

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

МАГІСТР
(освітній ступінь)

Кафедра інформаційних технологій



Голова НМР факультету автоматизації і
інформаційних технологій
Олександр ТЕРЕНТЬЄВ/
2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

ОК 2 «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ГІБРИДНІ МЕРЕЖІ»

(шифр та назва освітньої компоненти)

Шифр	назва спеціальності, освітньої програми
122	Комп'ютерні науки, Комп'ютерні науки

Мова викладання: українська

Розробники:

Тетяна ГОНЧАРЕНКО, доктор технічних наук, доцент

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

(підпис)

Сергій ДОЛГОПОЛОВ, 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

Схвалено гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант ОП

(підпис)

Тетяна ГОНЧАРЕНКО

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності
122 «Комп'ютерні науки».

Протокол № 3 від «28» червня 2024 року.

ВИТЯГ З РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ НА 2024-2025 НАВЧАЛЬНИЙ РІК

Шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма здобуття ВО: денна						Кількість кредитів	Кількість індивідуальних робіт	Форма контролю	Семестр	Погодження заступником декана факультету
		Кількість годин			Кількість							
		Аудиторних		у тому числі	С	К	Р					
		Всього	Р					Л	С	К	Р	Конт.
		Розом	60	Практичні	105	К	Р					
		Лекції	30	Лабораторні	30	Р						
		Кількість кредитів	5,5									
122	Комп'ютерні науки, Комп'ютерні науки		165									Екзамен

Анотація. Мета та завдання освітньої компоненти

Пререквізити: Формальні пререквізити в рамках магістерської програми відсутні. Передбачається базовий рівень знань та компетенцій, здобутих під час бакалаврату, зокрема загальне розуміння основ програмування, лінійної алгебри та математичної статистики.

Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу освітньої компоненти: <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=4774>

Мета освітньої компоненти – набуття здобувачами комплексних знань та практичних навичок у розробці, оптимізації та застосуванні алгоритмів машинного навчання, глибокого навчання та гібридних нейронних мереж для розв’язування реальних задач у сфері штучного інтелекту. Освітня компонента охоплює основи Data Science, роботу з даними, розгляд основних методів Machine Learning та Deep Learning, а також інноваційні підходи до створення гібридних моделей.

Завдання освітньої компоненти:

- 1) Ознайомлення з основами Data Science та штучного інтелекту: вивчення теоретичних основ, методів збору, обробки та аналізу даних, ознайомлення з етичними та соціальними аспектами використання ШІ.
- 2) Практичне застосування методів машинного та глибокого навчання: розробка та тренування моделей на реальних наборах даних, використання ансамблевих методів та оптимізація моделей для покращення їх ефективності.
- 3) Розвиток навичок роботи з передовими інструментами та платформами: оволодіння інструментами розробки, такими як Google Colab, Kaggle, Jupyter Lab, та мовами програмування R та Python для моделювання задач ШІ.
- 4) Ознайомлення з гібридними нейронними мережами: вивчення концепцій гібридних моделей, які комбінують традиційні алгоритми машинного навчання, глибокого навчання та новітні генеративні підходи. Аналіз переваг і викликів, пов’язаних з використанням гібридних мереж у різних областях, таких як обробка тексту, зображень, аудіо та відео.

Вивчення освітньої компоненти «Штучний інтелект та гібридні мережі» сприяє формуванню у здобувачів **наступних компетентностей**.

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

Код	ЗМІСТ КОМПЕТЕНТНОСТІ
Інтегральна компетентність	
ІК	Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері комп'ютерних наук.
Загальні компетентності	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 5	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК 6	Здатність бути критичним і самокритичним.
ЗК 7	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	
СК 1	Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.
СК 3	Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
СК 4	Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проєктних рішень.
СК 5	Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.
СК 6	Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.
СК 7	Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.

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

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

Код	ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ
PH 1	Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.
PH 2	Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.
PH 5	Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності.
PH 7	Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
PH 8	Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим).
PH 9	Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).
PH 10	Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.
PH 11	Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.
PH 19	Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

ЗМІСТ КУРСУ

Змістовий модуль 1. Основи Data Science та Artificial Intelligence

Лекція 1. Вступ в курс лекцій «Штучний інтелект та гібридні мережі». Методи та задачі курсу. Зв'язок з іншими освітніми компонентами. Загальне поняття про штучний інтелект. Основні поняття інтелектуального аналізу даних. Етичні та соціальні аспекти використання штучного інтелекту. Опис середовищ розробки: *Google Colab, Kaggle, Jupyter Lab*. Мови розробки: *R, Python*.

Лекція 2. Data Science та підготовка даних. Основні поняття збору та обробки даних. Елементи структурованих даних. Оцінка центрального положення, аналіз викидів, варіативність. Методи оцінки центрального положення: середнє значення, медіана, мода. Розрахунок та аналіз міри розподілення даних: стандартне відхилення, дисперсія. Розгляд наборів даних часових рядів. Методи очищення даних. Візуалізація: *pandas, matplotlib, seaborn*. Нормалізація та стандартизація даних. Методи нормалізації: *Min-Max Scaling, Z-score*.

Лекція 3. Основи Machine Learning та Deep Learning. Введення в *Machine Learning*. Розгляд основних типів машинного навчання: навчання з вчителем, без вчителя, з підкріпленням. Розгляд тренувальних та тестувальних наборів даних. Методи розділення даних: випадкове розділення, стратифіковане розділення. Введення в *Deep Learning*. Розгляд концепцій глибокого навчання. Огляд архітектур глибоких нейронних мереж: перцептрони, конволюційні та рекурентні нейронні мережі. Практичне застосування глибокого навчання у різних областях: обробка природної мови, комп'ютерний зір, ігри. Обговорення типових викликів: перенавчання, недонавчання, вибір архітектури моделі. Основні завдання методів машинного навчання.

Змістовий модуль 2. Підготовка та оптимізація моделей машинного навчання

Лекція 1. Архітектура та проєктування нейронних мереж. Побудова архітектури нейронних мереж: одношаровий перцептрон, багатошаровий перцептрон (*MLP*), конволюційні нейронні мережі (*CNN*), рекурентні нейронні мережі (*RNN*), повнозв'язні нейронні мережі (*FFNN*), генеративні змагальні нейронні мережі (*GAN*). Функції активації: *Linear, Sigmoid, Tanh, ReLU, Leaky ReLU, Softmax, SoftPlus, Swish, ELU*. Просунуті функції активації: *PReLU, SELU, Maxout, Exponential*. Огляд архітектури *Transformer: BERT, GPT*.

Лекція 2. Оптимізація та налаштування моделей. Розгляд оптимізаторів: *Adam, SGD, RMSprop, Adagrad, Adadelta, Nadam*. Приклади застосування та вибору оптимізатора залежно від задачі. Додаткові параметри: *Beta, Learning Rate, Momentum*. Методи налаштування гіперпараметрів: *Grid Search, Random Search, Bayesian Optimization*.

Лекція 3. Навчання та валідація моделей. Основні параметри регуляризації моделі під час навчання: *epoch, batch size, validation split, dropout rate, weight initialization, regularization techniques, learning rate decay, gradient clipping, early stopping*. Методи ранньої зупинки та регуляризації. Критерії оцінки ефективності моделі: *accuracy, precision, recall, F1 Score, Confusion Matrix, ROC-крива, AUC, MAE, MSE, Log Loss*. Стратегії валідації: *Holdout Method, k-fold cross-validation, Stratified K-Fold Cross-Validation, LOOCV, Time Series Cross-Validation, Bootstrap Method, Monte Carlo Cross-Validation*.

Змістовий модуль 3. Передові методи у Machine Learning та Deep Learning

Лекція 1. Machine Learning з вчителем. Регресія та класифікація. Методи регресії: *Linear Regression, Polynomial Regression, Ridge/Lasso Regression*. Методи класифікації: *K-NN, Naive Bayes*, Метод опорних векторів (*SVM*), *Decision Trees, Logistic Regression*. Зміна порогу класифікації. Використання вагових коефіцієнтів.

Лекція 2. Machine Learning без вчителя. Класифікація та асоціація. Методи кластеризації: *K-Means, DBSCAN, Mean-Shift, Agglomerative Clustering, Fuzzy C-Means*. Методи асоціації (асоціаційні правила): *Eclat, Apriori, FP-Growth*. Методи зниження розмірності: *Autoencoders*.

Лекція 3. Спеціалізовані методи Machine Learning. Узагальнення. Ансамблеві методи. Reinforcement Learning. Методи узагальнення: *LDA, SVD, LSA, PCA, t-SNE*. Ансамблеві методи:

Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, AdaBoost. Основні принципи та алгоритми *reinforcement learning*. Виклики, пов'язані з неврівноваженими наборами даних: перевибірка, підвибірка, синтетичне створення даних.

Змістовий модуль 4. Генеративний штучний інтелект

Лекція 1. Введення в генеративні моделі. Класифікація та основні концепції. Класифікація та основні концепції генеративних моделей. Введення в основні типи генеративних моделей, такі як варіаційні автоенкодерери (*VAE*) та генеративні змагальні нейронні мережі (*GANs*). Основні принципи та відмінності між моделями.

Лекція 2. Генеративні змагальні нейронні мережі (*GANs*): принцип роботи, архітектури, застосування. Огляд архітектури *GANs*, механізм змагання генератора та дискримінатора. Основні типи *GANs*, такі як *Deep Convolutional GAN (DCGAN)* та їх застосування у створенні реалістичних зображень, відео та інших типів даних.

Лекція 3. Поліпшені архітектури *GANs*: *Conditional GANs, CycleGAN, StyleGAN*. Розширені архітектури *GANs*, такі як *Conditional GANs* для створення даних за умовами, *CycleGAN* для перетворення стилів між зображеннями без пар відповідностей та *StyleGAN* для високоякісного синтезу зображень з контролем стилю.

Змістовий модуль 5. Гібридні мережі та практичні застосування генеративного штучного інтелекту

Лекція 1. Генеративні моделі для обробки тексту: *GPT, BERT, трансформери*. Використання генеративних моделей для обробки та генерації тексту. Огляд трансформерів, таких як *GPT* та *BERT*, їх архітектури, принципи роботи та застосування в різних задачах обробки природної мови (*NLP*).

Лекція 2. Генеративні моделі для обробки зображень: *DeepDream, нейронні стилізації*. Розгляд генеративних методів для обробки зображень, таких як *DeepDream* для візуалізації та нейронні стилізації для перетворення стилю зображень. Практичні застосування у створенні художніх зображень та графічних ефектів.

Лекція 3. Гібридні нейронні мережі: інтеграція класичних і сучасних методів. Детальний огляд гібридних мереж, які комбінують традиційні алгоритми машинного навчання та глибокого навчання з передовими генеративними моделями. Аналіз практичного застосування гібридних нейронних мереж у різних доменах, включаючи обробку тексту, зображень, аудіо та відео.

Теми лабораторних робіт

1 модуль
 2 модуль
 3 модуль
 4 модуль
 5 модуль

№	Назва теми	Формат виконання	Кількість годин	Кількість балів
1.	Інтегрований аналіз даних в Data Science: практичне застосування та візуалізація	 Індивідуально	2	2
2.	Аналіз та візуалізація великих наборів даних	 Команда	2	5
3.	Використання Label Studio для анотації, класифікація та детекція об'єктів на зображеннях з використанням ResNet та Yolo	 Індивідуально	2	2
4.	Оптимізація нейронних мереж: дослідження функцій активації та стратегій оптимізації	 Команда	2	5
5.	Дослідження методів регресії: Linear Regression, Polynomial Regression, Ridge Regression та Lasso Regression	 Індивідуально	2	2
6.	Дослідження методів класифікації: K-NN, Naive Bayes, SVM, Decision Trees, Logistic Regression	 Індивідуально	2	2
7.	Дослідження методів кластеризації: K-Means, DBSCAN, Mean-Shift, Agglomerative Clustering, Fuzzy C-Means	 Команда	2	5
8.	Дослідження алгоритмів асоціативних правил: Apriori, FP-Growth	 Індивідуально	2	2

9.	Дослідження методів узагальнення: LDA, SVD (LSA), PCA, t-SNE та ансамблевих методів: Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, AdaBoost	 Індивідуально	2	2
10.	Моделювання нейронної мережі. Розв'язання класичної задачі «Титанік»	 Індивідуально	2	2
11.	Моделювання нейронної мережі. Класифікація текстів з використанням RNN	 Індивідуально	2	2
12.	Побудова та оптимізація нейронних мереж для класифікації зображень	 Команда	2	5
13.	Використання генеративних змагальних нейронних мереж (GANs) для створення зображень	 Індивідуально	2	2
14.	Практичне застосування reinforcement learning у симуляціях	 Індивідуально	2	2
15.	Розробка гібридної мережі для обробки зображень та аудіо.	 Команда	2	5
Разом			30	45

Розподіл годин самостійної роботи здобувачів

№	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль 1.	9
1	Знайомство з середовищами розробки <i>Google Colab, Kaggle, Jupyter Lab</i> . Повторення базових основ з програмування на <i>Python/R</i> .	3
2	Вивчення методів аналізу даних, включаючи розрахунок центрального положення та міри розкиду даних. Ознайомлення з інструментами візуалізації даних, такими як <i>Matplotlib</i> та <i>Seaborn</i> в <i>Python</i> .	3
3	Основи попередньої обробки даних, включаючи очищення даних, нормалізацію, стандартизацію та інженерію ознак. Розгляд методів обробки відсутніх даних та кодування категоріальних змінних.	3
	Змістовий модуль 2.	9
4	Вивчення основних принципів навчання з вчителем та без вчителя. Ознайомлення з класичними алгоритмами машинного навчання, такими як лінійна та логістична регресія, дерева рішень, випадкові ліси та k-найближчих сусідів.	3
5	Глибоке вивчення теоретичних основ регуляризації та їх практичне застосування для запобігання перенавчанню моделей. Включає огляд основних методів регуляризації, таких як <i>L1 (Lasso)</i> , <i>L2 (Ridge)</i> та еластична сітка, а також вивчення їх впливу на процес тренування моделей машинного навчання.	3
6	Вивчення методів оптимізації моделей, включаючи налаштування гіперпараметрів, регуляризацію та методи боротьби з перенавчанням. Ознайомлення з техніками підвищення ефективності моделей через ансамблі та перенос навчання.	3
	Змістовий модуль 3.	9
7	Огляд основ глибокого навчання та нейронних мереж. Практичне застосування конволюційних нейронних мереж (<i>CNN</i>) для задач комп'ютерного зору та рекурентних нейронних мереж (<i>RNN</i>) для обробки послідовностей та тексту.	3
8	Ознайомлення з методами зменшення розмірності даних, такими як <i>PCA</i> (головні компоненти аналізу) та <i>t-SNE</i> (візуалізація з використанням стохастичної сусідньої вбудови). Дослідження їх застосування для візуалізації високовимірних даних та підвищення ефективності моделей машинного навчання.	3
9	Дослідження сучасних архітектур глибокого навчання, таких як трансформери (<i>Transformers</i>) та їх застосування в задачах обробки природної мови (<i>NLP</i>). Вивчення моделей, таких як <i>BERT, GPT</i> , та їх роль у розпізнаванні мови, генерації тексту та інших <i>NLP</i> завданнях.	3
	Змістовий модуль 4.	9
10	Поглиблене вивчення етичних та соціальних аспектів використання штучного інтелекту, аналіз потенційних наслідків впровадження ШІ в різних галузях суспільного життя.	3
11	Дослідження просунутих функцій активації у нейронних мережах: <i>PReLU, SELU, Maxout, Exponential</i> , їх порівняльний аналіз та вплив на ефективність моделей.	3
12	Вивчення та практичне застосування ансамблевих методів: <i>Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, AdaBoost</i> , їх особливості та випадки ефективного використання.	3
	Змістовий модуль 5.	9
13	Дослідження архітектури та принципів роботи генеративних змагальних мереж (<i>GANs</i>), включаючи <i>Deep Convolutional GAN (DCGAN), Conditional GANs,</i>	3

Індивідуальні завдання

Курсова робота

Курсова робота (КР) є важливою складовою навчального процесу, що дозволяє здобувачам закріпити та поглибити теоретичні знання, отримані під час лекційних занять, шляхом практичного застосування їх для вирішення конкретних задач. КР сприяє розвитку аналітичного мислення, навичок програмування, самостійного пошуку та обробки інформації, а також навичок ефективного представлення результатів своєї діяльності.

Основними цілями виконання КР є:

- Засвоєння теоретичних знань.
- Розвиток практичних навичок.
- Формування навичок самостійної роботи.
- Оцінка знань та вмій.

Успішне виконання КР вимагає від здобувачів вміння аналізувати задачі, розробляти ефективні алгоритми, писати якісний код, проводити тестування та оптимізацію, а також представляти результати своєї роботи у вигляді звіту та презентації. Всі ці етапи є невід'ємною частиною процесу навчання і розвитку компетенцій, необхідних для майбутньої професійної діяльності.

Для забезпечення об'єктивності та прозорості оцінювання КР вводиться шкала в 100 балів з можливістю отримання додаткових 10 балів за особливі досягнення (35 балів у загальній підсумковій оцінці). Оцінювання здійснюється за чітко визначеними критеріями, що дозволяють врахувати всі аспекти виконаної роботи, від коректності вирішення завдання до якості коду та документації.

№	Критерій оцінювання	Максимальна кількість балів
1	Коректність вирішення завдання	20
1.1	Виконання усіх вимог завдання	10
1.2	Логічність і правильність реалізації алгоритму	10
2	Якість коду	20
2.1	Зрозумілий і читабельний код	7
2.2.	Використання відповідних структур даних та методів	3

2.3	Відсутність надлишкового коду	3
2.4	Коментування коду та дотримання стандартів стилю	4
2.5	Використання функцій та модульність	3
3	Оптимізація та ефективність	12
3.1	Ефективність обраних алгоритмів	7
3.2	Оптимальне використання ресурсів	5
4	Документація та презентація результатів	13
4.1	Наявність чіткої та детальної документації	5
4.2	Візуальне представлення результатів (графіки, таблиці, діаграми)	5
4.3	Якість та повнота звіту	3
5	Інноваційність та креативність	10
5.1	Використання нових або нестандартних підходів до вирішення задачі	5
5.2	Оригінальність презентації	5
6	Складність завдання	10
	Складність обраного завдання та його відповідність вимогам курсу	10
7	Тестування та верифікація	10
	Якість та повнота тестування коду	5
	Використання автоматизованих тестів	5
8	Забезпечення гнучкості та масштабованості	5
	Розширюваність та підтримка змін в коді	5
9	Додаткові бали (Extra Points)	10
	Використання передових методів або технологій	5
	Успішне впровадження проекту у реальному середовищі	5
	Загалом	100 (10 extra)

Опис критеріїв оцінювання КР:

Виконання усіх вимог завдання (10 балів) – ваш код повинен повністю відповідати поставленим завданням. Усі аспекти задачі, які були задані викладачем, повинні бути реалізовані у вашій програмі.

Логічність і правильність реалізації алгоритму (10 балів) – ваш алгоритм повинен бути логічним та коректно реалізованим, що передбачає правильний вибір методів і підходів для вирішення задачі, а також відсутність логічних помилок у коді.

Зрозумілий і читабельний код (7 балів) – код повинен бути написаний так, щоб його було легко читати і розуміти. Використовуйте зрозумілі назви змінних, функцій та інших елементів коду.

Використання відповідних структур даних та методів (3 балів) – використовуйте найвідповідніші структури даних та методи для вирішення поставленого завдання – це покращує ефективність та простоту розуміння коду.

Відсутність надлишкового коду (3 балів) – ваш код не повинен містити зайвих рядків чи блоків, які не мають практичного значення для вирішення задачі. Уникайте дублювання коду!

Коментування коду та дотримання стандартів стилю (4 балів) – код повинен бути добре прокоментований, щоб пояснити складні або важливі частини. Дотримуйтеся стандартів стилю програмування Python або R.

Використання функцій та модульності (3 балів) – розбивайте ваш код на функції та модулі, щоб він був більш організованим та легким для підтримки.

Ефективність обраних алгоритмів (7 балів) – використовуйте алгоритми, які забезпечують ефективно вирішення задачі. Пам'ятайте про складність алгоритмів та намагайтеся мінімізувати час виконання та використання пам'яті.

Оптимальне використання ресурсів (5 балів) – ваша програма повинна ефективно використовувати доступні ресурси комп'ютера, такі як процесорний час та пам'ять.

Наявність чіткої та детальної документації (5 балів) – у вашій документації повинні бути чітко викладені всі аспекти вашої роботи, включаючи опис проблеми, підходи до її вирішення, використані методи та алгоритми.

Візуальне представлення результатів (графіки, таблиці, діаграми) (5 балів) – представляйте результати вашої роботи у вигляді графіків, таблиць чи діаграм, щоб краще проілюструвати отримані дані та їх аналіз.

Якість та повнота звіту (3 балів) – звіт повинен бути повним та добре структурованим, включаючи всі необхідні розділи, що описують виконану роботу та отримані результати.

Використання нових або нестандартних підходів до вирішення задачі (5 балів) – демонструйте креативність у підході до вирішення задачі, використовуючи інноваційні методи або нестандартні підходи.

Оригінальність презентації (5 балів) – ваша презентація повинна бути оригінальною та привабливою, привертаючи увагу до ключових аспектів роботи.

Складність обраного завдання та його відповідність вимогам курсу (10 балів) – оцініть рівень складності вашого завдання та переконайтеся, що воно відповідає вимогам курсу. Складніші завдання заслуговують на вищу оцінку!

Якість та повнота тестування коду (5 балів) – забезпечте ретельне тестування вашого коду для виявлення можливих помилок та перевірки правильності його роботи.

Використання автоматизованих тестів (5 балів) – використовуйте автоматизовані тести для перевірки роботи вашої програми, що покращує її надійність та зручність тестування.

Розширюваність та підтримка змін в коді (5 балів) – ваш код повинен бути гнучким та легко розширюваним, щоб можна було без проблем додавати нові функції або змінювати існуючі.

Використання передових методів або технологій (5 балів) – використовуйте передові методи або технології для вирішення задачі, що демонструє ваше прагнення до новітніх досягнень у сфері програмування.

Успішне впровадження проєкту у реальному середовищі (5 балів) – якщо ваша програма успішно впроваджена та використовується у реальному середовищі, це буде оцінено додатковими балами.

Розподіл годин дозволяє ефективно організувати процес виконання курсової роботи, забезпечуючи належний рівень якості та відповідність встановленим критеріям оцінювання.

№	Етап	Кількість годин
1	Збір та підготовка наборів даних. Попередня обробка даних	6
1.1	Збір необхідних даних з різних джерел	2
1.2	Попередня обробка даних для підготовки до подальшого аналізу	2
1.3	Перевірка якості зібраних даних та їх відповідність вимогам	2
2	Візуалізація та аналіз даних. Пошук викидів та яскравих ознак	5
2.1	Створення графіків та діаграм для візуалізації даних	2
2.2	Пошук та аналіз викидів та важливих ознак у даних	2
2.3	Інтерпретація результатів аналізу	1
3	Обробка та очищення даних. Робота з NULL значеннями. Робота з категоріальними ознаками. Вилучення/злучення особливостей	5
3.1	Очищення даних від помилок та некоректних значень	2

3.2	Робота з відсутніми значеннями та категоріальними змінними	2
3.3	Вилучення та злучення особливостей	1
4	Підготовка, розробка моделі/моделей Machine Learning/Deep Learning	4
4.1	Вибір та налаштування відповідних моделей	2
4.2	Підготовка моделей до тренування	1
4.3	Попереднє тестування моделей	1
5	Тренування та тестування моделі/моделей Machine Learning/Deep Learning	2
5.1	Тренування моделей на підготовлених даних	1
5.2	Тестування моделей на тестових даних	1
6	Аналіз вихідних даних. Візуалізація. Підготовка звіту	4
6.1	Аналіз результатів та створення графіків/таблиць	2
6.2	Підготовка та оформлення звіту	2
7	Розробка та підготовка презентації	3
7.1	Створення презентаційного матеріалу для захисту роботи	2
7.2	Підготовка до захисту роботи	1
8	Захист курсової роботи	1
8.1	Захист курсової роботи перед комісією	1
	Загалом	30

Здобувачі можуть обрати будь-яку з запропонованих тем для виконання своєї роботи. Якщо у здобувача є інша ідея для проекту, яка здається більш цікавішою, будь ласка, обговоріть її з викладачем заздалегідь, щоб отримати дозвіл на її реалізацію.

Теми до курсової роботи:

1. Прогнозування цін на житло за допомогою регресійних моделей.
2. Використання генеративних змагальних нейронних мереж (GANs) для створення синтетичних наборів даних.
3. Аналіз можливостей та обмежень гібридних нейронних мереж у фінансових прогнозах.
4. Аналіз емоцій у текстах з використанням моделей NLP.
5. Розробка гібридної системи для автоматичного розпізнавання та аналізу емоцій на основі тексту та зображень.
6. Розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням CNN.
7. Прогнозування погоди за даними часових рядів.
8. Автоматичне генерування тексту з використанням RNN.
9. Розробка гібридної системи для автоматичного створення музичних композицій з використанням GANs та RNN.
10. Класифікація музичних жанрів за аудіофайлами.
11. Визначення фейкових новин за допомогою машинного навчання.

12. Автоматизований аналіз настроїв у соціальних мережах.
13. Розпізнавання рукописного введення з використанням глибокого навчання.
14. Оптимізація логістичних маршрутів за допомогою алгоритмів машинного навчання.
15. Прогнозування акційних цін за допомогою LSTM мереж.
16. Виявлення шахрайства з кредитними картками.
17. Рекомендаційна система для електронної комерції.
18. Класифікація зображень рентгенівських знімків.
19. Аналіз та прогнозування виборчих трендів.
20. Розпізнавання мови за аудіозаписами.
21. Виявлення дефектів на виробничих лініях за допомогою комп'ютерного зору.
22. Сегментація клієнтської бази за допомогою алгоритмів кластеризації.
23. Класифікації наукових статей.
24. Визначення віку людини за фотографією.
25. Аналіз ринкових трендів за даними соціальних медіа.
26. Оцінка кредитоспроможності за допомогою машинного навчання.
27. Визначення типів забруднення повітря.
28. Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.
29. Моделювання ризиків стихійних лих за даними сенсорів.
30. Виявлення плагіату в текстах.
31. Визначення оптимальних параметрів для виробництва продукції.
32. Прогнозування динаміки розвитку епідемії.
33. Аналіз і оптимізація енергоспоживання будівель.
34. Розробка системи раннього попередження про землетруси.
35. Класифікація видів тканин за допомогою комп'ютерного зору.
36. Виявлення аномалій у фінансових транзакціях.
37. Розробка персоналізованої медичної діагностичної системи.
38. Розпізнавання дорожніх знаків для автономних транспортних засобів.
39. Прогнозування результатів спортивних змагань.
40. Оптимізація складських запасів за допомогою прогнозування попиту.
41. Аналіз звукових сигналів для виявлення дефектів у промисловому обладнанні.
42. Розробка системи відстеження «дикої природи» за допомогою дронів.
43. Автоматизована система виявлення порушень на робочому місці.
44. Моніторинг якості води за допомогою машинного навчання.
45. Розробка системи безпеки на основі розпізнавання осіб.
46. Аналіз та прогнозування фондового ринку.
47. Виявлення та класифікація електронних спам-повідомлень.
48. Розробка системи допомоги водіям у навігації та уникненні ДТП.
49. Автоматизація процесу перевірки якості продукції на виробництві.
50. Аналіз та оптимізація трафіку в міській інфраструктурі.

51. Розробка системи ідентифікації музичних композицій.
52. Виявлення та класифікація біологічних об'єктів у мікроскопічних зображеннях.
53. Розробка системи підтримки прийняття рішень для аграрного сектору.
54. Аналіз соціальних мереж для виявлення трендів та впливових осіб.
55. Розробка системи для процесу збору даних з IoT пристроїв.
56. Прогнозування зносу та терміну служби промислових деталей.
57. Розробка алгоритмів для глибокого аналізу відео.
58. Оптимізація маршрутів доставки за допомогою геопросторових даних.
59. Аналіз ефективності маркетингових кампаній.
60. Розробка інтерактивних освітніх платформ з адаптацією до користувача.
61. Аналіз емоційних станів користувачів на основі аналізу текстів у соціальних мережах.
62. Використання машинного навчання для автоматичного створення музики.
63. Розробка індивідуальних фітнес-планів.
64. Розробка рекомендаційної системи для онлайн-шопінгу.
65. Розробка інтелектуальної системи управління домашнім освітленням.
66. Використання нейронних мереж для розробки інтелектуальних ігрових стратегій.
67. Використання машинного навчання для оптимізації процесів в енергетиці.
68. Розробка системи розпізнавання та класифікації рослин та тварин.

Методи контролю та оцінювання знань

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

Проміжний контроль проводиться під час навчального семестру для оцінки засвоєння здобувачами конкретних модулів або блоків робочої програми. Проміжний контроль може включати тести, опитування, лабораторні роботи та інші форми оцінювання, що дозволяють визначити рівень поточних знань і навичок здобувачів.

Підсумковий контроль здійснюється в кінці навчального семестру або курсу для підсумкової оцінки знань здобувачів та включає екзамен, захист курсової роботи, а також інші форми оцінювання, що відповідають вимогам освітньої програми.

Контрольні заходи поділяються на вхідний, поточний, модульний та семестровий контроль.

Вхідний контроль проводиться на початку навчального семестру або курсу для визначення початкового рівня знань здобувачів.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час лабораторних та індивідуальних занять, забезпечуючи регулярну оцінку прогресу здобувачів.

Модульний контроль проводиться після завершення певного модуля або блоку навчальної програми для оцінки засвоєння конкретного матеріалу.

Семестровий контроль виконується за окремим графіком, складеним деканатом факультету, і включає підсумкову оцінку знань здобувачів за семестр.

Процедури контролю різняться залежно від типу контролю. Вхідний, поточний та модульний контроль проводяться під час лабораторних та індивідуальних занять з викладачем. Методи включають тести, опитування, практичні завдання та інші форми оцінювання. Семестровий контроль здійснюється відповідно до затвердженого графіку і може включати письмові іспити, заліки, усні опитування та інші форми підсумкового оцінювання.

Засоби контролю розрахунково-графічної чи курсової робіт включають їх представлення та захист перед комісією або викладачем. Здобувачі повинні продемонструвати розуміння теми, методології дослідження та вміння застосовувати отримані знання на практиці. Можуть вимагатися детальні письмові звіти про виконану роботу, що містять аналіз результатів, висновки та рекомендації. Також можливе візуальне представлення роботи за допомогою презентаційного матеріалу для демонстрації основних результатів та досягнень.

Додаткові механізми контролю включають використання онлайн-платформ для проведення тестів, завдань та обговорень, оцінку самостійних завдань, які виконуються здобувачами поза аудиторією, включаючи дослідницькі роботи, реферати та інші види діяльності. Регулярні консультації з викладачами сприяють обговоренню прогресу, отриманню зворотного зв'язку та уточненню незрозумілих питань.

Означені методи контролю спрямовані на забезпечення систематичного та об'єктивного оцінювання знань і навичок здобувачів, сприяючи їхньому успішному навчанню та професійному розвитку.

Політика щодо академічної доброчесності

Всі письмові роботи, включаючи індивідуальні завдання, розрахунково-графічну роботу, курсову роботу та презентації, повинні бути оригінальними. Роботи можуть бути перевірені на плагіат, і їх оригінальність повинна складати не менше 70%. Виключення становлять наукові публікації, що вже були перевірені на плагіат і прийняті до публікації у наукових виданнях або конференціях.

Списування (використання сторонніх джерел інформації, мобільних пристроїв або інших технічних засобів без дозволу викладача) під час тестів, іспитів та інших форм оцінювання заборонене. порушники можуть бути позбавлені можливості продовжувати тестування та підлягати дисциплінарним заходам.

У разі виявлення порушень академічної доброчесності (плагіат, списування тощо), здобувачу буде надано повторне завдання або призначено додаткове заняття

для проходження оцінювання. Повторні порушення можуть призвести до більш серйозних наслідків – не зарахування проходження курсу освітньої компоненти.

Політика щодо відвідування

Навчальний процес з курсу «Штучний інтелект та гібридні мережі» 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 та прикладами виконання.
- Матеріали курсу (презентації, приклади коду, додаткові ресурси) доступні в Teams.
- 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.
- Передбачено покрокові інструкції та шаблони для виконання робіт.
- Командні проекти можуть виконуватися розподілено з використанням систем контролю версій.

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.

Визнання результатів неформальної та інформальної освіти

В межах курсу визнаються результати навчання, отримані у неформальній та інформальній освіті, зокрема:

- Сертифікати онлайн-курсів з машинного навчання та штучного інтелекту на платформах Coursera (наприклад, Machine Learning Specialization від Stanford та Deep Learning.AI), edX (CS50's Introduction to Artificial Intelligence with Python від Harvard), Udacity (AI Programming with Python) тощо.
- Сертифікати від технологічних компаній з напрямку штучного інтелекту та машинного навчання (наприклад, AWS Certified AI Practitioner, AWS Certified Machine Learning Engineer – Associate, AWS Certified Machine Learning – Specialty, AI-900: Microsoft Azure AI Fundamentals, AI-102: Azure AI Engineer Associate, IBM AI Engineering Professional Certificate тощо).
- Завершені курси на платформах DataCamp, Kaggle Learn, Google AI Studio за тематикою машинного навчання, глибокого навчання та генеративного штучного інтелекту.
- Участь у хакатонах та проєктах з використанням технологій штучного інтелекту (Kaggle competitions, AI-hackathons, ML-змагання) за наявності підтверджуючих матеріалів та досягнень.

Процедура визнання передбачає:

- Подання заяви та підтверджуючих документів (сертифікати, код проєктів, звіти, посилання на змагання Kaggle тощо).
- Співбесіду для підтвердження набутих компетентностей у сфері штучного інтелекту та машинного навчання.
- Зарахування відповідних тем чи лабораторних робіт за результатами розгляду відповідно до тематики курсу.

Максимальний обсяг визнаних результатів не може перевищувати 25% від загального обсягу курсу.

Усі навчальні матеріали, включаючи презентації, додаткові ресурси та завдання, доступні здобувачам через систему Teams, що забезпечує безперервність навчального процесу незалежно від форми участі в заняттях.

Методи контролю

Основні форми участі здобувачів у навчальному процесі з курсу «Штучний інтелект та гібридні мережі», що підлягають поточному контролю:

- Виконання та захист лабораторних робіт з розробки та навчання моделей штучного інтелекту.
- Участь у розробці командних проєктів з використанням методів машинного та глибокого навчання.
- Створення та оптимізація моделей штучного інтелекту для розв'язання практичних задач.
- Презентація результатів навчання моделей та аналіз їх ефективності.
- Участь в обговореннях архітектури моделей та методів їх оптимізації.

- Виконання самостійних завдань з дослідження та застосування різних підходів штучного інтелекту.
- Робота з науковими статтями та технічною документацією в галузі AI/ML.

Кожна тема курсу відпрацьовується здобувачами через практичну реалізацію моделей штучного інтелекту та аналіз їх ефективності. Передбачається регулярна робота з навчання та оптимізації моделей протягом семестру.

Під час оцінювання рівня знань здобувача аналізу підлягають:

- Якість реалізованих моделей: точність, ефективність, масштабованість, документованість, відповідність сучасним практикам розробки AI-систем.
- Якість засвоєння матеріалу: розуміння принципів роботи алгоритмів машинного навчання та нейронних мереж, вміння застосовувати різні підходи до вирішення задач.
- Здатність поєднувати теоретичні знання з практичною реалізацією моделей штучного інтелекту.
- Рівень володіння інструментарієм розробки AI-систем: фреймворки машинного навчання, бібліотеки для обробки даних, середовища розробки.
- Навички проєктування та розробки систем штучного інтелекту.
- Самостійна робота з документацією AI-фреймворків та науковими публікаціями.
- Вміння працювати в команді та презентувати результати навчання моделей.

Тестове опитування проводиться за змістовими модулями та охоплює як теоретичні аспекти методів штучного інтелекту, так і практичні завдання з їх реалізації.

Індивідуальне завдання передбачає виконання курсової роботи за індивідуальним варіантом. КР спрямована на практичне застосування методів машинного навчання та розробку закінченої системи штучного інтелекту для розв'язання конкретної прикладної задачі.

Поточний контроль включає оцінювання:

- Виконаних лабораторних робіт.
- Якості реалізованих AI-рішень.
- Активності на заняттях.
- Участі в командних проєктах.
- Своєчасності виконання завдань.

Позитивна оцінка поточної успішності за відсутності пропущених та невідпрацьованих лабораторних робіт є підставою для допуску до підсумкового контролю.

Підсумковий контроль здійснюється під час залікової сесії та враховує:

- Результати складання екзаменаційної роботи.
- Результати виконання лабораторних робіт.
- Якість виконання КР.
- Результати поточного контролю.
- Активність роботи протягом семестру.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

Розподіл балів для освітньої компоненти

Поточне оцінювання						Екзам ен	Сума балів
Модуль № 1	Модуль № 2	Модуль № 3	Модуль № 4	Модуль № 5	Індивідуальне завдання		
9	9	9	9	9	35	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	задовільно
60-63	E	
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 освітню компоненту 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 освітньої компоненти.

Методичне забезпечення освітньої компоненти

Програмне забезпечення:

1. Python (*PSF License Agreement*): [посилання для встановлення](#).
2. Google Colab (*безкоштовна версія*): [посилання для використання](#).
3. Kaggle (*безкоштовна версія*): [посилання для використання](#).
4. PyCharm Community Edition (*Apache License 2.0*): [посилання для встановлення](#);
PyCharm Professional (*Trialware 30 днів*): [посилання для встановлення](#).
5. Github (*безкоштовна версія*): [посилання для використання](#).
6. Notion (*безкоштовна версія*): [посилання для використання](#).
7. Pytorch (*Three-clause BSD License*): [посилання для встановлення](#).
8. Keras (*Apache License 2.0*): [документація для використання](#).
9. Keras (*Apache License 2.0*): [документація для використання](#).
10. Label Studio (*Apache License 2.0*): [документація для використання](#).
11. RL-config (авторське програмне забезпечення для дослідження поведінки агентів Reinforcement Learning, *MIT License*): [документація для використання](#).

Навчальні посібники:

1. Федорін І. В. Методи та технології обчислювального інтелекту: Практикум : навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 317 с.
2. Шаповал Н. В. Методи та системи штучного інтелекту. Комп'ютерний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2022. 45 с.
3. Булгакова О.С., Зосімов В.В., Поздєєв В.О. Методи та системи штучного інтелекту : теорія та практика. Навчальний посібник. Одеса : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 356 с.
4. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. / укл. Д.В. Лубко, С.В. Шаров. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. 264 с.

Методичні вказівки:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з освітньої компоненти «Штучний інтелект та гібридні мережі» (електронний варіант). Укладач: Долгополов С.Ю., КНУБА, <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=4774>
2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з освітньої компоненти «Штучний інтелект та гібридні мережі» (електронний варіант). Укладач: Долгополов С.Ю., КНУБА, <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=4774>

Додаткові джерела:

1. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Savenko, V., Balina, O., Bezklubenko, I., & Liashchenko, T. (2023). Construction Site Modeling Objects Using Artificial Intelligence and BIM Technology: A Multi-Stage Approach. 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 174-179.
2. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі : підручник. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. 301 с.
3. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Sachenko, I., & Gergi, D. (2024). Enhancing Urban Planning with LoRa and GANs: A Project Management Perspective. International Workshop IT Project Management.
4. Гавриленко С.Ю., Челак В.В., Горносталь О.А., Зозуля В.Д. Машинне навчання. Лабораторний практикум / С.Ю. Гавриленко, В.В. Челак, О.А. Горносталь, В.Д. Зозуля. Х.: НТУ «ХП», 2022.86 с.
5. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Fedusenko, O., Khrolenko, V., Hots, V., & Golenkov, V. (2024). Neural Network Threat Detection Systems for Data Breach Protection. 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 415-421.
6. Субботін С.О. Нейронні мережі: навч. посібник / С.О. Субботін, А.О. Олійник; за ред. С.О. Субботіна. Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. 132 с.
7. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Terentyev, O., Savenko, V., Rosynskiy, A., Bodnar, N., & Alzidi, E. (2024). Multi-Stage Classification of Construction Site Modeling Objects Using Artificial Intelligence Based on BIM Technology. 2024 35th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 179-185.
8. Chernyshev, D., Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Sapaiev, V., & Delembovskyi, M. (2022). Digital Object Detection of Construction Site Based on Building Information Modeling and Artificial Intelligence Systems. International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems.
9. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник / Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2011. 444 с.
10. Chernyshev, D., Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Hama, H., Ivanova, T., & Zinchenko, M. (2022). Integration of Building Information Modeling and Artificial Intelligence Systems to Create a Digital Twin of the Construction Site. 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 36-39.
11. Gallatin, K. & Albon, C. Machine Learning with Python Cookbook. Practical Solutions from Preprocessing to Deep Learning. O'Reilly Media, Inc. 2023. 416 p.
12. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Dolhopolova, S.A., Riabchun, O., Delembovskyi, M., & Omelianenko, O. (2022). Use of Artificial Intelligence Systems for

- Determining the Career Guidance of Future University Student. 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1-6.
13. Howard, J., & Gugger, S. Deep Learning for Coders with fastai & PyTorch. AI Applications Without a PhD. O'Reilly Media, Inc. 2020. 624 p.
 14. Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Terentyev, O., Predun, K., & Rosynskiy, A. (2023). Information system of multi-stage analysis of the building of object models on a construction site. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254.
 15. Huyen, C. Designing Machine Learning Systems. An Iterative Process for Production-Ready Applications. O'Reilly Media, Inc. 2022. 389 p.
 16. Lakshmanan, V., Görner, M., & Gillard, R. Practical Machine Learning for Computer Vision. End to-End Machine Learning for images. 2021. 481 p.
 17. Moroney, L. AI and Machine Learning for Coders: A Programmer's Guide to Artificial Intelligence. O'Reilly Media, Inc. 2021. 392 p.
 18. Charu C. Aggarwal Neural Networks and Deep Learning. Springer International Publishing. 2023. 529 p.
 19. Dulani Meedeniya Deep Learning. CRC Press LLC, 2023. 200 p.
 20. Foster, D. Generative Deep Learning. O'Reilly Media, Inc. 2023. 456 p.
 21. Hapke, H., & Nerlson, C. Building Machine Learning Pipelines. Automating Model Life Cycles with TensorFlow. O'Reilly Media, Inc. 2020. 367 p.
 22. Huyen, C. Designing Machine Learning Systems. An Iterative Process for Production-Ready Applications. O'Reilly Media, Inc. 2022. 389 p.
 23. Machine Learning and Its Application to Reacting Flows : ML and Combustion / N. Swaminathan, A. Parente (eds.). Cham : Springer, 2023. 346 p.
 24. Zgurovsky M. Z., Zaychenko Y. P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. Springer International Publishing Switzerland, 2016. 375 p.

Інформаційні ресурси:

1. <https://colab.google/>
2. <https://labelstud.io/guide/>
3. <https://keras.io/>
4. <https://www.tensorflow.org/>
5. <https://huggingface.co/>
6. <https://pytorch.org/vision/stable/datasets.html>
7. <https://www.kaggle.com/>
8. <http://library.knuba.edu.ua/>
9. <http://org2.knuba.edu.ua/>