

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

підготовки магістрів

денної форми здобуття освіти

освітньо-наукова програма «Комп'ютерні науки»

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

галузі знань 12 Інформаційні технології

**ВИКЛАДАЧ: Кудін Олексій Володимирович, к.ф.м.н., доцент, професор
кафедри програмної інженерії**

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол №1 від «29» серпня 2024 р.
Завідувач кафедри комп'ютерних наук

 Шило Г. М.

Погоджено
Гарант освітньо-наукової програми

 С. І. Гоменюк

Зв'язок з викладачем: Кудін Олексій Володимирович

E-mail: avk256@gmail.com

СЕЗН ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=14948>

Телефон: 061-228-76-14

Кафедра: програмної інженерії, 1-й корп. ЗНУ, ауд. 19 (1 поверх)

1. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Методи машинного навчання» надає можливість ознайомитися з сучасними концепціями машинного навчання, основами алгоритмів, що використовуються для аналізу даних, а також практичними методами їх застосування в різних сферах комп'ютерних наук.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Методи машинного навчання» є оволодіння основними техніками та підходами в машинному навчанні, а також розвиток навичок самостійного вирішення практичних завдань за допомогою машинного навчання.

У даному курсі розглядаються методи проектування, навчання та реалізації моделей машинного навчання для вирішення реальних практичних завдань, а також процеси підготовки, попередньої обробки, візуалізації та аналізу великих обсягів даних із використанням сучасних інструментів і бібліотек. Значна увага приділяється принципам обґрунтованого вибору оптимальних алгоритмів на основі специфіки кожної задачі та характеристик наявних даних, а також методикам оцінки ефективності й стратегіям подальшого вдосконалення побудованих моделей.

Компетентності, отримані під час вивчення дисципліни «Методи машинного навчання», є необхідними для вивчення дисципліни «Інтелектуальні інформаційні системи», «Методи та технології розроблення цифрових двійників», «Новітні наукові дослідження в сфері штучного інтелекту», виробничої практики та виконання кваліфікаційної роботи магістра.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти
Статус дисципліни	Обов'язкова
Семестр	1-й
Кількість кредитів ECTS	3
Кількість годин	90
Лекційні заняття	10 год.
Лабораторні заняття	20 год.
Самостійна робота	60 год.
Консультації	За розкладом; дистанційно
Вид підсумкового семестрового контролю:	залік
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=14948

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Компетентності		
ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях СК4. Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проектних рішень СК6. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук СК7. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень СК8. Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких	лекція-візуалізація, пояснення, демонстрування, дискусія, аналіз, виконання завдань практичних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування, тестування Підсумковий контроль: тестування

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом		
Результати навчання		
RH1. 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 RH2. 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. RH8. Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим) RH9. Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими) RH16. Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук	лекція-візуалізація, пояснення, дискусія, аналіз, виконання завдань практичних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування, тестування Підсумковий контроль: тестування

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Поняття машинного навчання. Класифікація методів. Регресія

Тема 1. Поняття машинного навчання. Класифікація методів

Що таке AI/DS/ML/DL? Задачі, що вирішує ML. Етапи реалізації проєктів із ML. Збір і обробка даних у ML, джерела даних та їх особливості, класифікація задач ML, класифікація методів, огляд основних інструментів у ML з використанням Python. Навчання з вчителем та без вчителя. Навчання з підкріпленням.

Тема 2. Використання регресійних моделей для прогнозування

Введення в регресійні моделі. Основні поняття та визначення регресії. Види регресійних моделей: прості, множинні, поліноміальні. Принципи роботи регресійних моделей. Як регресія використовується для прогнозування. Вибір змінних для моделі. Типи регресійних моделей: лінійна регресія, логістична регресія, поліноміальна регресія.

Оцінка регресійних моделей. Метрики для оцінки точності прогнозування: MSE, RMSE, R^2 . Візуалізація результатів регресії (графіки, діаграми). Передумови та припущення регресійного аналізу: лінійність, нормальність залишків, гомоскедастичність, незалежність спостережень. Методи діагностики моделей: аналіз

залишків, використання графіків для перевірки припущень.

Застосування регресійних моделей у практиці. Приклади використання в різних сферах (економіка, медицина, маркетинг). Кейси реальних проєктів.

Реалізація проєктів регресії у Python.

Змістовий модуль 2. Класифікація

Тема 3. Класифікаційні моделі ML

Вступ до класифікації. Основні поняття: класифікація, класи, мітки. Відмінність класифікації від регресії. Приклади задач класифікації (розпізнавання зображень, аналіз тексту, діагностика). Типи класифікаційних моделей: бінарна класифікація, багатокласова класифікація, ієрархічна класифікація.

Основні алгоритми класифікації: логістична регресія, K-Nearest Neighbors (KNN), дерево рішень (Decision Tree), випадковий ліс (Random Forest), метод опорних векторів (SVM), наївний баєсів класифікатор (Naive Bayes).

Нейронні мережі для класифікації. Оцінка ефективності класифікаційних моделей. Метрики оцінки: точність (accuracy), точність (precision), повнота (recall), F1-score. Матриця невідповідностей (Confusion Matrix). ROC-крива, AUC (Area Under Curve).

Проблеми класифікації: незбалансовані класи та їх обробка, перенавчання (overfitting) та недонавчання (underfitting). Вибір гіперпараметрів для моделей. Попередня обробка даних для класифікації. Нормалізація та стандартизація даних. Кодування категоріальних змінних. Вибір значущих характеристик (feature selection).

Приклади застосування в різних галузях (медицина, фінанси, кібербезпека).

Практичні кейси використання класифікації у реальних проєктах.

Програмування класифікаційних моделей. Реалізація класифікаційних моделей у Python (бібліотеки: scikit-learn, TensorFlow, Keras).

Змістовий модуль 3. Навчання з без вчителя

Тема 4. Методи навчання без вчителя

Основні поняття: навчання без вчителя (unsupervised learning), відсутність міток. Відмінності між навчанням з учителем і без вчителя. Приклади задач: кластеризація, зниження розмірності, пошук аномалій. Основні типи методів навчання без вчителя: кластеризація, зниження розмірності, виявлення аномалій.

Методи кластеризації: K-means, ієрархічна кластеризація (Agglomerative Clustering), DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise).

Методи зниження розмірності: головні компоненти (Principal Component Analysis, PCA). Методи виявлення аномалій. Метод опорних векторів для виявлення аномалій (One-Class SVM).

Проблеми та виклики навчання без вчителя. Вибір кількості кластерів. Обробка високорозмірних даних. Складність інтерпретації результатів.

Застосування методів навчання без вчителя. Приклади застосування: сегментація клієнтів, зменшення шуму, виявлення шахрайства. Використання у різних галузях: маркетинг, медицина, фінанси.

Реалізація алгоритмів кластеризації та зниження розмірності в Python (бібліотеки: scikit-learn, TensorFlow).

Інтерпретація та візуалізація результатів кластеризації.

Змістовий модуль 4. Розпізнавання образів

Тема 5. Нейронні мережі та розпізнавання образів

Основні поняття: нейрон, шар, з'єднання між нейронами. Види нейронних мереж: штучні нейронні мережі (ANN), глибокі нейронні мережі (DNN), згорткові нейронні мережі (CNN). Архітектури нейронних мереж: одношарові та багатошарові перцептрони. глибокі нейронні мережі: принципи роботи, рекурентні нейронні мережі (RNN) та їх варіації (LSTM, GRU), згорткові нейронні мережі (CNN): принципи згортки та пулінгу.

Особливості роботи CNN для розпізнавання зображень. Приклади задач: розпізнавання рукописних цифр, класифікація об'єктів на зображеннях.

Компоненти згорткових нейронних мереж (CNN). Шар згортки (convolution layer): як працює та які фільтри використовуються. Шар підвибірки (pooling layer): max-pooling, average-pooling. Fully connected layers (повнозв'язані шари) та їх роль у класифікації.

Навчання нейронних мереж. Функції активації: ReLU, Sigmoid, Softmax.

Функції втрат для задач розпізнавання образів. Алгоритм зворотного поширення (backpropagation) та оптимізація градієнтним спуском. Регуляризація нейронних мереж: Dropout, L2-регуляризація.

Оцінка нейронних мереж. Метрики точності для задач класифікації зображень (accuracy, precision, recall, F1-score). Візуалізація результатів класифікації.

Обробка та попередня підготовка зображень

Застосування нейронних мереж у розпізнаванні образів. Приклади застосування: розпізнавання осіб, медична діагностика за зображеннями, класифікація об'єктів.

Реалізація CNN в Python з використанням бібліотек TensorFlow і Keras.

Обробка зображень та навчання моделей для класифікації зображень.

Налаштування нейронних мереж і вибір оптимальних параметрів.

Змістовий модуль 5. Мовні моделі

Тема 6. Використання мовних моделей для генерації штучного інтелекту

Основні поняття: мовна модель (language model), лінгвістична обробка тексту. Типи мовних моделей: статистичні та нейронні.

Роль мовних моделей у штучному інтелекті (ШІ) та машинному навчанні.

Архітектури нейронних мовних моделей.

Вступ до нейронних мереж для роботи з текстом.

Рекурентні нейронні мережі (RNN), LSTM, GRU для обробки послідовностей.

Трансформери (Transformers): принципи роботи та особливості архітектури.

Моделі BERT, GPT та їх варіації.

Алгоритми генерації тексту на основі мовних моделей.

Вибір слова на основі ймовірності (sampling) та методи пошуку (beam search, greedy search).

Приклади застосування: автоматичне написання тексту, діалоги, відповіді на запитання.

Навчання мовних моделей. Попереднє навчання (pre-training) на великих

текстових корпусах. Тонке налаштування (fine-tuning) для конкретних задач.

Використання величезних наборів даних для покращення мовних моделей.

Оцінка мовних моделей. Тестування та валідація моделей на основі різних текстових задач (переклад, резюмування, діалоги).

Генерація програмного коду за допомогою мовних моделей (GitHub Copilot, OpenAI Codex).

Програмування мовних моделей. Реалізація мовних моделей у Python з використанням бібліотек Hugging Face, TensorFlow, PyTorch.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин о/д. ф.	Згідно з розкладом
Лекція 1	Поняття машинного навчання. Класифікація методів. Використання регресійних моделей для прогнозування	2	тиждень 1
Лабораторна робота 1	Встановлення середовища для рішення завдань машинного навчання	2	тиждень 1
Лабораторна робота 2	Лінійна регресія. Реалізація моделі	4	тиждень 1, 2
Самостійна робота	AWS Academy Introduction to Cloud: Semester 1 (Модуль 1-4)	15	тиждень 1,2
Лекція 2	Класифікаційні моделі ML	2	тиждень 3
Лабораторна робота 3	Бінарна класифікація. Постановка задачі	4	тижні 3,4
Самостійна робота	AWS Academy Introduction to Cloud: Semester 1 (Модуль 5-8)	15	тижні 3,4
Лекція 3	Методи навчання без вчителя	2	тиждень 5
Лабораторна робота 4	Кластеризація. Постановка задачі	4	тиждень 5,6
Самостійна робота	AWS Academy Introduction to Cloud: Semester 1 (Модуль 9-12)	15	тиждень 5,6
Лекція 4	Нейронні мережі. Розпізнавання образів	2	тиждень 7
Лабораторна робота 5	Розпізнавання символів. Постановка задачі	2	тиждень 7,8
Самостійна робота	AWS Academy Introduction to Cloud: Semester 1 (Модуль 13-16), підсумковий тест	15	тиждень 7,8
Лекція 5	Мовні моделі	2	тиждень 9
Лабораторна робота 6	Передбачення пропущених в тексті слів. Постановка задачі	4	тиждень 9,10

Методичні рекомендації до практичних та самостійних занять розміщено СЕЗН ЗНУ Moodle на сторінці дисципліни.

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
Поточний контроль				
Лабораторна робота №1	Захист лабораторної роботи 1	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання – 5 б.	8
Лабораторна робота №2	Захист лабораторної роботи 2	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання – 5б	8
Лабораторна робота №3	Захист лабораторної роботи 3	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання -5б	8
Лабораторна робота №4	Захист лабораторної роботи 4	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання -5б	8
Лабораторна робота №5	Захист лабораторної роботи 5	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання -5б	8
Лабораторна робота №6	Захист лабораторної роботи 6	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 8 бали, за відсутності самостійного завдання -5б	8
Самостійні роботи	Тестування	AWS Academy Introduction to Cloud: Semester 1		12
Усього за поточний контроль	10			60
Підсумковий контроль				
Залік	Тестування	Розміщено в СЕЗН ЗНУ		40
Усього за підсумковий контроль				40

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		



6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі : підручник. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. 300 с.
2. Могильний С. Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів : навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. Київ : [б.в.], 2019. 226 с.
3. Олещенко Л. М. Машинне навчання: комп'ютерний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 92 с.
4. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с
5. Харченко В. О. Основи машинного навчання : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2023. 264 с.
6. Штовба С. Д., Козачко О. М. Machine learning: стартовий курс : електронний навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 81 с.
7. Foster D. Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play, 2019. 330 p..

Інформаційні ресурси

1. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. URL : <https://www.kaggle.com>
2. Prometheus. Машинне навчання URL : <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/machine-learning/>
3. Курс AWS/ Academy Machine Learning Foundations

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених даною дисципліною. Пропуски та запізнення на заняття є недопустимими.

Політика академічної доброчесності

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це *плагіат*. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу). Неприпустиме складання роботи, виконаної іншою особою.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, ноутбуків та інших гаджетів під час лекційних та лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (з активованим режимом «без звуку»).

Комунікація

Комунікація викладача зі студентами здійснюється безпосередньо на заняттях та додатково за допомогою месенджерів, електронної пошти і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р. доступний за адресою:
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка,



зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):
<https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:
<http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ:
<https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ):
<http://sites.znu.edu.ua/confucius>