

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерно – інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
Кафедра систем штучного інтелекту та аналізу даних
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
Ігор БАРАН
« 1 » 2025 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Машинне навчання

галузь знань	12 «Інформаційні технології» (шифр і назва галузі знань)
рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень (назва)
спеціальність	124 "Системний аналіз" (шифр і назва)
освітня програма	Інтелектуальний аналіз даних (назва)
спеціалізація	 (назва)
вид дисципліни	обов'язкова (обов'язкова / вибіркова)

Тернопіль - 2025 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни «Машинне навчання»

(назва дисципліни)

для студентів факультету комп'ютерно – інформаційних систем і програмної інженерії

(назва факультету)

Розробники:

професор кафедри систем штучного інтелекту
та аналізу даних,

доктор технічних наук, професор

(посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

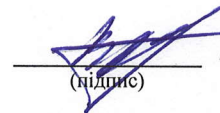
/Олег ЯСНІЙ /
(ініціали та прізвище)

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні
кафедри систем штучного інтелекту та аналізу даних

(назва)

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри



(підпис)

/ Василь ЯЦИШИН /
(ініціали та прізвище)

Робочу програму розглянуто та схвалено НМК

факультету комп'ютерно – інформаційних систем і програмної інженерії

(назва)

Протокол від «01 » вересня 2025 року № 1

Секретар НМК



(підпис)

/ Богдана МЛИНКО /
(ініціали та прізвище)

Робочу програму погоджено:

Спеціальність 124 «Системний аналіз»

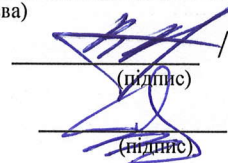
(шифр і назва)

освітня програма «Інтелектуальний аналіз даних»

(назва)

Завідувач випускової кафедри

Гарант освітньої програми



(підпис)

/ Василь ЯЦИШИН /
(ініціали та прізвище)

/ Олег ЯСНІЙ /
(ініціали та прізвище)

1. Структура навчальної дисципліни

Показник	Всього годин
	Денна форма навчання
Кількість кредитів/годин	9/270
Аудиторні заняття, год.	120
Самостійна робота, год.	150
Аудиторні заняття:	
- лекції, год.	60
- лабораторні роботи, год	60
Самостійна робота:	
- опрацювання лекційного матеріалу	30
- підготовка до лабораторних робіт	30
- опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	
- виконання контрольних завдань	
- виконання індивідуальних завдань	
- виконання курсових проєктів (робіт)	30
- підготовка та складання заліків, екзаменів, - контрольних робіт, рефератів, есе, тестування	60
Екзамен	7, 8

Частка годин самостійної роботи студента:

- денна форма навчання – 56 %

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Машинне навчання» є сформулювати у здобувачів освіти теоретичні знання та практичні навички побудови, аналізу й застосування алгоритмів машинного навчання для розв'язування прикладних задач у різних галузях.

2.2. Завдання навчальної дисципліни «Машинне навчання».

Надати студентам фундаментальні знання про основні алгоритми машинного навчання, їх класифікацію та сфери застосування.

Навчити будувати, тренувати та оцінювати моделі машинного навчання для задач класифікації, регресії, кластеризації та зменшення розмірності.

Ознайомити з сучасними інструментами та бібліотеками (наприклад, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch) для реалізації моделей машинного навчання.

Розвинути навички аналізу якості моделей, виявлення перенавчання та оптимізації гіперпараметрів.

- Сформувати здатність застосовувати машинне навчання для розв'язування

прикладних задач у науці, бізнесі, медицині, техніці тощо.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

Загальні компетентності

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K10. Здатність працювати автономно.

K12. Здатність працювати в команді.

Спеціальні компетентності:

K17. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.

K18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.

K20. Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, виокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формувати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними.

K21. Здатність формувати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування.

K22. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних.

K23. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.

K24. Здатність організовувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення.

K26. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них.

K28. Здатність створювати, обґрунтовувати та програмно реалізовувати методи інтелектуального аналізу даних на основі підходів штучного інтелекту.

K29. Здатність розгортати та підтримувати моделі машинного навчання в гетерогенних інформаційних та програмно-апаратних середовищах.

програмні результати навчання:

ПР02. Вміти використовувати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою,

застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо.

ПР03. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.

ПР10. Знати архітектуру сучасних обчислювальних систем і комп'ютерних мереж.

ПР14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.

ПР18. Знати та вміти застосовувати методи і засоби інтелектуального аналізу даних, обґрунтовувати та програмно реалізовувати їх на основі підходів штучного інтелекту.

ПР19. Знати принципи роботи та вміти використовувати інструменти розгортання та підтримки моделей машинного навчання в гетерогенних інформаційних та програмно-апаратних середовищах.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

VII семестр

№ з/п	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин
		ДФН
1.	Тема 1. Вступ до машинного навчання: поняття, історія, застосування Поняття машинного навчання. Історія машинного навчання. Основні типи навчання. Застосування машинного навчання. Ключові етапи проєкту з машиного навчання	2
2.	Тема 2. Типи навчання: з учителем, без учителя, навчання з підкріпленням Ознайомлення з поняттям навчання з учителем та його прикладами: класифікація, регресія. Вивчення навчання без вчителя зокрема кластеризації та пошуку шаблонів у даних. Аналіз навчання з підкріпленням (reinforcement learning) — взаємодія агента з середовищем через нагороди. Порівняння типів навчання за структурою даних, метою та алгоритмами. Розгляд практичних кейсів для кожного типу навчання у реальних додатках.	2
3.	Тема 3. Проблема навчання та узагальнення Навчання моделі. Узагальнення. Перенавчання. Недонавчання. Регуляризація.	2
4.	Тема 4. Навчання і тестування моделей Навчання моделі. Тестування моделі. Поділ даних. Метрики якості. Крос-валідація.	2

5.	Тема 5. Метрики якості: точність, повнота, F1 Точність. Повнота. F1-міра. Вибір метрики якості	2
6.	Тема 6. Лінійна регресія Лінійна регресія як базовий алгоритм машинного навчання. Вигляд моделі. Методи навчання моделі. Градієнтний спуск. Регуляризація. Сфера застосування та обмеження моделі	2
7.	Тема 7. Логістична регресія Логістична регресія як базовий алгоритм класифікації. Сигмоїдна функція. Максимізація правдоподібності. Мінімізація логістичної втрати. Сфера застосування та обмеження моделі	2
8.	Тема 8. Градієнтний спуск Градієнтний спуск як ітеративний метод оптимізації. Оновлення параметрів моделі. Ключові гіперпараметри моделі, швидкість навчання. Варіанти градієнтного спуску: стохастичний, міні-батч, градієнтний спуск з моментом. Важливість вибору швидкості навчання та початкових параметрів. Застрягання в локальному мінімумі або розбіжність алгоритму.	2
9	Тема 9. Регуляризація: L1, L2 Регуляризація як метод боротьби з перенавчанням. L1-регуляризація. L2-регуляризація. Вибір між L1 та L2 залежно від задачі. Комбінована регуляризація	2
10	Тема 10. Вибір гіперпараметрів Поняття гіперпараметрів моделі. Вибір гіперпараметрів, їх вплив на якість моделі, здатність узагальнювати, та швидкість збіжності. Основні методи пошуку: перебір, випадковий пошук та баєсівська оптимізація. Крос-валідація як засіб оцінки якості гіперпараметрів. Автоматизований вибір гіперпараметрів.	2
11	Тема 11. Дерева прийняття рішень Дерева прийняття рішень як інтуїтивно зрозумілі моделі. Умова розділення. Передбачення класу або значення. Алгоритм навчання дерева. Максимізація інформаційного приросту. Зменшення ентропії. Схильність дерев до перенавчання. Дерева прийняття рішень як основа для ансамблевих методів.	2
12	Тема 12. Випадковий ліс Випадковий ліс як ансамблевий метод. Вибір випадкової вибірки даних та випадкової підмножини ознак. Забезпечення різноманітності. Підсумкове передбачення методом голосування або	2

	усереднення залежно від задачі. Переваги методу. Основні гіперпараметри методу.	
13	Тема 13. Бустінг Бустінг як ансамблевий метод. Основні види бустінгу. Переваги та недоліки бустінгу. Підбір гіперпараметрів. Сучасні реалізації методів бустінгу: XGBoost, LightGBM, CatBoost.	2
14	Тема 14. Перенавчання та контроль складності Перенавчання, Основні ознаки перенавчання. Контроль складності моделі. Крос-валідація як метод виявлення перенавчання та спосіб підібрати оптимальні гіперпараметри. Баланс між складністю та узагальненням.	2
15	Тема 15. Візуалізація дерев Візуалізація дерев як спосіб інтерпретувати логіку моделі. Вузол дерева як місце зберігання інформації про ознаку, поріг розділення, кількість прикладів і прогнозований клас або значення. Візуалізація як метод виявити надмірну глибину, нерівномірні розділення та ознаки, що домінують у прийнятті рішень. Графічне представлення дерева як важливий етап у поясненні моделі.	2
16	Тема 16. Метод опорних векторів Метод опорних векторів як алгоритм класифікації. Основна ідея методу. Ефективність методу у просторах високої розмірності та у випадку нелінійних даних завдяки функціям ядра. Важливі параметри регуляризації: коефіцієнт регуляризації, параметри ядра. Застосування методу опорних векторів.	
	Разом за VII семестр	32

VIII семестр

№ з/п	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин
		ДФН
17.	Тема 17. Ядрові методи Ядрові методи як спосіб моделювати нелінійні залежності. Основна ідея методу. Популярні ядра. Застосування ядрових методів. Вплив вибору ядра та його параметрів на якість моделі.	2
18.	Тема 18. Кластеризація Кластеризація як метод навчання без учителя. Основні методи кластеризації: K-means, DBSCAN. Переваги та недоліки методів. Вибір методу залежно від задачі.	2

19.	Тема 19. Зменшення розмірності Зменшення розмірності як процес перетворення даних без значної втрати інформації. Основні методи зменшення розмірності: PCA, t-SNE. Переваги та недоліки методів зменшення розмірності. Сфера застосування методів зменшення розмірності.	2
20.	Тема 20. Вибір кількості кластерів Вибір оптимальної кількості кластерів як критичний етап кластеризації. Метод ліктя аналізу зміни дисперсії при збільшенні кількості кластерів. Силуетний коефіцієнт. Альтернативні підходи. Вибір кількості кластерів залежно від природи даних, задачі, методу кластеризації та вимог до точності та узагальнення.	2
21.	Тема 21. Вступ до нейронних мереж Нейронні мережі як обчислювальні моделі, натхненні біологічною структурою мозку. Нейрон як основний елемент нейронної мережі. Будова нейронної мережі. Вхідний шар, приховані шари та вихідний шар. Навчання мережі, зворотне поширення помилки та градієнтний спуск. Нейронні мережі як основа глибинного навчання.	2
22.	Тема 22. Персептрон, багатошарові мережі. Персептрон як найпростіша модель нейронної мережі. Будова персептрона, входи, ваги, функції активації, вихід. Правило оновлення ваг. Багатошаровий персептрон. Навчання багатошарового персептрона. Багатошарові мережі як фундамент для глибинного навчання.	2
23.	Тема 23. Функції активації. Функції активації як спосіб визначити, як нейрон реагує на вхідні сигнали та засіб навчатися нелінійним залежностям. Найпоширеніші функції активації: Sigmoid, Tanh, ReLU, Leaky ReLU, ELU, Softmax. Переваги та недоліки функцій активації. Вибір функції активації	2
24.	Тема 24. Зворотне поширення помилки. Зворотне поширення помилки як алгоритм навчання нейронних мереж. Правило градієнтного спуску. Дві фази алгоритму: прямий прохід та зворотній прохід. Ключові елементи методу: правило похідної складеної функції, локальні градієнти та активаційні функції. Застосування алгоритму	2

25.	Тема 25. Випадкове вимикання нейронів. Метод нормалізації активації в межах одного батчу. Випадкове вимикання нейронів як техніка регуляризації. Метод нормалізації активації у межах одного батчу як спосіб прискорити навчання та стабілізувати градієнти. Метод нормалізації активації як спосіб зменшити залежність від початкових значень параметрів і пришвидшити навчання. Застосування технік у глибинному навчанні.	2
26	Тема 26. Scikit-learn: базові інструменти Бібліотека для машинного навчання Python Scikit-learn. Основні модулі бібліотеки. Підтримка пайплайнів. Ключові інструменти бібліотеки. Інтеграція бібліотеки з Pandas, Numpy та Matplotlib.	2
27	Тема 27. TensorFlow / PyTorch TensorFlow і PyTorch як дві провідні бібліотеки для реалізації нейронних мереж і глибокого навчання, які підтримують автоматичне диференціювання та GPU-прискорення. Сфери застосування бібліотек. Підтримка високорівневих API. Засоби для навчання, оптимізації, логування та візуалізації. Вибір між TensorFlow і PyTorch залежно від цілей	2
28	Тема 28. Навчання без учителя Навчання без учителя як тип машинного навчання, де моделі виявляють структуру в даних без наявності міток або цільових значень. Основні задачі: кластеризація, зменшення розмірності, виявлення аномалій, асоціативний аналіз. Популярні алгоритми: K-Means, DBSCAN, Hierarchical Clustering, PCA, t-SNE, Autoencoders. Оцінка якості моделей без учителя, внутрішні метрики (силует, дисперсія) або візуалізація. Застосування навчання без учителя	2
29	Тема 29. Навчання з підкріпленням Навчання з підкріпленням як парадигма машинного навчання. Основні компоненти навчання з підкріпленням: агент, середовище, стани, дії, функція винагород та політика поведінки. Навчання з підкріпленням як Марківський процес прийняття рішень. Популярні алгоритми: Q-learning, SARSA, Policy Gradient, Deep Q-Networks. Застосування навчання з підкріпленням.	2
30	Тема 30. MLOps із застосуванням Python MLOps як набір практик, що поєднує машинне навчання, DevOps та управління життєвим циклом моделей. Python як основна мова MLOps.	2

	Екосистема бібліотек Python: MLflow, DVC, FastAPI, Airflow, Docker, Kubernetes SDK, scikit-learn, TensorFlow, PyTorch. Ключові етапи MLOps. Автоматизація експериментів, відстежування метрик, керування версіями моделей	
	Разом за VIII семестр	28

3.2. Лабораторні заняття

VII семестр

№	Тема заняття	Кількість годин
		ДФН
1.	Вступ до машинного навчання. Типи задач.	4
2.	Попередня обробка даних	4
3.	Розділення даних. Крос-валідація	4
4.	Лінійна регресія	4
5.	Логістична регресія	4
6.	Дерева рішень і Random Forest	4
7.	Методи опорних векторів (SVM)	4
8.	Кластеризація: K-середніх та DBSCAN	4
	Разом за VII семестр	32

VIII семестр

№	Тема заняття	Кількість годин
		ДФН
9.	Зниження розмірності: PCA та t-SNE	4
10.	Нейронні мережі: основи	3
11.	Глибоке навчання з TensorFlow або ML.NET	3
12.	Оцінка моделей. Метрики	3
13.	Рекомендаційні системи	3
14.	Обробка природної мови (NLP)	3
15.	Автоматичний підбір гіперпараметрів	3
16.	Розгортання моделі	3
17.	ML Ops: CI/CD, моніторинг	3
	Разом за VIII семестр	28

3.3. Самостійна робота

III семестр

№	Найменування робіт	Кількість годин
---	--------------------	-----------------

		ДФН
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2.	Підготовка до лабораторних робіт.	16
3.	Підготовка до модульних контролів та екзамену	9
	Разом за VII семестр	41

IV семестр

№	Найменування робіт	Кількість годин
		ДФН
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	14
2.	Підготовка до лабораторних робіт.	14
3.	Виконання курсових проєктів (робіт)	30
4.	Підготовка до модульних контролів та екзамену.	51
	Разом за VIII семестр	109

4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

VIII семестр

Форма підсумкового семестрового контролю – екзамен.

Модуль 1			Модуль 2			Підсумкова семестрова оцінка		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота					
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс	Практичне завдання	100
20	20		15	20				
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	15	10	
Лекція 1,2	Лабораторна робота №1	5	Лекція 9,10	Лабораторна робота №5	5			
Лекція 3,4	Лабораторна робота №2	5	Лекція 11,12	Лабораторна робота №6	5			
Лекція 5,6	Лабораторна робота №3	5	Лекція 13,14	Лабораторна робота №7	5			
Лекція 7,8	Лабораторна робота №4	5	Лекція 15,16	Лабораторна робота №8	5			

IV семестр

Модуль 1			Модуль 2			Підсумкова семестрова оцінка		Разом з дисцип-ліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота					
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота				
15	20		15	25		Теоретичний курс	Практичне завдання	100
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	15	10	
Лекція 17,18	Лабораторна робота №9	5	Лекція 25	Лабораторна робота №13	5			
Лекція 19,20	Лабораторна робота №10	5	Лекція 26	Лабораторна робота № 14	5			
Лекція 21,22	Лабораторна робота №11	5	Лекція 27	Лабораторна робота № 15	5			
Лекція 23,24	Лабораторна робота №12	5	Лекція 28,29	Лабораторна робота № 16	5			
			Лекція 30	Лабораторна робота № 17	5			

5. Навчально-методичне забезпечення

1. Сторінка курсу в A-Tutor, ID:6785. URL: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>

6. Рекомендована література

1. James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., & Taylor, J. (2023). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-38747-0>
2. Géron, A. (2022). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems (3rd ed.)*. O'Reilly Media.
3. Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed., Global Edition)*. Pearson.
4. *Машинне навчання : навчальний посібник / за науковою редакцією д.т.н., проф., В. В. Пасічника ; Т. М. Басюк, В. В. Литвин, Л. М. Захарія, Н. Е. Кунанець. – 3-тє видання, стереотипне. – Львів : «Новий Світ-2000», 2026. – 330 с. (Серія «Комп'ютинг»). ISBN 978-617-7519-42-2*
5. *Основи машинного навчання : навч. посіб. / В. О. Харченко. – Суми: Сумський державний університет, 2023. – 264 с.*

6. Наука про дані: машинне навчання та інтелектуальний аналіз даних – Електронний навчальний посібник / В. Б. Мокін, М. В. Дратований – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 263 с.

7. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу в A-Tutor, ID:6785. URL: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>
2. <http://python.org>
3. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/machine-learning/>
4. <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course?hl=uk>
5. [Machine Learning Courses & Tutorials | Codecademy](#)
6. <https://www.sololearn.com/en/learn/courses/le-machine-learning>

8. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни

[illegible]