

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра вищої математики та інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету математики
і інформатики

Євген МЕНЯЙЛОВ



серпень 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

галузь знань F – Інформаційні технології

E – Природничі науки, математика та статистика

(шифр і назва)

спеціальність (предметна спеціальність) F3 – Комп'ютерні науки

E6 – Прикладна фізика та наноматеріали

(шифр, назва напрямку)

освітня програма Квантові технології та квантові обчислення

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр, назва спеціалізації)

вид дисципліни обов'язкова

(обов'язкова / за вибором)

факультет ННІ «Фізико-технічний факультет»

(назва ННІ/факультету)

2025/2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики

“26” серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Олександр ДЕЙНЕГА, доктор філософії з комп'ютерних наук, викладач закладу вищої освіти каф. вищої матем. та інф.

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики та інформатики

Протокол від “ 26 ” серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри вищої математики та інформатики


 _____ Віктор ЛИСИЦЯ
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) _____
Квантові технології та квантові обчислення
 назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми (керівником проектної групи)

_____ Квантові технології та квантові обчислення
 назва освітньої програми
 _____ Андрій ГАХ
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією

_____ ННІ «Фізико-технічний факультет»
 назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “27” серпня 2025 року № 12.

Голова науково-методичної комісії
 ННІ «Фізико-технічний факультет»


 _____ Уляна МАЛОВИЦЯ
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи машинного навчання» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Квантові технології та квантові обчислення»

магістерського рівня вищої освіти

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (предметна спеціальність) F3 – Комп’ютерні науки
E6 – Прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Мета** викладання навчальної дисципліни – забезпечити здобувачів вищої освіти глибокими знаннями та практичними навичками в області машинного навчання, включаючи контрольоване навчання, навчання без вчителя, та навчання з підкріпленням. Основна мета полягає у формуванні компетенцій, необхідних для розробки, тренування та валідації ефективних моделей машинного навчання, що можуть бути застосовані у різноманітних сферах, від бізнесу до наукових досліджень.

1.2. **Основні завдання** вивчення дисципліни:

- Забезпечення знань про основні типи машинного навчання: контрольоване, неконтрольоване та навчання з підкріпленням;
- Розвиток умінь у роботі з ключовими алгоритмами та моделями, такими як лінійна та логістична регресія, нейронні мережі, дерева рішень, та рекомендаційні системи;
- Вивчення методів підготовки даних, тренування моделей, оцінювання їхньої ефективності та інтерпретації результатів;
- Розвиток практичних навичок використання сучасних бібліотек та інструментів машинного навчання, як-от scikit-learn, TensorFlow та PyTorch.

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120 год.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Обов’язкова | |
| Денна форма навчання | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки | |

| | |
|--------------------------------|------|
| 1-й | -й |
| Семестр | |
| 1-й | -й |
| Лекції | |
| 32 год. | год. |
| Практичні, семінарські заняття | |
| 32 год. | год. |
| Лабораторні заняття | |
| год. | год. |
| Самостійна робота | |
| 56 год. | год. |
| Індивідуальні завдання | |
| год. | |

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

Загальні компетентності

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК05. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК07. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК08. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності

- ФК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.
- ФК02. Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.
- ФК03. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
- ФК04. Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом.
- ФК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ- проектів, інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних та комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних та комп'ютерних систем.
- ФК06. Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.

ФК08. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики при вивченні та дослідженні фізичних явищ і процесів.

ФК10. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем.

ФК13. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК17. Здатність планувати і виконувати наукові дослідження у сфері комп'ютерних наук та квантової інженерії.

ФК19. Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проєктних рішень.

ФК20. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

ФК21. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування міждисциплінарних задач у сфері комп'ютерних наук та прикладної фізики.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна.

ПРН1. 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.

ПРН2. 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.

ПРН4. Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

ПРН6. Створювати та досліджувати інформаційні та математичні моделі систем і процесів, що досліджуються, зокрема об'єктів автоматизації.

ПРН7. Розробляти та викладати спеціалізовані навчальні дисципліни з інформаційних технологій у закладах вищої освіти.

ПРН12. Вміти вибирати методи і моделювати явища та процеси в динамічних системах, а також аналізувати отримані результати.

ПРН14. Вміти застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових інженерних завдань.

ПРН17. Вміти здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел.

ПРН19. Вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціалізації з

урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

ПРН22. Вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв'язання інженерних задач обраної спеціалізації та проведення досліджень.

ПРН26. Здатність адаптуватись до нових умов та самостійно приймати рішення.

ПРН27. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

ПРН30. Розробляти концептуальну модель, архітектурні рішення інформаційної або комп'ютерної системи різного призначення та застосовувати математичні методи для їх аналізу, оцінки та забезпечення якості.

ПРН31. Розробляти математичні моделі, методи, алгоритмічне та програмне забезпечення аналізу даних (включно з великим).

ПРН32. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у міждисциплінарній сфері комп'ютерних наук та прикладної фізики, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

ПРН33. Виконувати дослідження у міждисциплінарній сфері комп'ютерних наук та прикладної фізики.

ПРН34. Тестувати програмне забезпечення, виявляти та усувати проблемні ситуації в процесі експлуатації програмного забезпечення, формулювати завдання для його модифікації або реінжинірингу.

ПРН35. Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.

1.8. Пререквізити: немає.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Контрольоване машинне навчання: регресія та класифікація.

Тема 1. Вступ до машинного навчання.

Основні поняття машинного навчання, історія розвитку та сучасне застосування. Різні типи машинного навчання: контрольоване, неконтрольоване та навчання з підкріпленням. Алгоритми, що лежать в основі регресії та класифікації, та їх значення для розв'язання реальних проблем у різних галузях, таких як фінанси, охорона здоров'я тощо. Огляд базових методологій, які використовуються для підготовки даних, тренування моделей, тестування та валідації їхньої точності.

Тема 2. Регресія з декількома змінними.

Регресійний аналіз з використанням кількох змінних. Математичне формулювання багатовимірної регресії, методи оцінки параметрів моделі, такі як метод найменших квадратів, та інтерпретація регресійних коефіцієнтів. Питання діагностики моделей, такі як мультиколінеарність та гетероскедастичність, і

методи їх вирішення. Практичні приклади аналізу даних з використанням програмного забезпечення.

Тема 3. Класифікація.

Класифікація (як основний тип задач у машинному навчанні). Вплив кількості класів та балансу даних на якість моделі класифікації. Організація навчальних та тестових даних. Шаблони прийняття рішень та їх значення. Правила визначення метрик якості моделі. Особливості використання дерев рішень і ансамблів (бегінг, бустинг). Репрезентація характеристик у пам'яті комп'ютера, які впливають на класифікацію. Обґрунтування доцільності використання нейронних мереж для задач класифікації з великою кількістю даних.

Розділ 2. Розширені алгоритми навчання.

Тема 4. Нейронні мережі.

Нейронні мережі як фундаментальний компонент глибокого навчання. Основні концепції та архітектури нейронних мереж, включно з перцептронами, багатошаровими перцептронами та зворотним поширенням помилок. Активаційні функції, проблема зникнення градієнта та методи її вирішення. Практичні застосування нейронних мереж у різних областях, як-от розпізнавання образів та обробка природної мови.

Тема 5. Тренування нейронних мереж.

Тренування нейронних мереж. Процес оптимізації ваг нейронних мереж, включаючи методи градієнтного спуску та його варіації, такі як стохастичний градієнтний спуск, Adam та RMSprop. Важливість розбиття даних на навчальну, валідаційну та тестову вибірки для оцінювання ефективності моделі. Методи запобігання перенавчанню, такі як регуляризація та методи ранньої зупинки.

Тема 6. Поради щодо застосування машинного навчання.

Практичне застосування машинного навчання в реальних проектах. Процес формулювання задачі машинного навчання, вибір відповідних алгоритмів та оцінка їх ефективності. Підготовка та аналіз даних, вибір метрик для оцінки моделей та інтерпретація результатів.

Тема 7. Дерева рішень.

Дерева рішень у машинному навчанні для класифікації та регресії. Алгоритми створення дерев: ID3, C4.5, CART. Основні параметри та варіанти використання. Вибір атрибутів за допомогою інформаційного приросту та індексу Джині. Переваги та недоліки дерев рішень, схильність до перенавчання та методи боротьби, зокрема обрізка дерева.

Розділ 3. Навчання без учителя, навчання з підкріпленням.

Тема 8. Навчання без учителя.

Основні концепції та методи навчання без учителя, методологія машинного навчання, яка використовується для аналізу та кластеризації нерозмічених даних. Алгоритми кластеризації, такі як k-means, алгоритми ієрархічної кластеризації та методи зниження розмірності, включаючи PCA (аналіз головних компонент) та t-SNE. Варіанти застосування цих методів для розуміння структури даних, виявлення аномалій та автоматичного групування даних за схожістю без попередньо визначених категорій.

Тема 9. Рекомендаційні системи.

Основи та методи розробки рекомендаційних систем. Типи рекомендаційних систем: колаборативна фільтрація, вмістово-орієнтована фільтрація. Гібридні підходи для підвищення точності рекомендацій. Виклики: холодний старт, проблема надмірної спеціалізації.

Тема 10. Навчання з підкріпленням.

Навчання з підкріпленням як вид машинного навчання. Основні поняття: агент, середовище, дії, стани, винагороди, політики. Ключові алгоритми: Q-навчання, SARSA, глибоке навчання з підкріпленням. Практичні застосування: ігри, автономне водіння, оптимізація процесів.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----------|------|------|-----------|--------------|--------------|----|------|------|-------|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | п | лаб. | інд. | с. р. | | л | п | лаб. | інд. | с. р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <i>Розділ 1. Контрольоване машинне навчання: регресія та класифікація.</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Тема 1. Вступ до машинного навчання.</i> | 10 | 4 | 2 | | | 4 | | | | | | |
| <i>Тема 2. Регресія з декількома змінними.</i> | 12 | 4 | 2 | | | 6 | | | | | | |
| <i>Тема 3. Класифікація.</i> | 12 | 2 | 4 | | | 6 | | | | | | |
| <i>Контрольна робота</i> | 2 | | 2 | | | | | | | | | |
| Разом за розділом 1 | 36 | 10 | 10 | | | 16 | | | | | | |
| <i>Розділ 2. Розширені алгоритми навчання.</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Тема 4. Нейронні мережі.</i> | 12 | 4 | 2 | | | 6 | | | | | | |
| <i>Тема 5. Тренування нейронних мереж.</i> | 12 | 2 | 4 | | | 6 | | | | | | |
| <i>Тема 6. Поради щодо застосування машинного навчання.</i> | 12 | 4 | 2 | | | 6 | | | | | | |
| <i>Тема 7. Дерева рішень.</i> | 12 | 2 | 4 | | | 6 | | | | | | |
| Разом за розділом 2 | 48 | 12 | 12 | | | 24 | | | | | | |
| <i>Розділ 3. Навчання без учителя, навчання з підкріпленням.</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Тема 8. Навчання без учителя.</i> | 12 | 4 | 4 | | | 4 | | | | | | |
| <i>Тема 9. Рекомендаційні системи.</i> | 12 | 4 | 2 | | | 6 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|----|----|--|--|----|--|--|--|--|--|
| Тема 10. Навчання з підкріпленням. | 12 | 2 | 4 | | | 6 | | | | | |
| Разом за розділом 3 | 36 | 10 | 10 | | | 16 | | | | | |
| Усього годин | 120 | 32 | 32 | | | 56 | | | | | |

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Виконання лінійної та багатовимірної регресії з використанням бібліотеки scikit-learn. | 2 |
| 2 | Побудова класифікаторів, таких як k-найближчих сусідів та опорних векторів, та аналіз їх результатів. | 4 |
| 3 | Застосування та налаштування нейронних мереж за допомогою TensorFlow та Keras. | 2 |
| 4 | Тренування моделей глибокого навчання для розпізнавання образів та класифікації текстів. | 4 |
| 5 | Застосування дерев рішень та випадкових лісів для розв'язання реальних задач. | 2 |
| 6 | Аналіз головних компонент (PCA) та кластеризація даних методом k-середніх. | 4 |
| 7 | Розробка рекомендаційних систем з використанням колаборативної фільтрації. | 2 |
| 8 | Імплементация стратегій навчання з підкріпленням для автоматизованих ігрових агентів. | 4 |
| 9 | Використання інструментів для візуалізації даних та результатів аналізу. | 2 |
| 10 | Практичні завдання на аналіз тексту та обробку природної мови. | 4 |
| 11 | Контрольна робота (1) | 2 |
| | Разом | 32 |

5. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Завдання на тему: "Основи машинного навчання: Вивчити історію розвитку та основні концепції". | 4 |
| 2 | Завдання на тему: "Аналіз та реалізація регресії з кількома змінними на реальних даних". | 4 |
| 3 | Завдання на тему: "Розробка та оцінка класифікаційних моделей на вибраних датасетах". | 6 |
| 4 | Завдання на тему: "Створення та навчання базової моделі нейронної мережі". | 6 |
| 5 | Завдання на тему: "Тренування та оптимізація нейронних мереж на практичних прикладах". | 6 |
| 6 | Завдання на тему: "Застосування практичних порад для покращення моделей машинного навчання". | 6 |
| 7 | Завдання на тему: "Побудова та аналіз моделі дерева рішень для специфічних задач". | 6 |

| | | |
|----|--|----|
| 8 | Завдання на тему: "Використання методів навчання без вчителя для кластеризації даних". | 6 |
| 9 | Завдання на тему: "Проектування рекомендаційної системи для електронної комерції". | 6 |
| 10 | Завдання на тему: "Розробка стратегій навчання з підкріпленням для ігрових аплікацій". | 6 |
| | Разом | 56 |

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено

7. Методи навчання

При проведенні визначених планом видів занять використовуються такі методи:

1. Під час викладання навчального матеріалу:
 1. словесні (бесіда, пояснення, розповідь, інструктаж);
 2. наочні (ілюстрування, демонстрація, самостійне спостереження);
 3. практичні (вправи, практичні роботи, дослідні роботи).
2. За організаційним характером навчання:
 - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи контролю та самоконтролю у навчанні;
 - бінарні (поєднання теоретичного, наочного, практичного) методи навчання.
3. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: індуктивно-дедукційні, репродуктивні, прагматичні, дослідницькі, проблемні тощо.
4. Лекції, практичні заняття, проведення поточного та підсумкового контролю здійснюються з використанням елементів дистанційного навчання в системі LMS Moodle та програми для організації відео-конференцій ZOOM Workplace.

8. Методи контролю

- облік відвідування лекцій і практичних занять;
- контрольна робота;
- перевірка виконання домашніх завдань;
- експрес-опитування на початку лекцій;
- підсумкова залікова робота.

9. Схема нарахування балів

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | | | | | | | | | | Контрольні роботи, передбачені навчальним планом | Разом | Залік | Сума |
|--|----|----|----------|----|----|----|----------|----|-----|--|-------|-------|------|
| Розділ 1 | | | Розділ 2 | | | | Розділ 3 | | | | | | |
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | 10 | 60 | 40 | 100 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | |

T1, T2, ..., T10 – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Критерії оцінювання навчальних досягнень з кожної теми

| Оцінка в балах | Пояснення |
|---|--|
| <i>Критерії оцінювання завдання в 5 балів</i> | |
| 5 балів | Бездоганні знання теми: надання аргументованих, правильних відповідей на теоретичні питання, ґрунтовних відповідей на додаткові запитання з теми, вільне володіння навчальним матеріалом, уміння ефективно застосовувати набуті теоретичні знання для вирішення практичних завдань, безпомилкове розв'язання практичних завдань з повним поясненням. |
| 4 бали | Здобувач освіти демонструє загальне розуміння теоретичного матеріалу теми. У відповідях можуть траплятися поодинокі неточності, які студент швидко і правильно виправляє після уточнюючого запитання викладача. Студент у більшості випадків правильно застосовує теоретичні знання під час виконання практичних завдань; може допустити незначні помилки, але виправляє їх самостійно після короткого коментаря чи підказки. Приклади та пояснення наводить, хоча інколи з невеликою затримкою. |
| 3 бали | Здобувач освіти має помітні труднощі у відповідях на теоретичні питання: допускає кілька неточностей або помилок, не завжди може одразу пояснити матеріал чи навести приклад. Потребує додаткових уточнюючих запитань або допомоги викладача, щоб скоригувати відповідь. Під час виконання практичних завдань студент допускає більше незначних помилок, інколи потребує пояснень або спрямувань, щоб їх виправити. Самостійно застосовує набуті знання, але робить це не завжди впевнено. |
| 1-2 бал | Відповіді на теоретичні питання теми містять суттєві помилки; здобувач освіти демонструє часткове розуміння матеріалу, але має значні труднощі із застосуванням знань для вирішення практичних завдань; під час розв'язання завдань припускається численних помилок і здатний виправити лише частину з них після детальних пояснень викладача. |
| 0 балів | Якщо здобувач освіти не приступав до вирішення завдань чи зовсім не володіє теоретичними та практичними знаннями для вирішення поставлених задач. |

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бездоганно виконана контрольна робота оцінюється у 10 балів.

Якщо при вирішенні завдання допущено одну несуттєву помилку – задача

оцінюється у 9,5 балів.

Якщо здобувачем освіти допущено 2 несуттєвих помилки, але рішення у цілому було логічно правильним – 9 балів.

При вирішенні завдання допущено 1 логічну помилку, яка несуттєво вплинула на остаточний результат – оцінка 8,5 балів.

Завдання у цілому вирішувалась правильно, але було допущено 2 логічних помилки, відповідь завдання отримана (з урахуванням допущених помилок) – задача оцінюється у 8 балів.

Здобувач освіти правильно використовує теоретичний матеріал, хід виконання завдання у цілому правильний, задача майже виконана, але не отримана остаточна відповідь – 7 балів.

Здобувач освіти знає, які теоретичні знання необхідні для вирішення завдання, більшість з них правильно використовує, у цілому розуміє хід рішення завдання, але припускається логічних помилок, остаточна відповідь не отримана – 6 балів.

Здобувач освіти правильно вирішує окремі частини завдання, деякі з них правильно логічно пов'язує, правильно використовує теоретичні знання – 5 балів.

Здобувач освіти знає теорію частково, правильно їх використовує, але не до кінця розуміє логіку вирішення завдання – 4 балів.

Окремі частини завдання вирішені правильно, але студент логічно їх не пов'язує – 3 бали.

Здобувач освіти знає теорію частково, невірно застосовує її знання для вирішення практичного завдання – 2 бали.

Здобувач освіти частково продемонстрував лише знання теоретичного матеріалу – 1 бал.

Критерії оцінювання залікової роботи

| Оцінка в балах | Критерії оцінки | Пояснення |
|----------------|-----------------|--|
| 36-40 | 90-100% | Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, сформовано необхідні практичні навички з освоєним матеріалом, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано в повному обсязі, відмінна робота без помилок або роботи з однією незначною помилкою |
| 28-35 | 70-89% | Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконано з помилками, робота з декількома |

| | | |
|-------|--------|--|
| | | незначними помилками, або з однією-двома значними помилками |
| 20-27 | 50-69% | Теоретичний зміст курсу засвоєно неповністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки, робота з трьома значними помилками |
| 0-19 | 0-49% | Теоретичний зміст курсу не засвоєно, необхідні практичні навички роботи з навчальним матеріалом не сформовано, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткову самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значного підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки |

Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка |
|--|----------------------------------|
| | для дворівневої шкали оцінювання |
| 90-100 | зараховано |
| 70-89 | |
| 50-69 | |
| 1-49 | незараховано |

10. Рекомендована література

Основна література

1. Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning* (4th ed.). MIT Press.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
3. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: with applications in R* (2nd ed.). Springer.
4. Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press.
5. Raschka, S., & Mirjalili, V. (2019). *Python machine learning: Machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2* (3rd ed.). Packt Publishing.
6. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press.
7. Zhou, Z. H. (2021). *Machine learning* (1st ed.). Springer.

Допоміжна література

1. Brownlee, J. (2016). *Machine Learning Mastery With Python: Understand Your Data, Create Accurate Models and work Projects End-to-End*. Machine Learning Mastery.
2. Chollet, F. (2018). *Deep learning with Python* (2nd ed.). Manning Publications.
3. Géron, A. (2019). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems* (2nd ed.). O'Reilly Media.
4. Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

[Machine Learning Specialization \[3 courses\] \(Stanford\) | Coursera](#)