> <p>Тема 2. Прозорість і відповідальність у роботі з ШІ.</p> <p>Тема 3. Конфіденційність та безпека даних.</p> <p>Тема 4. Виклики для суспільства у зв'язку з розвитком ШІ.</p>	2
РАЗОМ	20

Теми лабораторних робіт

№	Назва теми	К-сть годин	К-сть балів
Змістовий модуль 1. Основи нейронних мереж і штучного інтелекту			
1	Лабораторна робота №1. Основи нейронних мереж: створення та тестування багатошарового перцептрона	2	4
2	Лабораторна робота №2. Розуміння функцій активації в нейронних мережах.	2	4
Змістовний модуль 2. Навчання нейронних мереж і алгоритми машинного навчання			
3	Лабораторна робота №3. Оптимізація параметрів нейронної мережі за допомогою алгоритмів навчання.	2	8
4	Лабораторна робота №4. Реалізація нейронної мережі для розпізнавання образів	2	8
5	Лабораторна робота №5. Навчання нейронної мережі для регресійних задач	2	8
6	Лабораторна робота №6. Оптимізація параметрів нейронної мережі	2	6
7	Лабораторна робота №7. Методи запобігання перенавчанню нейронних мереж	2	6
Змістовний модуль 3. Сучасні системи ШІ та їх практичне застосування			
8	Лабораторна робота №8. Рекурентні нейронні мережі (RNN): розуміння та практичне використання.	2	6
9	Лабораторна робота №9. Трансформери та предтреновані моделі: практичне використання	2	6
10	Лабораторна робота №10. Етичні та соціальні аспекти штучного інтелекту	2	4
Разом		20	60

**Розподіл годин самостійної роботи здобувачів
Індивідуальне завдання КР**

№	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	5
2	Виконання КР за варіантом	30
3	Підготовка до іспиту	30
	Всього	65

Виконання КР згідно індивідуального варіанту для закріплення теоретичних знань і практичних навичок з Нейронні мережі та системи штучного інтелекту за 4 семестр.

Структура курсової роботи, розподіл часу та балів

Мета курсової роботи – закріплення теоретичних знань і практичних навичок з забезпечення якості програмного забезпечення, а також поглиблене оволодіння сучасними інструментами та методами тестування.

	Структура курсової роботи	Години	Бали
1	<p><i>Завдання повинно включати:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формулювання задачі та опис набору даних. <ul style="list-style-type: none"> ● Постановка прикладної задачі, яка вирішуватиметься за допомогою нейронної мережі (класифікація, регресія, прогнозування тощо). ● Опис використовуваного набору даних, включаючи джерело, розмір, структуру та попередню обробку. 2. Вибір архітектури нейронної мережі. <ul style="list-style-type: none"> ● Обґрунтування вибору архітектури (MLP, CNN, RNN або трансформер) відповідно до поставленої задачі. ● Розробка моделі нейронної мережі з визначенням кількості шарів, нейронів, функцій активації тощо. 3. Реалізація та навчання нейронної мережі. <ul style="list-style-type: none"> ● Використання сучасних фреймворків (TensorFlow або PyTorch) для реалізації моделі. 	30	20

	<ul style="list-style-type: none"> ● Навчання мережі на обраному наборі даних із використанням відповідних параметрів (розмір батчу, кількість епох, алгоритми оптимізації). <p>4. Оцінка та валідація моделі.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Проведення тестування моделі на валідаційній та тестовій вибірках. ● Аналіз метрик ефективності моделі (точність, повнота, F1-міра, середня абсолютна похибка тощо). ● Порівняння результатів із іншими підходами або моделями. <p>5. Написання пояснювальної записки.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Документ, що включає опис теоретичних основ, постановку задачі, деталі реалізації, результати експериментів та їх аналіз. ● Пояснення вибору архітектури та параметрів навчання. <p>6. Підготовка презентації.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Візуальне представлення роботи у вигляді презентації, що містить ключові аспекти реалізації, результати та висновки. ● Демонстрація основних графіків, результатів і прикладів роботи моделі. <p>7. Публічний захист.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Захист роботи перед викладачем або комісією із поясненням основних етапів виконання завдання, аргументацією вибору методів і моделей. ● Відповіді на питання щодо реалізації та отриманих результатів. 		
	Разом	30	20

Теми для вибору курсової роботи

1. Розробка та навчання нейронної мережі для класифікації рукописних цифр (на основі набору даних MNIST).
 - Використання багатошарового персептрона або конволюційної нейронної мережі (CNN).
2. Прогнозування цін нерухомості за допомогою нейронної мережі (на основі даних Kaggle: House Prices).
 - Реалізація моделі для регресії із застосуванням багатошарового персептрона.

3. Класифікація зображень тварин із використанням конволюційної нейронної мережі (на основі набору даних CIFAR-10).
 - Дослідження впливу кількості шарів і нейронів на точність моделі.
4. Аналіз тональності тексту за допомогою рекурентної нейронної мережі (на основі даних IMDb Reviews).
 - Реалізація LSTM для класифікації позитивних і негативних відгуків.
5. Використання трансформерів для машинного перекладу (на основі предтренованої моделі BERT або T5).
 - Створення системи перекладу текстів між англійською та українською мовами.
6. Розробка нейронної мережі для прогнозування часових рядів (на основі фінансових даних, наприклад, акцій).
 - Використання RNN або LSTM для передбачення значення наступного дня.
7. Розпізнавання облич із використанням сучасних моделей CNN (на основі набору даних CelebA).
 - Створення моделі для визначення певних характеристик обличчя (стать, наявність окулярів тощо).
8. Сегментація зображень за допомогою U-Net або подібної архітектури (на основі медичних зображень).
 - Розробка системи для виявлення об'єктів на зображеннях, наприклад, сегментація пухлин.
9. Створення чат-бота на основі предтренованої моделі GPT для автоматизації обслуговування клієнтів.
 - Розробка сценаріїв взаємодії, навчання моделі для виконання прикладних завдань.
10. Виявлення шахрайських транзакцій у фінансових системах за допомогою нейронних мереж.
 - Реалізація моделі для класифікації транзакцій як «шахрайські» або «безпечні».

2. Методи контролю та оцінювання знань

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю

(іспит, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

3. Політика щодо академічної доброчесності

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятись 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.

4. Політика щодо відвідування

Навчальний процес з курсу «Нейронні мережі та системи штучного інтелекту» організовано з використанням платформи Microsoft Teams, що забезпечує гнучкість у форматі навчання.

Особливості організації навчального процесу:

- Усі лекційні заняття записуються та зберігаються у відповідному каналі Teams протягом семестру.
- Лабораторні роботи представлені в електронному вигляді з докладними інструкціями виконання.
- Матеріали курсу (презентації, додаткові ресурси) доступні в Teams та org2.
- Консультації можливі як в очному форматі, так і через Teams.

Виконання та захист лабораторних робіт:

- Лабораторні роботи можуть виконуватися дистанційно.
- Захист робіт можливий протягом усього семестру.

У разі пропуску занять здобувач має:

- Надати до деканату та продемонструвати викладачу документи, що підтверджують поважність причини пропуску (медичні довідки, документи про участь у конференціях, стажуваннях тощо).
- Переглянути відеозапис пропущеної лекції в Teams.
- Виконати всі практичні завдання, передбачені за темою пропущеного заняття.

Можливість онлайн-навчання надається за таких умов:

- Хвороба (за наявності медичної довідки).
- Участь у міжнародному стажуванні.
- Участь у наукових конференціях.
- Інші об'єктивні обставини за погодженням з керівником курсу.

5. Методи контролю

Основні форми участі здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення; 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.

Під час оцінювання 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, уміння 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.

Індивідуальне завдання підлягає у виконанні КР згідно індивідуального варіанту для закріплення теоретичних знань і практичних навичок з нейронних мереж та систем штучного інтелекту за 4 семестр.

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 іспит
(семестр 4)**

Поточне оцінювання					
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Індивідуальне завдання	Іспит	Сума балів
8	36	16	20	20	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	Не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	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 за змістовими модулями, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання за темами 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. О. С. Булгакова В. В. Зосімов В. О. Поздеев Г.В. “ МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ”: навч. посіб. Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського: [Електронний ресурс] Доступно: <http://surl.li/eifzsf>
2. А. С. Савченко О. О. Синельніков. “ МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ”: навч. посіб. Національний авіаційний університет: [Електронний ресурс] Доступно: <http://surl.li/lbtaha>
3. С.В.ТКАЛІЧЕНКО. “ ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ”: навч. посіб. Державний університет економіки і технологій: [Електронний ресурс] Доступно: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi78/0058677.pdf>
4. Євгеній ВЕНГЕР. Валентин НІКУЛЬЧА. “ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ЦИФРОВОМУ МАРКЕТИНГУ ”. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича : [Електронний ресурс] Доступно: <http://journals.khnu.km.ua/vesnik/wp-content/uploads/2023/05/2023-316-49.pdf>

Методичні вказівки:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Нейронні мережі та системи штучного інтелекту» (електронний варіант). Укладачі: Ачкасов І. А., Мацієвський О. О., КНУБА, 2024. – 51 с.
<https://org2.knuba.edu.ua/course/section.php?id=18808>

Посилання на програмне забезпечення та інструментальні засоби:

1. <https://www.python.org/downloads/>
2. <https://pypi.org/project/pycheck/0.1dev>
3. <https://pytorch.org/>
4. <https://www.tensorflow.org/>

Додаткові джерела

1. V. Levytskyi, P. Kruk, O. Lopuha, D. Sereda, V. Sapaiev, O. Matsiievskyi. Use of Deep Learning Methodologies in Combination with Reinforcement Techniques within Autonomous Mobile Cyber-Physical Systems. 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies, Kazakhstan, Astana 2024, pp. 455-460 (Scopus).
<https://doi.org/10.1109/SIST61555.2024.10629589>

2. O. Matsiievskyi, T. Honcharenko, O. Solovei, T. Liashchenko, I. Achkasov, V. Golenkov. Using Artificial Intelligence to Convert Code to Another Programming Language. 2024 SIST 2024 - 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies, Proceedings, 2024, Kazakhstan, Astana pp. 379–385 (Scopus).
<https://doi.org/10.1109/SIST61555.2024.10629305>

3. Bushuyev, S., Sukach, S., Kontsevyi, V., Achkasov, I., Murovanskiy, G. Inspirational project governance into the holacracy environment. CEUR Workshop Proceedings This link is disabled., 2023, 3453, pp. 47–58 (ceur-ws).
<https://ceur-ws.org/Vol-3453/paper5.pdf>

4. Олексій Мацієвський, Ігор Ачкасов (КНУБА) ID 198 Автоматизація перекладу коду за допомогою штучного інтелекту Міжнародна науково-практична конференція «Буд-майстер-клас» КНУБА, координація секції №7 Інформаційні технології, 06.11.2024, с. 467-468.
<https://bmc.knuba.edu.ua/archive/>

Інформаційні ресурси:

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

2. <http://org2.knuba.edu.ua>

3. DOU.UA [Електронний ресурс]. Доступно:

<https://dou.ua/calendar/14485/>