



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



**Кафедра
обчислювальної
техніки**

Нейронні мережі

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 123 Комп'ютерна інженерія 126 Інформаційні системи та технології</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Комп'ютерні системи та мережі Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Інформаційні системи та технології</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 кредитів/150 год. денна форма: лекцій 36 годин, лабораторних занять 18 год., СРС 96 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ст. викладач Кочура Юрій Петрович, iuriy.kochura@gmail.com Лабораторні роботи: ст. викладач Кочура Юрій Петрович, iuriy.kochura@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/ODE4NzA2Mzk0MTI3?cjc=g5qzthkd

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

Дисципліна «Нейронні мережі» присвячена вивченню принципів проєктування, налаштування, навчання та застосування штучних нейронних мереж. Курс охоплює базові поняття штучного інтелекту та машинного навчання, формалізацію задач навчання на основі даних, математичну модель штучного нейрона, вибір функцій активації, функцій втрат і метрик оцінювання. Розглядаються алгоритми прямого та зворотного поширення помилки, стратегії ініціалізації параметрів, методи оптимізації, регуляризації, перехресної перевірки, а також підходи до інжинірингу ознак і зменшення розмірності даних.

Предмет навчальної дисципліни – математичні методи та алгоритми глибокого навчання.

Метою дисципліни є формування у студентів системних знань і практичних умінь щодо проєктування, налаштування, навчання та застосування нейронних мереж для розв'язання наукових і прикладних задач.

Вивчення дисципліни формує наступні **компетенції**:

- Здатність застосовувати математичні методи та алгоритми для проєктування, налаштування та навчання нейронних мереж.
- Здатність аналізувати збіжність, узагальнювальну здатність та стійкість моделей глибокого навчання.
- Здатність застосовувати нейронні мережі для розв'язання наукових і прикладних задач.

Програмні результати навчання, на формування яких спрямована дисципліна:

1. Уміти застосовувати математичні методи та алгоритми для проєктування, налаштування та навчання нейронних мереж.
2. Уміти оцінювати збіжність, узагальнювальну здатність і стійкість моделей глибокого навчання за допомогою визначених метрик і методів.
3. Уміти застосовувати нейронні мережі для розв'язання наукових і прикладних задач, інтерпретувати результати та робити обґрунтовані висновки щодо придатності моделей для практичного використання.

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

Пререквізити

Для опанування дисципліни необхідні знання з лінійної алгебри, вищої математики, основ математичної статистики та вміння програмувати на Python.

Постреквізити

Розглянута теорія та отриманий практичний досвід у рамках даної навчальної дисципліни буде корисним для розв'язання прикладних задач машинного навчання, зокрема за напрямками комп'ютерного зору, обробки природної мови та робототехніки.

Знання, одержані студентами при вивченні дисципліни, можуть бути використані для вивчення наступних предметів: «Науково-дослідна практика» та «Навчання з підкріпленням», а також при підготовці магістерської дисертації та опануванні нових технік і підходів у галузі штучного інтелекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи штучного інтелекту

Тема 1.1. Поняття штучного інтелекту

- Тема 1.2. Концептуальні засади машинного навчання
- Тема 1.3. Термінологія машинного навчання
- Тема 1.4. Становлення глибинного навчання
- Тема 1.5. Біологічний та штучний нейрон. Функції активації
- Тема 1.6. Функції втрат
- Тема 1.7. Метрики оцінки
- Тема 1.8. Мотивація та інтуїція. Інжиніринг ознак

Розділ 2. Стратегії навчання та ініціалізації

- Тема 2.1. Пряме та зворотне поширення
- Тема 2.2. Ініціалізація нейронних мереж
- Тема 2.3. Оптимізація параметрів нейронних мереж
- Тема 2.4. Деякі методи регуляризації нейронних мереж
- Тема 2.5. Перехресна перевірка
- Тема 2.6. Зменшення розмірності

4. Навчальні ресурси та матеріали

1. Базова література

1. Кочура, Ю. П., Гордієнко, Ю. Г. Нейронні мережі [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра/магістра за спец. 123 «Комп’ютерна інженерія» та 121 «Інженерія програмного забезпечення» / Ю. П. Кочура, Ю. Г. Гордієнко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл: 3,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 114 с. – (Серія «Штучний інтелект для індустрії»). – Назва з екрана. URL <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73660>.
2. Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. (2023). *Dive into deep learning*. Cambridge University Press.

2. Додаткова література

3. Simon J.D. Prince (2024). [*Understanding Deep Learning*](#). (UDL).
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). [*Deep Learning*](#). MIT press.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ. (семін.)	Лаборат. (комп. пр.)	CPC
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Основи штучного інтелекту					32
Тема 1.1. Поняття штучного інтелекту		2			
Тема 1.2. Концептуальні засади машинного навчання					

Тема 1.3. Термінологія машинного навчання					
Тема 1.4. Становлення глибинного навчання		2			
Тема 1.5. Біологічний та штучний нейрон. Функції активації		2		2	
Тема 1.6. Функції втрат		2			
Тема 1.7. Метрики оцінки		4			
Тема 1.8. Мотивація та інтуїція. Інжиніринг ознак		2			
Розділ 2. Стратегії навчання та ініціалізації					64
Тема 2.1. Пряме та зворотне поширення		4		2	
Тема 2.2. Ініціалізація нейронних мереж		4		2	
Тема 2.3. Оптимізація параметрів нейронних мереж		4		2	
Тема 2.4. Деякі методи регуляризації нейронних мереж		4		2	
Тема 2.5. Перехресна перевірка		2		2	
Тема 2.6. Зменшення розмірності. МКР		2		2	
Всього годин	150	36		18	96

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота виконується за усіма темами, що розглядаються в дисципліні.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти денної форми навчання

До СРС відносяться такі види робіт:

- вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять;
- виконання завдань лабораторних робіт та оформлення протоколів;
- підготовка до модульної контрольної роботи та семестрового контролю.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Академічна доброчесність

Під час проходження цього курсу студенти зобов'язані дотримуватись політики та принципів академічної доброчесності визначених Кодексом честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (Детальніше Розділ 3: <https://kpi.ua/code>) та усі наступні правила:

1. Кожен із здобувачів повинен відправляти на перевірку власно виконану роботу. Використання чужих розв'язків або програмного коду і представлення їх за свої напрацювання є плагіатом та серйозним порушенням основних академічних стандартів.
2. Здобувачі не повинні ділитися своїми розв'язками з іншими студентами, а також просити інших ділитися своїми розв'язками з Вами.
3. Якщо студенти отримували допомогу у вирішенні певного завдання — потрібно зазначити це у звіті, а саме: від кого та яку допомогу отримували.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників університету визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Виконання лабораторних робіт

Викладачем встановлюється граничний термін для виконання кожного практичного завдання з метою послідовного та збалансованого засвоєння студентами навчального матеріалу, визначеного даним силабусом. Кінцевим терміном для здачі на перевірку усіх практичних завдань є останнє заняття з комп'ютерного практикуму. У період проведення в університеті семестрового контролю приймання практичних завдань не здійснюється. Студент(-ка) має можливість переробити або доопрацювати практичне завдання на перездачі з метою підвищення свого поточного рейтингу.

Процедура оскарження оцінок

Якщо студент(-ка) вважає, що його(її) роботу недооцінено або переоцінено — потрібно звернутися до викладача, який здійснював оцінювання та повідомити про це із зазначенням короткого обґрунтування (оцінка буде переглянута).

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

1. Поточний контроль

Поточний контроль успішності засвоєння знань виконується шляхом перевірки завдань лабораторних робіт та МКР. Таким чином, поточний рейтинг студентів з дисципліни складається з балів, що вони отримують за:

- виконання та захист завдань лабораторних робіт;
- модульну контрольну роботу.

8.2 Календарний контроль

Календарний контроль провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Умови позитивного календарного контролю:

- за результатами навчальної роботи на першому календарному контролі (7-й тиждень семестру) студент отримує статус «атестований», якщо його поточний рейтинг становить не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів, які можна було набрати протягом перших 6 тижнів;
- за результатами навчальної роботи на другому календарному контролі (13-й тиждень семестру) студент отримує статус «атестований», якщо його поточний рейтинг становить не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів, які можна було набрати протягом перших 12 тижнів.

8.3 Семестровий контроль

Семестровий контроль проводиться для встановлення рівня досягнення здобувачами програмних результатів навчання з навчальної дисципліни (освітнього компонента) за семестр. Семестровий контроль проводиться відповідно до навчального плану у вигляді екзамену в терміни, встановлені графіком навчального процесу.

Здобувач допускається до семестрового контролю, якщо:

- виконав і захистив усі передбачені силабусом лабораторні роботи;
- набрав не менше ніж **60%** від максимально можливої кількості балів поточного контролю:

Важливо! Умова допуску до семестрового контролю (екзамену):

Лабораторні роботи + МКР $\geq$ 36 балів

8.4 Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система оцінювання

40 балів	Лабораторні роботи (10 балів кожна)
20 балів	МКР
40 балів	Екзамен

Завдання лабораторних робіт

Ваговий бал кожної лабораторної роботи – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: $4 * 10 = 40$ балів.

Складові оцінки та відповідний максимальний бал:

- програмна реалізація алгоритмів – 2 бали;
- експериментальне дослідження/порівняння алгоритмів – 2 бали;
- звіт (відповідність структурі, презентація результатів роботи, якість та обґрунтування рішень, висновки) – 2 бали;
- захист результатів комп'ютерного практикуму (теоретичні знання за темою лабораторної роботи; обґрунтування прийнятих рішень; правильні відповіді на питання) – 4 бали.

Бал може бути знижений у разі неповного виконання завдань, недостатньої якості звіту, помилок у програмному коді чи логіці реалізації, неправильної інтерпретації отриманих результатів, порушення принципів академічної доброчесності або строку здачі завдань.

Модульна контрольна робота (МКР)

Модульна контрольна робота проводиться у вигляді тесту з 10 питань. Ваговий бал кожного питання становить 2 бали. Правильна відповідь – 2 бали; неправильна – 0 балів. Максимальна кількість балів за МКР – 20 балів.

Екзамен

Максимальна кількість балів, які можна отримати за результатами екзамену – 40 балів.

Складові оцінки та відповідний максимальний бал за екзамен:

- теоретичні питання (розуміння ключових понять, методів і принципів, здатність пояснити теоретичні положення власними словами, правильність використання термінології) – 15 балів;
- здатність застосувати теоретичні знання до практичних завдань (коректність побудови алгоритмів для розв'язку задач, правильність обчислень, обґрунтованість отриманих результатів) – 20 балів;
- додаткові уточнювальні запитання (розуміння отриманих результатів, уміння аргументувати обраний підхід, здатність аналізувати помилки та пояснювати альтернативні рішення) – 5 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$4 * 10 + 20 + 40 = 100.$$

Сума балів, які отримують студенти за роботу протягом семестру, обчислюється за формулою:

$$R_D = \sum_{i=1}^4 r_{LPi} + r_{МКР} + r_{ЕК},$$

де r_{LPi} – бали, отримані за i -ту лабораторну роботу (0...10);

$r_{МКР}$ – бали, отримані за МКР (0...20).

$r_{ЕК}$ – бали за екзамен (0...40).

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою (<https://kpi.ua/grading>):

95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 36	Не допущений
Порушення принципів академічної доброчесності або морально-етичних норм поведінки	Усунений

9. Нормативні положення політики навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять. Відвідування занять є вільним, бали за присутність на лекціях та практичних заняттях не нараховуються, відповідно штрафні бали у разі відсутності на занятті не передбачаються.

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов'язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188>), Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі (<https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi>) та Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (<https://osvita.kpi.ua/node/148>). У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформах BigBlueButton, Google Meet, Zoom. Посилання на конференцію видається на початку семестру і розміщується в АС «Електронний кампус». З метою забезпечення якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформа дистанційного навчання «Сікорський» (<https://www.sikorsky-distance.org>). Результати оцінювання висвітлюють у АС «Електронний кампус» на особистій сторінці здобувача (<https://ecampus.kpi.ua>).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Положення про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>) регламентує визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті:

- у разі навчання на неформальній освіті, яку студент обрав самостійно і хоче зарахувати результати навчання в рамках дисципліни, проходиться процедура валідації, що передбачає подання здобувачем заяви на ім'я декана, декларації підтверджувальних документів. Рішення про визнання чи не визнання приймається комісією у складі завідувача кафедри, викладача, гаранта освітньо-професійної програми.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі завдання, як під час виконання навчальних завдань з дисципліни, так і індивідуальні завдання, мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання ШІ для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

Складено, ст. викладач кафедри ОТ Кочура Ю. П.

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол №15 від 29.05.2024р.).

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол № 10 від 21.06.2024 р.).