

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра комп'ютерних систем та технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
“ _____ ” _____ 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 21 «Машинне навчання»

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 – Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерна обробка та аналіз даних

ОНУ
Одеса
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Машинне навчання». – Одеса:
ОНУ, 2022. – 17с.

Розробники: Гунченко Юрій Олександрович, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри комп'ютерних систем та технологій,
Стукалов Сергій Анатолійович, старший викладач кафедри комп'ютерних
систем та технологій

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних систем та
технологій ФМФІТ

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Юрій ГУНЧЕНКО)

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерна обробка та аналіз даних»

(підпис)

(Віктор ВОЛКОВ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики,
фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від « 6 » 6 вересня 2023 р.

Голова НМК _____

(підпис)

(Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та
технологій

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Юрій Гунченко)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та
технологій

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма навчання
Загальна кількість кредитів – 5 годин – 150 змістовних модулів - 2	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	<i>Обов'язкова дисципліна</i>
		<i>Рік підготовки:</i>
		3-й
		<i>Семестр</i>
		5-й
		<i>Лекції</i>
		36 год.
		<i>Практичні, семінарські</i>
		0 год.
		<i>Лабораторні</i>
		36 год.
		<i>Самостійна робота</i>
		78 год.
		Форма підсумкового контролю: залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є – вивчення основних понять і принципів реалізації процесів машинного навчання та набуття практичних навичок їх використання.

Завдання:

- вивчення основних підходів до вирішення задач за допомогою машинного навчання;
- отримання практичних навичок застосування програмного інструментарію для виконання обчислювального експерименту, пов'язаного з машинним навчанням;
- освоєння стандартних методик оцінювання якості моделей навчання та визначення оптимальних параметрів;

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності:

http://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/edu-programm/fmfit/OPP_151_komp_obrobka_analiz_danyh_bakalavr_2022.pdf

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

СК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

СК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

СК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати**:

- основні методи штучного інтелекту, засоби формалізованого подання знань,
- напрямки інтелектуалізації автоматизованих інформаційних та інформаційно-керуючих систем.

- основні поняття і термінологію машинного навчання;
- методики застосування Python-пакетів для побудови моделей машинного навчання;
- засоби оцінювання моделей та пошук їх перспективних конфігурацій.

Вміти:

- використовувати Python-пакети машинного навчання;
- ефективно здійснювати пошук та критичний аналіз засобів машинного навчання;
- розв'язувати задачі налаштування взаємодії основних компонентів комп'ютерних систем на основі засобів машинного навчання;
- виконувати статистичний аналіз даних для отримання моделей з подальшим їх використанням в системах прийняття рішень.

Що забезпечують наступні **програмні результати навчання:**

ПР 06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПР 09. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

ПР 15. Вміти розв'язувати основні математичні задачі аналізу даних.

ПР 16. Вміти застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних.

3.Зміст навчальної дисципліни ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Інтелектуальний аналіз даних.

Тема 1. Первинний аналіз даних з Pandas. Основні поняття і визначення. Приклади задач. Ознаки, вектори ознак. Об'єкти, класи. Класифікація. Класифікатор. Навчання, види навчання “з вчителем” і “без вчителя”.

Тема 2. Візуальний аналіз даних з Python. Лінійні методи класифікації. Розбір прикладів і рішення задач за темами: лінійна модель класифікації, метод стохастичного градієнта.

Тема 3. Класифікація, дерева рішень і метод найближчих сусідів. Метричні методи класифікації. Метод найближчих сусідів і його узагальнення. Підбір числа k за критерієм змінного контролю. Узагальнений метричний класифікатор, поняття відступу. Метод потенційних функцій, градієнтний алгоритм. Відбір еталонів і оптимізація метрики.

Тема 4. Лінійні моделі класифікації і регресії. Метод опорних векторів. Основи методу опорних векторів. Випадок лінійно розділеної вибірки. Випадок лінійно нерозділеної вибірки. Розбір прикладів і рішення задач.

Тема 5. Композиції: беггінг, випадковий ліс. Структура дерев рішень. Алгоритм побудови дерева рішень. Навчання дерева рішень. Алгоритм Random Forest. Програмна реалізація дерева рішень. Обробка пропусків. Переваги та недоліки вирішальних дерев.

Тема 6. Побудова і відбір ознак. Методи відновлення регресії. Метод найменших квадратів. Непараметрична регресія: ядерне згладжування. Лінійна регресія. Метод головних компонент.

Тема 7. Навчання без вчителя: РСА і кластеризація. Вибір ознак і підготовка даних. Вплив вибору набору ознак на результати класифікації. Попередня обробка даних. Відсутні значення. Перетворення ознак. Вибір ознак на основі перевірки гіпотез. Вибір підмножини ознак.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

Наука даних

Тема 8. Контекстно-залежна класифікація. Марківські ланцюги. Алгоритм Вітербо. Приховані марківські моделі. Застосування в задачах розпізнавання голосу. Рішення задач по теорії марківських моделей в машинному навчанні.

Тема 9. Аналіз часових рядів з допомогою Python. Експоненціальне згладжування. Модель Хольта-Вінтерса. Крос-валідація на часових рядах. Лінійні та нелінійні моделі на часових рядах. Вилучення ознак. Алгоритм XGBoost.

Тема 10. Бустинг та функції втрат. Градієнтний бустинг. Функціональний градієнтний бустинг. Функції втрат класифікації. Функції втрат регресії.

Тема 11. Багатошарові нейронні мережі. Біологічний нейрон. Персептрон. Функції активації. Проблема повноти. Повнота двошарових мереж в просторі булевих функцій. Теореми Колмогорова, Стоуна, Горбаня (без доведення).

Тема 12. Алгоритм зворотного поширення помилок. Навчання в якості градієнтного спуску. Локальні мінімуми функції помилки. Кроки алгоритму зворотного поширення. Метод пошарового налаштування мережі. Підбір структури мережі: методи поступового ускладнення мережі, оптимальне проріджування нейронних мереж.

Тема 13. Основи згорткових нейронних мереж. Глибокі згорткові моделі: практичні застосування. Виявлення об'єктів. Задачі класифікації та сегментації.

Тема 14. Рекурентні нейронні мережі. Нейронна мережа Хопфілда. Довга короткострокова пам'ять (LSTM). Керований рекурентний блок. Нейронний компресор історії даних.

Тема 15. Глибинне навчання з підкріпленням. Середовище та агент. Система підкріплення та її види.

Тема 16. Генеративно-змагальні мережі. Генеративна модель. Дискримінантна модель. Антагоністична гра. Поліпшення глибинних нейронних мереж: тюнінг гіперпараметрів, регуляризація і оптимізація.

4. Структура навчальної дисципліни «Машинне навчання»

Назва тем	Кількість годин				
	Очна (денна) форма				
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Пр.	Лаб.	СР
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Інтелектуальний аналіз даних.					
Тема 1. Первинний аналіз даних з Pandas.	8	2		2	4
Тема 2. Візуальний аналіз даних з Python.	8	2		2	4
Тема 3. Класифікація, дерева рішень і метод найближчих сусідів.	8	2		2	4
Тема 4. Лінійні моделі класифікації і регресії.	14	4		4	6
Тема 5. Композиції: беггінг, випадковий ліс.	8	2		2	4
Тема 6. Побудова і відбір ознак.	8	2		2	4
Тема 7. Навчання без вчителя: РСА і кластеризація.	8	2		2	4
Разом за змістовим модулем 1	62	16		16	30
Змістовий модуль 2. Наука даних.					
Тема 8. Контекстно-залежна класифікація.	8	2		2	4
Тема 9. Аналіз часових рядів з допомогою Python.	8	2		2	4
Тема 10. Бустинг та функції втрат.	8	2		2	4
Тема 11. Багатошарові нейронні мережі.	8	2		2	4
Тема 12. Алгоритм зворотного поширення помилок.	8	2		2	4
Тема 13. Основи згорткових нейронних мереж.	8	2		2	4
Тема 14. Рекурентні нейронні мережі.	8	2		2	4

Тема 15. Глибинне навчання з підкріпленням.	14	4		4	6
Тема 16. Рекурентні нейронні мережі.	8	2		2	4
Разом за змістовим модулем 2	78	20		20	38
ІНДЗ	10				10
Усього годин	150	36		36	78

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

7. Теми лабораторних робіт

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Аналіз складності та порівняння алгоритмів сортування	2
2.	Лінійний та розгалужений обчислювальний процес. Реалізація ітеративних алгоритмів.	2
3.	Структурна декомпозиція та застосування рекурсії до програмних одиниць.	2
4.	Застосування динамічних структур даних в прикладних задачах.	4
5.	Налаштування Python-середовища для машинного навчання	2
6.	Аналіз часових рядів.	2
7.	Застосування методів попередньої обробки за зменшення розмірності вихідних даних.	2
8.	Пошук локальних мінімумів функції помилки.	2
9.	Побудова моделей методами штучних нейронних мереж.	2
10.	Побудова ансамблів моделей машинного навчання.	2
11.	Навчання без вчителя: метод головних компонент і кластеризація.	2
12.	Дослідження систем замкненої системи регулювання з 2-х та 3-х позиційними регуляторами.	2
13.	Згорткові нейронні мережі для розпізнавання об'єктів.	2
14.	Рекурентні нейронні мережі для синтезу розмовної мови.	2

15.	Генеративно-змагальні мережі для генерації зображень.	2
16.	Реалізація тюнінгу гіперпараметрів згорткової нейронної мережі.	4
	Разом	36

8. Самостійна робота

№	Назва теми/питання для підготовки, завдання	Кількість годин
1.	Первинний аналіз даних з PANDAS.	4
2.	Візуальний аналіз даних з Seaborn і Matplotlib.	4
3.	Класифікація. Дерева рішень.	4
4.	Логістична регресія.	6
5.	Класифікація з використанням випадкового лісу.	4
6.	Регресія, регуляризація.	4
7.	Навчання без вчителя.	4
8.	Алгоритм Vowpal Wabbit.	4
9.	Аналіз часових рядів з Python.	4
10.	Градiєнтний бустинг.	4
11.	Двошаровий перцептрон.	4
12.	Локальні мінімуми функції помилки.	4
13.	Згорткові нейронні мережі.	4
14.	Рекурентні нейронні мережі.	4
15.	Глибинне навчання з підкріпленням.	6
16.	Генеративно-змагальні мережі.	4
	Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ): Доповідь та мультимедійна презентація за темами: 1. Застосування методів глибинного навчання для розв'язання задач класифікації зображень 2. Рекурентні нейронні мережі для обробки послідовностей. 3. Алгоритми навчання з підкріпленням. 4. Методи зменшення розмірності даних для покращення ефективності моделей машинного навчання. 5. Навчання з підкріпленням для створення ігор зі штучним інтелектом. 6. Машинне навчання в обробці природних мов.	10
	Разом	120

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

1. Структура – короткі повідомлення оформлюються на папері (2-3 сторінки) або у вигляді короткої презентації із використанням застосунків для створення презентацій. Друкований текст – 14 кегль, інтервал 1,5, Times New Roman. Вимогою до презентації є яскравість, інформативність,

презентабельність (5-7 слайдів для короткого повідомлення). *Усі матеріали мають супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.*

2. Критерії для оцінювання:

- своєчасність виконання;
- добросовісність та коректність у представленні текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);
- повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;
- творчий підхід до постановки і реалізації завдання;
- відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо).
- вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

3. Критерії щодо виконання та оцінювання ІНДЗ. Оформлене ІНДЗ розміщується в будь-якому «хмарному середовищі» із доступом викладача (адреса погоджується з викладачем). Критерії щодо оформлення та оцінювання співпадають із критеріями оцінювання самостійної роботи.

Тема індивідуального науково-дослідного завдання та терміни його подання узгоджуються з викладачем. Захист завдання відбувається не пізніше початку екзаменаційної сесії.

9. Методи навчання

1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

а) за джерелом інформації – словесні (пояснення, розповідь, бесіда), наочні (спостереження, демонстрація), практичні (моделювання).

б) за логікою передачі і сприймання навчальної інформації (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні);

в) за ступенем самостійності мислення (репродуктивні, пошукові, дослідницькі);

г) за ступенем керування навчальною діяльністю (під керівництвом викладача, самостійна робота студентів).

2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії, створення ситуації пізнавальної новизни, інтерактивні вправи та завдання.

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, лабораторна робота, самостійна робота, індивідуальне науково-дослідне завдання.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод.

Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод.

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання 2 контрольних робіт за змістовими модулями, захисту індивідуального завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, написання звітів до лабораторних робіт, їх захист, розв'язання практичних задач.

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Результати індивідуального завдання представляються на папері (2-3 сторінки) або у вигляді доповіді (7-10 хв), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів).

Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 10 балів за кожну роботу. При захисті роботи, за кожну правильну відповідь на запитання додається 1 бал. За неправильну відповідь, або її відсутність бали не додаються. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу не повинна перевищувати 14 балів. При виставленні підсумкової оцінки береться середня арифметична оцінка за всіма лабораторними роботами.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного контролю, контрольних робіт, індивідуального завдання та виконання лабораторних робіт за шкалою, що наведена нижче (п.12)

11. Питання для підготовки для поточного та підсумкового контролю.

1. Основні поняття і визначення машинного навчання.
2. Первинний аналіз даних.
3. Ознаки, вектори ознак.
4. Об'єкти, класи.
5. Класифікація.
6. Види навчання “з вчителем” і “без вчителя”.
7. Візуальний аналіз даних.
8. Лінійні методи класифікації.
9. Метод стохастичного градієнта.
10. Класифікація.
11. Дерева рішень.
12. Метод найближчих сусідів.
13. Метричні методи класифікації.

14. Метод найближчих сусідів і його узагальнення.
15. Критерій змінного контролю.
16. Узагальнений метричний класифікатор, поняття відступу.
17. Метод потенційних функцій, градієнтний алгоритм.
18. Відбір еталонів і оптимізація метрики.
19. Лінійні моделі класифікації і регресії.
20. Метод опорних векторів.
21. Основи методу опорних векторів.
22. Лінійно розділена вибірка.
23. Лінійно нерозділена вибірка.
24. Композиції: беггінг, випадковий ліс.
25. Структура дерев рішень.
26. Алгоритм побудови дерева рішень.
27. Навчання дерева рішень.
28. Алгоритм Random Forest.
29. Програмна реалізація дерева рішень.
30. Обробка пропусків.
31. Переваги та недоліки вирішальних дерев.
32. Побудова і відбір ознак.
33. Методи відновлення регресії.
34. Метод найменших квадратів.
35. Непараметрична регресія: ядерне згладжування.
36. Лінійна регресія.
37. Метод головних компонент.
38. Навчання без вчителя: РСА і кластеризація.
39. Вибір ознак і підготовка даних.
40. Вплив вибору набору ознак на результати класифікації.
41. Обробка відсутніх значень.
42. Перетворення ознак.
43. Вибір ознак на основі перевірки гіпотез.
44. Вибір підмножини ознак.
45. Контекстно-залежна класифікація.
46. Марківські ланцюги.
47. Алгоритм Вітербо.
48. Приховані марківські моделі.
49. Застосування марківських моделей в задачах розпізнавання голосу.
50. Аналіз часових рядів.
51. Експоненціальне згладжування.
52. Модель Хольта-Вінтерса.
53. Крос-валідація на часових рядах.
54. Лінійні та нелінійні моделі на часових рядах.
55. Вилучення ознак. Алгоритм XGBoost.
56. Бустинг та функції втрат.
57. Градієнтний бустинг.
58. Функціональний градієнтний бустинг.

59. Функції втрат класифікації.
60. Функції втрат регресії.
61. Багатошарові нейронні мережі.
62. Біологічний нейрон.
63. Персептрон.
64. Функції активації.
65. Повнота двошарових мереж в просторі булевих функцій.
66. Теореми Колмогорова, Стоуна, Горбаня.
67. Алгоритм зворотного поширення помилок.
68. Навчання в якості градієнтного спуску.
69. Локальні мінімуми функції помилки.
70. Алгоритм зворотного поширення.
71. Метод пошарового налаштування мережі.
72. Методи поступового ускладнення мережі, оптимальне проріджування нейронних мереж.
73. Основи згорткових нейронних мереж.
74. Глибокі згорткові моделі: практичні застосування.
75. Класифікація та сегментація нейронних мереж.
76. Рекурентні нейронні мережі.
77. Нейронна мережа Хопфілда.
78. Довга короткострокова пам'ять (LSTM).
79. Керований рекурентний блок.
80. Нейронний компресор історії даних.
81. Глибинне навчання з підкріпленням.
82. Система підкріплення та її види.
83. Генеративно-змагальні мережі.
84. Генеративна модель.
85. Дискримінантна модель.
86. Антагоністична гра.
87. Поліпшення глибинних нейронних мереж.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний та періодичний контроль																		Індивідуальне самостійне завдання	Сума балів (залік)
Змістовий модуль 1									Змістовий модуль 2										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	КР	ЛР	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	КР	ЛР
2	2	2	2	2	2	2	14	14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	14
																		10	100

T1...T16 – теми, КР – контрольна робота, ЛР – лабораторні роботи

Контрольна робота за змістовими модулями 1-2 здійснюється у формі письмових тестових завдань після вивчення матеріалу кожного змістового

модуля. Тестові письмові завдання для модульних контрольних робіт складаються з 14 (Змістовий модуль 1)/16 (Змістовий модуль 2) тестових завдань і відповідають змісту навчального матеріалу модуля. За кожну правильну відповідь на одне тестове завдання студент отримує 1 бал.

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Поточний контроль на лекціях	0-2	7	0-14
Виконання і захист лабораторних робіт	14	7	0-14 (середня)
Контрольна робота	14	1	0-14
Усього за змістовим модулем 1			0 - 42
Змістовий модуль 2			
Поточний контроль на лекціях	0-2	9	0-18
Виконання і захист лабораторних робіт	14	4	0-14 (середня)
Контрольна робота	16	1	0-16
Усього за змістовим модулем 2			0 - 48
Індивідуальне самостійне завдання			0 - 10
Підсумкова сума балів			0 - 100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботу), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D		
60-69	E	задовільно	не зараховано
35-59	FX	незадовільно	
1-34	F		

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
зараховано (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
зараховано (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
зараховано (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час

	зв'язків і формулювання висновків.	виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
не зараховано з можливістю повторного складання (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вмiє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус, конспекти лекцій; презентації; методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, первинний інструктаж з техніки безпеки, порядок виконання лабораторних робіт:

14. Рекомендована література Основна

1. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник /К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с..
2. Raschka S. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow / S. Raschka, V. Mirjalili. –2nd Ed. – Packt Publishing, 2017. – 622 p.
3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning: The MIT Press, 2016, 800 pp, ISBN: 0262035618
4. Могильний С. Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. – К., 2019. – 226 с.
5. Штовба С.Д. Machine learning: стартовий курс : електронний навчальний посібник / Штовба С.Д., Козачко О.М. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 81 с.

6. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж – Львів, 2006. – 140 с.
7. Коельо Л.П. Побудова систем машинного навчання на мові Python / Л.П. Коельо, В. Річарт. – К.: Видавнича група BHV, 2016. – 302 с.
8. Жерон О. Прикладне машинне навчання за допомогою Scikit-Learn і TensorFlow: концепції, інструменти і техніки для створення інтелектуальних систем / О. Жерон. – К: Діалектика, 2018. – 688 с.

Додаткова

1. Ilya A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks January 2012 Advances in neural information processing systems 25(2) DOI: 10.1145/3065386
2. Sutton R., Barto A. Reinforcement Learning: An Introduction Second edition November 5, 2017 A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
3. Lutz M. Learning Python / M. Lutz. – 4th. Ed. – O'Reilly Media, 2009. – 1280 p.
4. McKinney W. Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Ipython / W. McKinney. – 2nd. Ed. – O'Reilly Media, 2017. – 550 p.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <https://mon.gov.ua/> – офіційний сайт Міністерства освіти і науки України;
2. <http://nbuv.gov.ua/> - Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
3. <http://www.dnrb.gov.ua/> - Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
4. <http://onu.edu.ua/>- Сайт бібліотеки ОНУ імені І.І. Мечникова;
5. <http://odnb.odessa.ua/> - Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;
6. <http://korolenko.kharkov.com/> - Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.