



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра інформатики та
програмно інженерії

Технології машинного навчання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення 126 Інформаційні системи та технології 123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Інформаційні системи та технології Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Комп'ютерні системи та мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити (150 годин, з них 36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 96 годин СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен/модульна контрольна робота/захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні Детальний розклад: https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: ст. викл. Сарнацький Владислав Віталійович, sarnatskyi.vladyslav@iit.kpi.ua Лабораторні роботи: ст. викл. Сарнацький Владислав Віталійович, sarnatskyi.vladyslav@iit.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/2/c/NzI1ODYzNjc0MDM0</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Технології машинного навчання» спрямована на набуття студентами теоретичних і практичних знань з методів машинного та глибокого навчання для розв'язання прикладних задач комп'ютерного зору, обробки послідовностей, NLP/великих мовних моделей (LLM) та RAG, генеративних моделей, а також на формування навичок побудови, навчання, оцінювання та розгортання моделей у складі програмних систем. Практична складова реалізується

через лабораторні роботи з використанням сучасних фреймворків (зокрема TensorFlow/PyTorch) та задач прикладного ML.

Метою навчальної дисципліни є отримання студентами знань з теоретичних та практичних методів та технологій машинного навчання; навичок вирішення задач обробки зображень, даних послідовностей, побудови та розгортання моделей глибокого машинного навчання.

Предмет навчальної дисципліни – технології машинного навчання.

Дисципліна формує наступні **фахові компетенстності**:

- Здатність розробляти та застосовувати моделі машинного й глибокого навчання для розв'язання задач класифікації, регресії та прогнозування в інформаційних системах.
- Здатність розробляти та інтегрувати ML-компоненти у програмні рішення (API/сервіси/модулі), забезпечуючи їх сумісність із архітектурою інформаційної системи.
- Здатність вирішувати задачі комп'ютерного зору із застосуванням CNN та сучасних архітектур (класифікація зображень, детекція, сегментація, розпізнавання об'єктів/облич).
- Здатність вирішувати задачі обробки послідовностей і часових рядів із використанням RNN/GRU/LSTM та інших нейромережових підходів.
- Здатність застосовувати та обґрунтовувати вибір сучасних архітектур глибокого навчання (зокрема трансформерів) для задач NLP, LLM і побудови рішень на основі RAG.
- Здатність розробляти та використовувати генеративні моделі (GAN, дифузійні моделі) для створення даних/контенту та підсилення якості ML-рішень.
- Здатність оцінювати якість та надійність ML-моделей і ML-систем: добирати метрики, проводити експерименти, аналізувати помилки та порівнювати підходи.
- Здатність розгортати та супроводжувати ML-моделі в середовищі експлуатації, забезпечуючи відтворюваність, базове логування та моніторинг.
- Здатність застосовувати підходи оптимального керування (MPC) та методи навчання з підкріпленням (RL) для розв'язання задач керування в інтелектуальних системах.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- Знання технологій машинного навчання;
- Вміння створювати програмні системи для обробки зображень, даних послідовностей;
- Вміння побудови, навчання та розгортання моделей глибокого машинного навчання.

Досвід з аналізу поставлених задач, вибору алгоритмів машинного навчання для їх вирішення, проектування та побудови програмних компонентів з використанням технологій машинного навчання, оцінка якості роботи систем машинного навчання.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти базовими знаннями з програмування, математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії ймовірностей та математичної статистики, аналізу даних.

Набуті знання та навички можна використати при працевлаштуванні та у практичній діяльності за спеціальністю.

3. Зміст навчальної дисципліни

ВСТУП

Вступ до дисципліни

Розділ 1 Комп'ютерний зір

Тема 1.1 Представлення зображень, алгоритми корекції яскравості

Тема 1.2 Операція згортки, згорткові фільтри

Тема 1.3 Тривімірна реконструкція об'єктів

Розділ 2 Згорткові нейронні мережі

Тема 2.1 Визначення та математичний апарат згорткового шару. Шар пулінгу

Тема 2.2 Історія архітектур згорткових нейронних мереж. Сучасні згорткові нейронні мережі

Тема 2.3 Сучасні підходи збільшення ефективності нейронних мереж. Задача детекції об'єктів

Тема 2.4 Автоенкодери. Задача семантичної сегментації

Тема 2.5 Задача розпізнавання облич

Тема 2.6 Генеративно змагальні нейронні мережі

Тема 2.7 Архітектури CGAN та CycleGAN

Розділ 3 Рекурентні нейронні мережі

Тема 3.1 Визначення рекурентного шару

Тема 3.2 Архітектури GRU та LSTM

Розділ 4 Сучасні нейромережеві архітектури

Тема 4.1 Архітектура Трансформер. BERT, GPT

Тема 4.2 Дифузійні моделі. Stable Diffusion

Тема 4.3 Особливості розгортання великих мовних моделей

Тема 4.4 Інженерія запитів для великих мовних моделей та дифузійних моделей

Розділ 5 Оптимальний контроль

Тема 5.1 Управління з прогнозуючими моделями

Тема 5.2 Навчання з підкріпленням

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Дистанційний курс «Технології машинного навчання» для магістрів 1-го курсу спеціальності F2 Інженерія програмного забезпечення. Адреса розміщення: <https://classroom.google.com/u/2/c/Nzl1ODYzNjc0MDM0>.

Додаткова література

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. – MIT press, 2016. Адреса розміщення: <https://www.deeplearningbook.org/>.
2. Géron A. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. – " O'Reilly Media, Inc.", 2019 Адреса розміщення: https://www.rasa-ai.com/wp-content/uploads/2022/02/Aur%C3%A9lien-G%C3%A9ron-Hands-On-Machine-Learning-with-Scikit-Learn-Keras-and-Tensorflow_

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

5.1 Тематика лекцій

Теми лекцій та перелік основних питань наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Назва	К-ть годин
1	Комп'ютерний зір - 1 Представлення зображень, алгоритми корекції яскравості.	2
2	Комп'ютерний зір - 2 Операція згортки, згорткові фільтри	2
3	Комп'ютерний зір - 3 Тривімірна реконструкція об'єктів	2
4	Згорткові нейронні мережі - 1 Визначення та математичний апарат згорткового шару. Шар пулінгу.	2
5	Згорткові нейронні мережі - 2 Історія архітектур згорткових нейронних мереж. Сучасні згорткові нейронні мережі.	2
6	Згорткові нейронні мережі на практиці - 1 Сучасні підходи збільшення ефективності нейронних мереж. Задача детекції об'єктів.	2
7	Згорткові нейронні мережі на практиці - 2 Автоенкодери. Задача семантичної сегментації. Задача розпізнавання облич.	2
8	Генеративно-змагальні нейронні мережі - 1 Генеративно змагальні нейронні мережі.	2
9	Генеративно-змагальні нейронні мережі - 2 Архітектури CGAN та CycleGAN.	2
10	Рекурентні нейронні мережі Визначення рекурентного шару. Архітектури GRU та LSTM.	2
11	Архітектура Transformer Архітектура Transformer. BERT, GPT.	2
12	Дифузійні моделі Дифузійні моделі. Stable Diffusion.	2
13	Великі мовні моделі Особливості розгортання.	4
14	Інженерія запитів Інженерія запитів для великих мовних моделей та дифузійних моделей	2
15	Фреймворк MPC Управління з прогнозуючими моделями.	2
16	Навчання з підкріпленням Навчання з підкріпленням, глибоке навчання з підкріпленням.	4

5.2 Тематика лабораторних та практичних занять

Таблиця 2 Лабораторні роботи

№	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Знайомство з фреймворками глибокого навчання TensorFlow і PyTorch на прикладі завдань обробки зображень	4
2	Згорткові нейронні мережі	6
3	Великі мовні моделі + RAG	6
4	Виконання модульної контрольної роботи	2

6. Самостійна робота студента

У рамках самостійної роботи, студенти опрацьовують матеріал щодо деталей реалізацій методів машинного навчання, найкращих практик щодо організації коду підготовки даних, організації коду роботи алгоритмів. Усі навчальні матеріали (тексти лекцій, методичні вказівки до виконання практичних робіт) розміщені в електронному вигляді на сайті (<https://classroom.google.com>). Навчальний контент доступний із будь-якого місця в мережі Інтернет.

Таблиця 3. Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

№	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	К-ть годин
	Тема 1.2 Алгоритми обчислення оптичного потоку	4
	Тема 2.1 Просунені варіанти згорток. Одно- і тривимірні згортки	8
	Тема 2.2 Просунуті нейромережеві шари	8
	Тема 2.3 Сучасні нейромережеві підходи до детекції об'єктів	10
	Тема 2.4 Сучасні нейромережеві підходи до семантичної сегментації	10
	Тема 2.5 Сучасні нейромережеві підходи до задачі розпізнавання облич	10
	Тема 2.6 Використання дискримінантного лосу	8
	Тема 4.1 Дотренування трансформерів	10
	Тема 4.2 Дотренування дифузійних моделей	10
	Тема 4.4 Логування роботи великих мовних моделей	10
	Тема 5.2 Бібліотеки gymnasium, stable-baselines	8

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Як викладач, так і студент зобов'язані дотримуватись [Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»](#).

Основні положення політики:

- впродовж занять студенти можуть задавати питання стосовно матеріалу, що викладається; студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та оцінювання контрольних заходів;
- студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень;
- у випадку виявлення факту академічної недобросовісності робота не зараховується;
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях, кількість заохочуваних балів на більше 10;
- штрафні бали за невчасне виконання та здачу лабораторних робіт відсутні, студент має право здавати та захищати лабораторні роботи не пізніше останнього практичного заняття семестру.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті.

Порядок визнання таких результатів регламентується Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>). Можуть бути зараховані окремі змістовні модулі або теми дисципліни. В такому разі здобувач звільняється від виконання відповідних завдань, отримуючи за них максимальний бал відповідно до рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності. Обов'язковою умовою виконання завдань з освітньої компоненти є дотримання політики та принципів академічної доброчесності (<https://kpi.ua/academic-integrity>), які, у тому числі, викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/47>). У разі виявлення дублювання робіт, плагіату роботи здобувачі отримують нульовий рейтинг.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту (далі, ШІ) регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль успішності засвоєння знань виконується шляхом виконання ними: лабораторних робіт, МКР, завдань, що видані для самостійної проробки. Таким чином, семестровий рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- лабораторні роботи;
- одну модульну контрольну роботу;
- самостійну роботу;
- відповідь на іспиті.

8.2 Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Лабораторні роботи

Вагові бали кожної лабораторної роботи наведені у таблиці 4. Сумарний ваговий бал за даний контрольний захід складає **45 балів**.

Критерії оцінювання лабораторних робіт включають якість її виконання, захисту та оформлення звіту (таблиця 4).

Таблиця 4 – Вагові бали та критерії оцінювання лабораторних робіт

Назва роботи	Бали			
	Виконання	Захист	Звіт	Сума
Знайомство з фреймворками глибокого навчання TensorFlow і PyTorch на прикладі завдань обробки зображень	8	7		15
Згорткові нейронні мережі	8	7		15
Великі мовні моделі + RAG	8	7		15
Разом	24	21		45

Критерії оцінювання комп'ютерних практикумів 1-5:

“відмінно” – робота виконана та захищена без зауважень, максимальний балів;

“добре” – достатньо повне виконання роботи з деякими похибками, 80% від максимальної кількості балів;

“задовільно” – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), 60% від максимальної кількості балів;

“незадовільно” – при виконанні або під час захисту роботи були виявлені помилки, -0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з тестових питань та виконується студентами протягом 2-х аудиторних годин.

Ваговий бал МКР – 15 балів. Кожне з 15 тестових питань оцінюється на 1 бал за вірну відповідь і 0 за невірну.

Іспит

На іспиті студент виконує письмову роботу, яка містить чотири теоретичні питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів.

Умови доступу до іспиту.

Для доступу до іспиту, студент повинен отримати позитивні оцінки з усіх лабораторних робіт та модульної контрольної роботи.

Заохочувальні бали за:

- виконання додаткових завдань – 10 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо він отримав позитивну оцінку за 2 лабораторні роботи.

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо він отримав позитивну оцінку за 3 лабораторні роботи.

Розрахунок шкали рейтингу R:

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає 60 балів. Екзаменаційна складова шкали складає 40 балів.

Формула розрахунку балів рейтингової шкали:

$$R = R_L + R_M + R_I = 100 \text{ балів.}$$

Для отримання студентом відповідних оцінок за університетською шкалою його рейтингова оцінка R переводиться згідно з таблицею 5.

Таблиця 5

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль розміщений в системі «Електронний кампус» та оприлюднюються в Google Classroom по дисципліні.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викл., PhD Сарнацький Владислав Віталійович

Ухвалено кафедрою ІПІ (протокол №16 від 29.05.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024р.)