

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Мирослав МОМОТ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«_____» _____ 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Створення систем штучного інтелекту та машинне навчання

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Олександр ПРОХОРОВ, професор, д.т.н., професор

(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри (№ 302) комп'ютерних наук та інформаційних технологій

(назва кафедри)

Протокол № 671/07 від « 27 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Олег ФЕДОРОВИЧ

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4.5	<p>Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність: <u>122 «Комп'ютерні науки»</u> (код і найменування)</p> <p>Освітня програма: <u>«Комп'ютеризація обробки інформації та управління»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2024/2025
Індивідуальне завдання – РР на тему «Дослідження моделей машинного навчання для визначеної предметної галузі» (назва)		Семестр
Загальна кількість годин: денна – 64*/135		7-й
		Лекції *
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4.5		32 години
		Практичні, семінарські*
		-
		Лабораторні *
	32 години	
	Самостійна робота	
	71 година	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить – 64/71.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формування теоретичних знань та практичних навичок щодо сучасних методів і технологій інтелектуалізації процесу прийняття рішень у складних системах, з використанням методів та засобів штучного інтелекту та машинного навчання.

Завдання – набуття вмінь та навичок розв'язання задач з використанням методів та засобів машинного навчання і створення інтелектуальних систем штучного інтелекту для прийняття рішень у різних предметних галузях.

Компетентності, які набуваються:

- загальні:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

- спеціальні (фахові):

СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК3. 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.

СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

СК18. Здатність розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення для об'єктів та процесів аерокосмічної галузі.

Очікувані результати навчання:

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

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.

ПР12. Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій Data Mining, Text Mining, Web Mining.

ПР18. Виконувати розробку інструментальних засобів та програмного забезпечення для управління складними системами та процесами у реальному часі.

Пререквізити:

ОК4. Вступ до спеціальності

ОК7. Створення візуальних інтерфейсів

ОК8. Структури даних

ОК12. Об'єктно-орієнтоване програмування

ОК13. Мобільні та хмарні технології

ОК14. Українська мова за професійним спрямуванням

ОК16. Тестування програмних систем

ОК23. Технології системного аналізу

ОК26. Моделювання систем

ОК27. Розробка баз даних та знань

ОК28. Технологія створення програмних продуктів

Кореквізити:

ОК36. Промислова автоматизація, вбудовані системи реального часу та Інтернету-речей

ОК38. Кваліфікаційна робота

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Інтелектуалізація прийняття рішень.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Створення систем штучного інтелекту та машинне навчання». Роль і значення штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання. Місце дисципліни в навчальному плані. Список рекомендованої літератури.

Тема 2. Задачі прийняття рішень у складних системах. Опис процесу прийняття рішень. Цифрова трансформація світу. Ускладнення систем та процесів. Делегування. Ключові сценарії та цілі використання технологій розумних просторів. Підходи до прийняття рішень. Визначення проблемної ситуації та задачі прийняття рішень. Нормативний та описовий підходи.

Формальне подання задачі прийняття рішень. Класифікація задач прийняття рішень. Типи рішень

Тема 3. Штучний інтелект: стан, проблеми та напрямки. Мислення та інтелект. Основні перешкоди створення ШІ. Деякі напрямки AI. Бум AI та його передумови. Революція у штучному інтелекті. Машинний інтелект сьогодні. Машинний інтелект завтра. Проблема даних. Ризики, пов'язані з людським фактором. Ризик у розвитку людської цивілізації. Основні напрямки вирішення завдань із застосуванням ШІ. Напрями досліджень ШІ. Технології ШІ, які змінюють світ. LLM та генеративний ШІ. ШІ для проблем планетарного масштабу.

Тема 4. Основні поняття та завдання Data Mining і Machine Learning. Інтелектуальний аналіз даних (Data Mining). Завдання Data Mining. Особливості систем Data Mining. Машинне навчання. Що потрібне для машинного навчання? Методи машинного навчання. Застосування машинного навчання

Тема 5. Нейромережі в задачах прийняття рішень. Деякі галузі застосування. Штучний нейрон. Хронологія нейромереж. Штучна нейронна мережа. Глибоке навчання. Навчання нейромережі. Нейромережі прямого поширення. Загальні функції активації.

Тема 6. Сучасні архітектури нейромереж. Різноманіття архітектур. Важливі тренди. Згорткові нейромережі CNN. Склад CNN. Операція згортки. Операція pooling. Inception, ResNet. Різновиди згорткових мереж. Fully-convolutional networks. Deconvolution networks. Рекурентні нейромережі RNN. Алгоритм Backpropagation through time. Довга короткочасна пам'ять LSTM. Різновиди рекурентних мереж. Мультимодальне навчання.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Практичне використання методів та засобів штучного інтелекту та машинного навчання.

Тема 7. Сучасні бібліотеки та фреймворки машинного навчання

Особливості створення та застосування систем та хмарних платформ штучного інтелекту та машинного навчання в різних галузях. Реалізація нейронних мереж. Найбільш популярні фреймворки. Python для ML. Універсальні бібліотеки та сервіси. Обробка зображень та відео. Обробка текстів. Tensorflow. Keras. Автоматичне машинне навчання (AutoML).

Тема 8. Аналіз даних на основі дерев рішень. Дерева рішень. Переваги та недоліки дерев рішень. Алгоритми побудови дерев рішень: ID3, C4.5, CART.

Залежність якості від глибини дерева. Композиція дерев. Bootstrap. Bagging. Випадковий ліс. Бустінг дерев. Дерева рішень для класифікації. Дерева рішень для регресії. Дерева рішень за допомогою Scikit-Learn

Тема 9. Аналітичні рішення за допомогою нейронних мереж. Знайомство з TensorFlow для глибокого навчання. API моделі TensorFlow. Короткий огляд екосистеми TensorFlow. Інструменти. Моделі та набори даних. Розгортання моделі. Основи тензорів. Створення тензора за допомогою `tf.constant()`. Створення тензора за допомогою `tf.variable()`. Створення тензора з існуючих функцій. Вибір даних у тензорі. Виконання операцій над тензорами. Маніпулювання формою тензора. Введення в регресію з TensorFlow: збір даних; перегляд даних; підготовка даних для моделі; створення, компіляція та навчання моделі; оцінка моделі; удосконалення моделі. Введення в класифікацію за допомогою TensorFlow. Двійкова класифікація. Перехід від бінарного класифікатора до мультикласового класифікатора: 10 модних класифікаторів. Класифікація за допомогою TensorFlow: збір даних; перегляд даних; підготовка даних для моделі; створення, компіляція та навчання моделі; оцінка моделі; керування навчанням за допомогою зворотних викликів; удосконалення моделі. Використання TensorBoard для візуалізації моделі

Тема 10. Кластеризація даних на основі нейромереж. Що таке Unsupervised Learning? Набір даних для неконтрольованого навчання. Алгоритми неконтрольованого навчання. Алгоритм K-means. Застосування Unsupervised Learning.

Тема 11. Особливості вирішення завдань комп'ютерного зору. Вступ до комп'ютерного зору та згорткових нейронних мереж (CNN). Що таке згорткові нейронні мережі? Типова архітектура згорткових нейронних мереж. Кодування ConvNets: класифікація зображень: завантаження даних; перегляд даних; підготовка даних для моделі; створення, компіляція та навчання моделі; візуалізація результатів моделі; оцінка моделі; покращення моделі; збереження та завантаження. CNN для набору даних реального світу та доповнення зображень. Доповнення зображень за допомогою ImageDataGenerator. Доповнення зображення за допомогою шарів доповнення зображення Keras. Архітектури CNN і трансферне навчання. Швидка класифікація зображень на попередньо підготовленій моделі. Трансферне навчання та тонке налаштування на практиці. Класифікація зображень і навчання передачі за допомогою TensorFlow Hub.

Тема 12. Особливості вирішення завдань обробки тексту. Вступ до рекурентних нейронних мереж (RNN). RNN на практиці, аналіз настроїв у фільмах: отримання даних; підготовка даних; побудова, компіляція та навчання моделі RNN; візуалізація результатів моделі. Вступ до довгострокових спогадів. LSTM на практиці, класифікація новин: отримання даних; підготовка даних; побудова та навчання моделі RNN; візуалізація результатів моделі;

використання стекованих LSTM; використання рекуррентного модуля (GRU). Використання згорткових нейронних мереж для класифікації текстів

Тема 13. Навчання з підкріпленням. Вступ до Reinforcement Learning. Вступ до OpenAI gym. Проста жорстко закодована політика. Політики нейронних мереж. Градієнти політики. Марковський процес прийняття рішень. Q-Value. Q-Learning. Deep Q-Network

Тема 14. Заключна лекція.

Тренди та перспективи розвитку методів штучного інтелекту та Machine Learning.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Інтелектуалізація прийняття рішень					
1. Вступ до навчальної дисципліни «Створення систем штучного інтелекту та машинне навчання»	2	2	-	-	-
2. Задачі прийняття рішень у складних системах.	6	2	-	-	4
3. Штучний інтелект: стан, проблеми та напрямки.	8	2	-	-	6
4. Основні поняття та завдання Data Mining і Machine Learning.	14	2	-	4	8
5. Нейромережі в задачах прийняття рішень.	12	2	-	4	6
6. Сучасні архітектури нейромереж.	11	4	-	-	7
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	54	15	-	8	31
Усього годин	54	15	-	8	31
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Практичне використання методів та засобів штучного інтелекту та машинного навчання					
7. Сучасні бібліотеки та фреймворки машинного навчання.	6	2	-	-	4
8. Аналіз даних на основі дерев рішень.	10	2	-	4	4
9. Аналітичні рішення за допомогою нейронних мереж.	14	2	-	4	8
10. Кластеризація даних на основі нейромереж	10	2	-	4	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
11. Особливості вирішення завдань комп'ютерного зору	14	2	-	4	8
12. Особливості вирішення завдань обробки тексту	18	2	-	8	8
13. Навчання з підкріпленням	6	2	-	-	4
14. Заключна лекція	2	2	-	-	-
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	81	17	-	24	40
Усього годин	81	17	-	24	40
Усього з дисципліни	135	32	-	32	71

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Не передбачено навчальним планом		
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Не передбачено навчальним планом		
	Разом		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота с даними у Machine Learning, обробка та візуалізація на Python	4
2	Дерева рішень за допомогою Scikit-Learn. Класифікація та регресія	4
3	Вступ до штучних нейронних мереж і глибокого навчання. Класифікація та регресія	4
4	Вирішення завдань комп'ютерного зору за допомогою нейронних мереж	4
5	Розпізнавання об'єктів та обличчя з web-камери за допомогою попередньо навченої моделі	4
6	Вирішення завдань обробки природного тексту.	4

	Частина 1	
7	Вирішення завдань обробки природного тексту. Частина 2	4
8	Навчання без вчителя. Кластеризація	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Тема 1. Методи та моделі прийняття рішень	4	
2	Тема 2. Сучасні досягнення штучного інтелекту	6	
3	Тема 3. Методи DataMining	8	
4	Тема 4. Хмарні платформи штучного інтелекту	6	
5	Тема 5. AutoML	7	
6	Тема 6. Сучасні архітектури нейромереж	4	
7	Тема 7. Випадковий ліс та бустінг	4	
8	Тема 8. Генеративний штучний інтелект	8	
9	Тема 9. Рекомендаційні системи	4	
10	Тема 10. Розпізнавання обличчя та об'єктів	8	
11	Тема 11. Сучасні архітектури нейромереж для завдань обробки природної мови	8	
12	Тема 12. Навчання з підкріпленням при управлінні автономними роботами	4	
	Разом	71	

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Дослідження моделей машинного навчання для визначеної предметної галузі». Метою роботи є закріплення знань та навичок, отриманих на протязі курсу щодо розв'язання задач з використанням методів та засобів машинного навчання і створення інтелектуальних систем штучного інтелекту для прийняття рішень у різних предметних галузях. Особливостями виконання є наступне. Датасет для проведення досліджень рекомендується взяти з ресурсів, що надано в цьому документі. Далі слід вирішити завдання класифікації або регресії за допомогою, що найменше двох методів машинного навчання, що розглядаються на курсі. Виконання роботи рекомендується за кроками:

- 1 – імпорт бібліотек;
- 2 – завантаження даних;
- 3 – дослідницький аналіз даних та підготовка даних (розділення на незалежні змінні та цільову змінну, розділення на тренувальний і тестовий набори);

- 4 – навчання класифікатора за допомогою бібліотеки scikit-learn або фреймворків tensorflow, keras;
- 5 – оцінка (виведення матриці плутанини, звіту про класифікацію, ROC-кривої для оцінки якості моделі);
- 6 – візуалізація діаграми розсіювання між двома ознаками та лінії розподілу функції прийняття рішень;
- 7 – порівняння результатів та висновки.

10. Методи навчання

Проведення лекцій, презентації, лабораторних занять, індивідуальні консультації з питань нового матеріалу, самостійна робота здобувачів вищої освіти.

11. Методи контролю

Здача лабораторних робіт, модульний контроль, РР, іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують здобувачів вищої освіти (кількісні критерії оцінювання).

Складові навчальної Роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	2	0...16
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	6	0...48
Виконання розрахункової роботи	0...12	1	0...12
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

З метою активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти розроблено презентації лекцій, інтерактивні лабораторні роботи в Google Colab, а також набори тестів для організації електронного навчання та модульного контролю.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та 1 практичного завдання. За повну правильну відповідь на два перших запитання здобувач вищої освіти отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на практичне завдання – 40 балів.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття інтелектуалізації прийняття рішень;
- основні методи прийняття рішень за допомогою штучного інтелекту, умови застосування і практичні обмеження;
- основні поняття інтелектуального аналізу даних та методи Data Mining;
- основні поняття та моделі машинного навчання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати методи прийняття рішень для багатокритеріальних задач в умовах невизначеності;
- проводити аналіз отриманих результатів з метою їхнього практичного застосування для конкретної предметної області;
- практично використовувати методи машинного навчання, пакети і бібліотеки програм та існуючі платформи штучного інтелекту.

Критерії оцінювання роботи здобувачів протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно формулювати і вирішувати задачі з використанням методів теорії прийняття рішень. Знати основні методи машинного навчання, умови їхнього застосування і практичні обмеження.

Добре (75-89). Мати достатній рівень знань з методів та моделей штучного інтелекту та машинного навчання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновані у роботах. Вміти детально пояснювати отримані аналітичні результати з метою їхнього практичного застосування для конкретної предметної області. Знати та використовувати бібліотеки та фреймворки машинного навчання.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Детально знати усі теми дисципліни. Вміти формулювати і вирішувати задачі з використанням методів машинного навчання. Вміти практично використовувати методи машинного навчання, пакети і бібліотеки програм та

існуючи платформи штучного інтелекту. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	
	Іспит, диференційований залік, курсова робота	Залік
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни; презентаційні матеріали; інтерактивні лабораторні роботи (<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8418>).

14. Рекомендована література

Базова

1. Жерон О. Прикладне машинне навчання за допомогою Scikit-Learn, Keras і TensorFlow концепції, інструменти і техніки для створення інтелектуальних систем 2-е вид., 2020 – 1000 с.
2. Alpaydin E. Introduction to Machine Learning // MIT Press, 2020 – 321 с.
3. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach // Prentice Hall, 4th US ed., 2020 – 1166 p.

Допоміжна

1. Aggarwal C.C. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning // Springer, 2020 – 517 с.
2. Trappenberg T., Fundamentals of Machine Learning // Oxford University Press, 2020 – 272 с.
3. Jung A. Machine Learning: The Basics (Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications) // Springer, 2020 – 229 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Mining of Massive Datasets Stanford University. //The Stanford InfoLab.
URL: <http://i.stanford.edu/~ullman/mmds/book.pdf>
2. UCI Knowledge Discovery in Databases Archive // <http://kdd.ics.uci.edu/>
3. Фреймворк TensorFlow // <https://www.tensorflow.org/>
4. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community //
<https://www.kaggle.com>
5. Датасети // <https://www.kaggle.com/datasets>
6. Датасети // <https://datasetsearch.research.google.com/>
7. Датасети // https://www.tensorflow.org/datasets/catalog/overview#all_datasets
8. Датасети // <https://console.cloud.google.com/marketplace/browse>
9. Датасети // <https://www.openml.org>