

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.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій

Святослав ЦИТЕЛЬ

“ ” 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 – „Комп'ютерні науки”

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.)	Залік (сем.)
Денна	3	6	28	14	3	6	99	150	6
Заочна	3	6	8	4	—	—	138	150	6

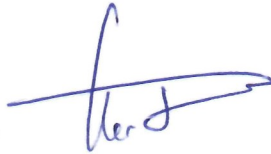
Тернопіль – ЗУНУ
2023

31.01.2023 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.

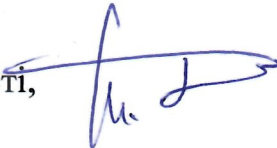
Завідувач кафедри



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 "Комп'ютерні науки",
к.т.н, доцент



Христина
ЛІП'ЯНІНА-ГОНЧАРЕНКО

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”	Статус дисципліни: вибіркова Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 3 Семестр: <i>Денна – 6</i> <i>Заочна – 6</i>
Кількість змістових модулів – 2	Освітньо- професійна програма „Комп’ютерні науки”	Лекції: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна – 14 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна – 99 год.,</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Тренінг, КПЗ: <i>Денна – 6 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 3 год.</i>
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – залік

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. Результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:
знати:

- теоретичних основ базових технологій машинного навчання;
- методи, алгоритми роботи, засобів реалізації та технологій налагодження систем обробки даних з використанням технологій обчислювального інтелекту;
- сучасні програмні засоби реалізації технології машинного навчання.

вміти:

- обґрунтовано вибирати конкретні технології та алгоритми машинного навчання при розв'язанні відповідних практичних задач;
- здійснювати підготовку та первинну обробку даних для побудови моделей систем методами машинного навчання;
- вирішувати задачі автоматизації підтримки рішень, розпізнавання образів, діагностики, класифікації, оптимізації та аналізу даних методами машинного навчання;
- використовувати сучасні програмні засоби для реалізації технологій машинного навчання.

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. Дерева 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»

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 – Основи та методи машинного навчання						
Тема 1. Основи машинного навчання	2	-	-	3	9	Опитування під час заняття
Тема 2. Методи машинного навчання для задач кластеризації	2	2	-		9	Опитування під час заняття
Тема 3. Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання	2	-	-		9	Опитування під час заняття
Тема 4. Методи опорних векторів (SVM)	2	2	-		9	Опитування під час заняття
Тема 5. Деревя рішень і правил	2	2	-		9	Опитування під час заняття
Тема 6. Ансамблеве навчання	2	2	-		9	Опитування під час заняття
Змістовий модуль 2 – Застосування штучних нейронних мереж						
Тема 7. Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень	4	2	1	3	9	Опитування під час заняття
Тема 8. Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання	4	-	-		9	Опитування під час заняття
Тема 9. Машинне навчання для обробки природньої мови	4	2	1		9	Опитування під час заняття
Тема 10. Навчання з підкріпленням	2	-	-		9	Опитування під час заняття
Тема 11. Масштабування процесу машинного навчання для MLOps	2	2	1		9	Опитування під час заняття
Разом	28	14	3		6	99

Заочна форма навчання

Тема	Кількість годин			
	Лекції	Лабораторні заняття	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота
Змістовий модуль 1 – Основи та методи машинного навчання				
Тема 1. Основи машинного навчання	4	2	-	7
Тема 2. Методи машинного навчання для задач кластеризації				7
Тема 3. Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання				7
Тема 4. Методи опорних векторів (SVM)				7
Тема 5. Дерева рішень і правил				15
Тема 6. Ансамблеве навчання				15
Змістовий модуль 2 – Застосування штучних нейронних мереж				
Тема 7. Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень	4	2	-	16
Тема 8. Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання				16
Тема 9. Машинне навчання для обробки природньої мови				16
Тема 10. Навчання з підкріпленням				16
Тема 11. Масштабування процесу машинного навчання для MLOps				16
Разом				8

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: 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 №3

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 №4

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 №5

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 №6

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 №7

Тема: Масштабування процесу машинного навчання

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

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»

№ варіанту	Тема дослідження
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
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	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Основи машинного навчання	9	7
2	Методи машинного навчання для задач кластеризації	9	7
3	Регуляризаційні лінійні регресійні моделі навчання	9	7
4	Методи опорних векторів (SVM)	9	7
5	Дерева рішень і правил	9	15
6	Ансамблеве навчання	9	15
7	Реалізації нейронних мереж як методів реалізації логічних обчислень	9	16
8	Глибокі нейромережеві архітектури в задачах машинного навчання	9	16
9	Машинне навчання для обробки природньої мови	9	16
10	Навчання з підкріпленням	9	16
11	Масштабування процесу машинного навчання для MLOps	9	16
Разом:		99	138

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
30 %	40 %	30 %
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 (3 роботи по 10 балів) – 30 балів 2. Ректорська контрольна робота – 70 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КППЗ – 80 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/>