

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. декана факультету  
комп'ютерних інформаційних  
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО



“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з  
науково-педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ



“ ” 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Машинне навчання»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 „Комп’ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Штучний інтелект”

### Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	3	6	28	28	3	8	53	120	6

31.08.2023

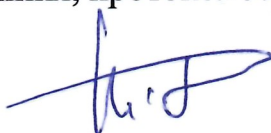
Тернопіль – ЗУНУ  
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Штучний інтелект» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 9 від 26 травня 2021 р.).

Робочу програму склала доцент кафедри ІОСУ, к.т.н. Христина ЛІП'ЯНІНА-ГОНЧАРЕНКО

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри



Мирослав КОМАР

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності „Комп'ютерні науки”, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Голова групи  
забезпечення спеціальності,  
д-р техн. наук, доцент



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної  
програми "Штучний інтелект",  
к.т.н, доцент



Василь КОВАЛЬ

## СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ " МАШИННЕ НАВЧАННЯ "

### 1. Опис дисципліни " Машинне навчання "

Дисципліна «Машинне навчання»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	<b>Статус дисципліни:</b> обов’язкова <b>Мова навчання:</b> Українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 3 Семестр: <i>Денна</i> – 6
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна</i> – 28 год.  Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 28 год.
Загальна кількість годин – 120		Самостійна робота: <i>Денна</i> – 53 год., Тренінг, КПЗ: <i>Денна</i> – 8 год.  Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 3 год.
Тижневих годин – 15, з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

## **2. Мета і завдання дисципліни**

### **" Машинне навчання "**

#### **2.1. Мета вивчення дисципліни**

Мета дисципліни – є навчання майбутніх спеціалістів сучасним методам побудови та аналізу різноманітних моделей машинного навчання, а також практичному застосуванню для вирішення деяких прикладних задач.

#### **2.2. Завдання вивчення дисципліни**

Завдання навчальної дисципліни «Машинне навчання»: ознайомити студентів із технологією машинного навчання; поглибити знання у сучасних методах та засобах, що використовуються при навчанні систем із штучним інтелектом; здобути практичні навички побудови моделей.

#### **2.3. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни:**

СК17. Здатність застосовувати методи та інструментальні засоби з основ теорії і практики машинного навчання.

СК18. Здатність вирішувати складні задачі обробки даних з використанням методів машинного навчання в різних галузях професійної діяльності.

#### **2.4. Передумови для вивчення дисципліни**

Курс базується на знаннях, одержаних при вивченні дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Чисельні методи та програмування», «Теорія ймовірності і математична статистика», «Основи комп'ютерних наук», «Алгоритми і структури даних», «Бази і сховища даних», «Сучасні парадигми програмування», «Методи та системи штучного інтелекту» та «Інтелектуальний аналіз даних».

#### **2.5. Результати навчання:**

ПР17. Застосовувати методи, інструментальні засоби та алгоритми машинного навчання для розв'язку задач класифікації, розпізнавання, прогнозування, кластерного і регресійного аналізу.

ПР18. Розробляти програмні модулі в предметних областях, що використовують парадигми машинного навчання та штучного інтелекту у стратегіях рішення задач.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **«Машинне навчання»**

#### ***Змістовий модуль 1 – Основи та методи машинного навчання***

##### **Тема 1. Основи машинного навчання.**

Основні поняття та історія машинного навчання. Способи нормалізації даних перед навчанням. Підготовка даних для машинного навчання. Види підходів до навчання: Supervised та Unsupervised. Переваги та недоліки кожного підходу

##### **Тема 2. Методи машинного навчання для задач кластеризації**

Визначення задачі кластеризації. Методи кластеризації: K-Means, DBSCAN, Hierarchical, ін. Оцінка якості кластеризації. Приклади використання

кластеризації в реальних задачах

### **Тема 3. Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання**

Лінійна регресія та її обмеження. Гребнева регресія (Ridge Regression). Лассо-регресія (Lasso Regression). Еластична регресія (Elastic Net). Важливість регуляризації в уникненні перенавчання

### **Тема 4. Методи опорних векторів (SVM)**

Опорні вектори та геометрія SVM. Лінійна класифікація за допомогою SVM. Функція ядра та нелінійна класифікація. Оцінка та налаштування параметрів SVM

### **Тема 5. Деревя рішень і правил**

Логічний підхід до класифікації. Алгоритм C4.5 для побудови дерев рішень. Обробка відсутніх значень у C4.5. Алгоритм CART та індекс Джині. Обмеження представлення дерев рішень і правил прийняття рішень.

### **Тема 6. Ансамблеве навчання**

Ансамблі моделей та їх переваги. Бустінг (Boosting), беггінг (Begging) та стекінг (Stacking) як методи комбінування моделей. Важливість випадкового лісу (Random Forest) у класифікації. Налаштування та використання ансамблів в практиці

## *Змістовий модуль 2 – Застосування штучних нейронних мереж*

### **Тема 7. Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень**

Введення в нейронні мережі та їх структура. Використання TensorFlow і Keras для розробки нейронних. Тренування та оцінка нейронних мереж. Приклади застосування нейронних мереж у різних областях

### **Тема 8. Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання**

Знайомство з глибоким навчанням та нейромережами. Архітектури глибоких нейромереж: LeNet, AlexNet, GoogLeNet, VGGNet, ResNet, SENet. Приклади застосування глибоких нейромереж в комп'ютерному зорі та обробці зображень. Перспективи розвитку глибокого навчання

### **Тема 9. Машинне навчання для обробки природньої мови**

Основи обробки природньої мови (NLP). Бібліотеки для NLP: NLTK та Spacy. Токенізація, лематизація та векторизація тексту. Застосування NLP в аналізі тексту та машинному перекладі

### **Тема 10. Навчання з підкріпленням**

Введення в навчання з підкріпленням. Агенти, стани та дії в RL. Алгоритми навчання з підкріпленням: Q-Learning, DDPG, A3C. Застосування RL в гральних

середовища та реальних завданнях

### Тема 11. Масштабування процесу машинного навчання для MLOps

Основи MLOps та їх значення. Автоматизація процесу навчання та впровадження моделей. Моніторинг та управління моделями в реальному часі..  
Забезпечення безпеки та якості моделей у MLOps

#### 4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Машинне навчання»

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
<b>Змістовий модуль 1 – Основи та методи машинного навчання</b>						
Тема 1. Основи машинного навчання	2	-	-	4	5	Опитування під час заняття
Тема 2. Методи машинного навчання для задач кластеризації	2	2	-		3	Опитування під час заняття
Тема 3. Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання	2	2	-		3	Опитування під час заняття
Тема 4. Методи опорних векторів (SVM)	2	2	-		3	Опитування під час заняття
Тема 5. Дерева рішень і правил	2	2	-		3	Опитування під час заняття
Тема 6. Ансамблеве навчання	2	4	-		6	Опитування під час заняття
<b>Змістовий модуль 2 – Застосування штучних нейронних мереж</b>						
Тема 7. Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень	4	4	1	4	6	Опитування під час заняття
Тема 8. Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання	4	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 9. Машинне навчання для обробки природньої мови	4	4	1		6	Опитування під час заняття
Тема 10. Навчання з підкріпленням	2	-	-		6	Опитування під час заняття
Тема 11. Масштабування процесу машинного навчання для MLOps	2	4	1		6	Опитування під час заняття
<b>Разом</b>	28	28	3		8	53

## 5. Тематика лабораторних занять

### Лабораторна робота №1

#### Тема: Кластерний аналіз

**Мета:** Навчитися розробляти модель кластеризації даних (метод k-means) та інтерпретувати результати моделювання.

#### Питання для обговорення:

1. Поняття кластеризації і класифікації даних.
2. Основні етапи процесу кластеризації даних.
3. Кластеризація даних методом k-means.

### Лабораторна робота №2

#### Тема: Регуляризаційні лінійні регресійні моделі

**Мета:** Навчитися використовувати регуляризацію в лінійній регресії для покращення моделі та запобігання перенавчанню.

#### Питання для обговорення:

1. Лінійна регресія та її основні принципи.
2. Проблема перенавчання та її наслідки.
3. Гребнева регресія (Ridge Regression) як метод регуляризації.
4. Лассо-регресія (Lasso Regression) та її особливості.
5. Еластична регресія (Elastic Net) як поєднання гребневої та лассо-регресії.

### Лабораторна робота №3

#### Тема: Методи опорних векторів (SVM)

**Мета:** Навчитися використовувати метод опорних векторів для класифікації даних та розуміти основні концепції цього методу.

#### Питання для обговорення:

1. Опорні вектори та їх роль у класифікації.
2. Лінійна класифікація за допомогою SVM та її принципи.
3. Функція ядра та нелінійна класифікація з використанням SVM.
4. Важливість налаштування параметрів SVM для досягнення найкращих результатів.
5. Практичні приклади використання SVM у задачах класифікації даних.

### Лабораторна робота №4

#### Тема: Дерева рішень

**Мета:** Навчитися будувати дерево рішень, використовуючи навчальний набір даних та інтерпретувати візуальне представлення елементів дерева.

#### Питання для обговорення:

1. Поняття дерева рішень.
2. Побудова дерева рішень.

### Лабораторна робота №5

#### Тема: Ансамблеве навчання

**Мета:** Навчитися використовувати Boosting, Bagging і Stacking моделі та інтерпретувати результати моделювання.

#### Питання для обговорення:

1. Boosting.
2. Bagging.
3. Stacking.

### **Лабораторна робота №6**

#### **Тема: Добування ознак із зображень**

**Мета:** Навчитися моделювати удосконаленим проектуванням ознак на основі добування ознак із зображень.

#### **Питання для обговорення:**

1. Поняття удосконаленого проектування ознак на основі добування ознак із зображень.
2. Прості ознаки
3. Видобування об'єктів і форм

### **Лабораторна робота №7**

#### **Тема: Обробка природної мови**

**Мета:** Навчитися передбачення тональності рецензій до фільмів на базі реальних даних.

#### **Питання для обговорення:**

1. Вивчення даних і сценарії їх застосування.
2. Побудова вихідної моделі з застосуванням базових NLP ознак і оптимізація параметрів.
3. Витяг більш складних NLP-ознак для збільшення точності моделювання.

### **Лабораторна робота №8**

#### **Тема: Масштабування процесу машинного навчання**

**Мета:** Навчитися визначити, коли масштабування моделі допомагає збільшити точність і швидкість генерації пророкувань.

#### **Питання для обговорення:**

1. Способи масштабування лінійних ML-алгоритмів для роботи з великими навчальними вибірками;
2. Підходи до масштабування нелінійних ML-алгоритмів - зазвичай це набагато складніше завдання;
3. Зменшення затримки і збільшення швидкості генерації прогнозів.

## **6. Комплексне практичне індивідуальне завдання**

Індивідуальні завдання з дисципліни «Машинне навчання» виконується самостійно кожним студентом. КППЗ є науковим дослідження за варіантами, прикладну область обирає студент самостійно. Метою виконання КППЗ є оволодіння навичками застосування методів машинного навчання при розв'язуванні прикладних проблем. КППЗ оформлюється згідно з встановленими вимогами.

### **Варіанти КППЗ з дисципліни «Машинне навчання»**

<b>№ варіанту</b>	<b>Тема дослідження</b>
1.	Регресія дерева рішень з AdaBoost
2.	Піксельні імпорти з паралельним лісом дерев
3.	Змова індивідуальних і голосування прогнозів регресії
4.	IsolationForest
5.	Межі рішення класифікатора голосування



№ варіанту	Тема дослідження
6.	Інтервали прогнозування для посилення регресії градієнта
7.	Перетворення функцій хешування з використанням повністю випадкових дерев
8.	Накресліть поверхні рішень ансамблів дерев на наборі даних райдужної оболонки
9.	Імітація пропущених значень з варіантами IterativeImputer
10.	Багатовимірне масштабування
11.	Методи навчання колекціонування на розірваній сфері
12.	Колекторне навчання на рукописних цифрах: локальне лінійне вбудовування, Isomap
13.	Особливості машини для обмеженої класифікації Больцмана
14.	Кластеризація текстових документів за допомогою k-засобів
15.	Класифікація текстових документів за допомогою розріджених функцій

### 7. Самостійна робота

№ з/п	Тематика	ДФН
1	Основи машинного навчання	5
2	Методи машинного навчання для задач кластеризації	3
3	Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання	3
4	Методи опорних векторів (SVM)	3
5	Дерева рішень і правил	3
6	Ансамблеве навчання	6
7	Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень	6
8	Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання	6
9	Машинне навчання для обробки природньої мови	6
10	Навчання з підкріпленням	6
11	Масштабування процесу машинного навчання для MLOps	6
<b>Разом:</b>		<b>53</b>

### 8. Тренінг з дисципліни

**Тематика:** Розробка ПЗ з використанням методів машинного навчання.

№ з/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Вступна частина	ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання
2	Практична частина	виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту
3	Підведення підсумків	Презентація та оцінювання результатів виконаних завдань

### 9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Машинне навчання» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання результатів лабораторних робіт;

- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань тренінгу;
- оцінювання результатів КППЗ.

### 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Машинне навчання» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20 %	20 %	20 %	40%
1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Ректорська контрольна робота – 60 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КППЗ – 80 балів	1. Тестові завдання (25 тестів по 2 бали) – 50 балів 2. Завдання 1 – 25 балів 3. Завдання 2 – 25 балів

### Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

### 11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Python	1-7
2.	Мультимедійне обладнання	1-11

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

#### Основна література:

1. Chip Huyen Designing Machine Learning Systems, O'Reilly Media, Inc., 2022. ISBN: 9781098107949.
2. Himansu Das (editor), Jitendra Kumar Rout (editor), Suresh Chandra Moharana (editor), Nilanjan Dey (editor). Applied Intelligent Decision Making in Machine Learning. CRC Press, 2021. ISBN: 9780367503369.

3. Jun Chen; Edward P K Tsang. Detecting Regime Change in Computational Finance, Data Science, Machine Learning and Algorithmic Trading. Chapman & Hall. 2021. ISBN: 9780367540951
4. Hassanien A.E (ed.). Advanced machine learning technologies and applications. AMLTA 2020. Springer, 2021. ISBN: 9789811533822.
5. Saini S., Lata K., Sinha G. R. VLSI and Hardware Implementations Using Modern Machine Learning Methods. Boca Raton : CRC Press, 2021. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003201038>.
6. Lee W.-M. Python Machine Learning. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2019. 320 p.
7. Liu G. R. Machine Learning with Python. WORLD SCIENTIFIC, 2022. URL: <https://doi.org/10.1142/12774>.
8. Pattanayak S. Quantum Machine Learning with Python. Berkeley, CA : Apress, 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6522-2>.
9. Bilokon P. A. Python, Data Science and Machine Learning. WORLD SCIENTIFIC, 2021. URL: <https://doi.org/10.1142/11701>.

### **Додаткова література**

1. Jonathan Roberge, Michael Castelle. The Cultural Life of Machine Learning: An Incursion into Critical AI Studies. Palgrave Macmillan, 2021. ISBN: 9783030562854,3030562859
2. Chris Fregly, Antje Barth. Data Science on AWS. April 2021 O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781492079392
3. Aboul Ella Hassanien, Ashraf Darwish. Machine Learning and Big Data Analytics Paradigms: Analysis, Applications and Challenges. Springer, Cham. 2021, ISBN: 3030593371.
4. Patel, Govind Singh, editor. Smart agriculture : emerging pedagogies of deep learning, machine learning and Internet of Things / edited by Govind Singh Patel, LPU Phagwara, India, Amrita Rai, UPTU, India, Nripendra Narayan Das, Manipal University Jaipur, India, R.P. Singh, Haramaya University, Diredawa, Ethiopia. Description: First edition. | Boca Raton : CRC Press/Balkema/ Taylor & Francis Group, (2021), ISBN: 978-0-367-53580-3 (hbk).

### **Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. Платформа для змагань з аналітики та передбачувального моделювання: <https://www.kaggle.com/>
2. Портал відкритих даних України: <https://data.gov.ua/>