



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



Кафедра інформатики та
програмної інженерії

КВАНТОВЕ МАШИННЕ НАВЧАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем
Статус дисципліни	Основна
Форма навчання	очна (денна)/ дистанційна/ змішана
Рік підготовки, семестр	1-й курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів, 150 годин (30 годин – Лекції, 30 годин – Комп'ютерний практикуми, 90 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Лекції: одна пара на тиждень Комп'ютерні практикуми: одна пара на тиждень Розклад: https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: асистент кафедри ІПІ Зарічковий О.А. alexkirnas1998@gmail.com Комп'ютерні практикуми: асистент кафедри ІПІ Зарічковий О.А. alexkirnas1998@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com, sikorsky-distance.org доступ до курсу за запрошенням викладача

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

Мета вивчення дисципліни – набуття ключових фахових компетентностей, теоретичних знань і практичних навичок аналізу, аргументування, прийняття рішень при розв’язанні задач та практичних проблем машинного навчання та квантового машинного навчання.

Предметом вивчення дисципліни є технології, методи та засоби машинного навчання.

Завдання вивчення дисципліни: оволодіння основними моделями та алгоритмами машинного навчання та квантового машинного навчання.

Навчальна дисципліна покликана допомогти студенту отримати:

знання:

- основних типових задач, що вирішуються за допомогою методів машинного навчання та квантового машинного навчання;
- методів підготовки даних до аналізу;
- різновидів моделей для методів машинного навчання;
- принципи вибору моделей та їх верифікації.

вміння:

- підготувати дані для аналізу;
- побудувати моделі та оцінити їх якість;
- проаналізувати отримані результати, зробити висновки щодо можливості використання моделей.

досвід:

- вибору та використання методів обробки та аналізу даних за допомогою моделей машинного навчання.

КОМПЕТЕНТНОСТІ

Інтегральна компетентність

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі інженерії програмного забезпечення, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов із застосування теорій та методів інформаційних технологій.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК 02. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення.

ФК 14. Здатність поєднувати методи класичного машинного навчання з квантовими підходами для побудови гібридних моделей та алгоритмів, що використовують квантові переваги у задачах класифікації, оптимізації та зменшення вимірностей.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПРН 22. Вміти реалізовувати базові моделі квантового машинного навчання, включаючи параметризовані квантові схеми, та оцінювати ефективність гібридних квантовокласичних алгоритмів на реальних наборах даних.

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

Пререквізити:

- Математичний аналіз;
- Теорія ймовірностей;
- Комп'ютерна дискретна математика;
- Алгоритми та структури даних;
- Основи програмування;
- Проектування алгоритмів;
- Бази даних.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи класичного машинного навчання
Тема 2. Нейронні мережі та їх навчання
Тема 3. Основи компютерного зору. Задача класифікації
Тема 4. Основи компютерного зору. Задача класифікації
Тема 5. Основи квантового машинного навчання. Квантові нейронні мережі

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. *Ліхоузова Т.А.* Теорія ймовірностей та математична статистика [Електронний ресурс]: підручник / Електронні текстові дані (1 файл: 5,2 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22404>
2. *Крохмальський Т. Є.* Вступ до квантових обчислень: навчальний посібник / Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018 — 204с.
3. Харченко В. О. Основи машинного навчання : навч. посіб. / Суми : Сумський державний університет, 2023. – 264 с.

Додаткова література

4. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning: MIT Press. ISBN-13: 978-0262035613
5. Aurélien Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems: O'Reilly Media. ISBN-13: 978-1098125974
6. *James, Witten, Hastie, Tibshirani* An Introduction to Statistical Learning, with Applications in R
7. Т.М. Басюк, В.В. Литвин, Л.М. Захарія, Н.Е. Кунанець. Машинне навчання: Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за спеціальностями галузі знань 12 „Інформаційні технології”. Львів: Видавництво «Новий Світ - 2000», 2019. - 335 с.

Інформаційні ресурси

<https://classroom.google.com>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

МЕТОДИ НАВЧАННЯ:

Лекційні заняття проходять з використанням мультимедійних технологій та наступних методів:

- Пояснювально-ілюстративного методу. Послідовна та логічно ув'язана подача матеріалу надає уявлення та знання у його логічної цілісності.
- Метод проблемного викладу надає уяву та методи отримання нових знань та фактів з використанням вже відомих фактів та тверджень.
- Інтерактивний метод під час лекційних занять використовується для встановлення діалогу з аудиторією.

Комп'ютерні практикуми проходять з використанням наступних методів:

- 1) репродуктивного методу, завдяки якому студенти закріплюють вивчений теоретичний матеріал та навчаються використовувати його в конкретних задачах;
 - 2) проблемного методу, при застосуванні якого студенти залучаються до обговорення та вирішення задач, пов'язаних з новітніми інформаційними технологіями аналітичної обробки інформації
- Самостійна робота з можливістю особистих консультацій з викладачем.

Тематичний план проведення лекційних занять

Тема	Години
Лекція 1. Задачі машинного та квантового машинного навчання	2
Лекція 2. Основи машинного навчання	2
Лекція 3. Навчання моделей машинного навчання. Датасети. Оцінка якості моделей машинного навчання.	2
Лекція 4. Регуляризація. Типові моделі машинного навчання.	2
Лекція 5. Нейронні мережі	2
Лекція 6. Навчання нейронних мереж. Метод зворотного розповсюдження.	2
Лекція 7. Особливості підбору гіперпараметрів для нейронних мереж	2
Лекція 8. Основи комп'ютерного зору	2
Лекція 9. Згорткові нейронні мережі	2
Лекція 10. Задача детекції об'єктів	2
Лекція 11. Задача семантичної сегментації	2
Лекція 12. Задача metric learning	2
Лекція 13. Основи квантового машинного навчання	2
Лекція 14. Квантові нейронні мережі	2
Лекція 15. Порівняльний аналіз класичного та квантового машинного навчання	2
В підсумку	30

Тематичний план проведення комп'ютерних практикумів

Тема	Години
КП1. Класичні алгоритми машинного навчання	7
КП2. Нейронні мережі прямого поширення	7
КП3. Згорткові нейронні мережі	7
КП4. Квантові нейронні мережі	9
В підсумку	30

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів складається з:

- підготовки до аудиторних занять (лекцій та лабораторних робіт),
- виконання комп'ютерних практикумів (<https://classroom.google.com>).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Форми організації освітнього процесу, види навчальних занять і оцінювання результатів навчання регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського».

Політика виставлення оцінок: кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених студентам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу студента; у випадку не виконання студентом усіх передбачених навчальним планом видів занять (комп'ютерних практикумів, модульної контрольної роботи) до заліку він не допускається; пропущені заняття обов'язково мають бути відпрацьовані.

Відвідування не є обов'язковим. Якщо студент не може бути присутнім на заняттях, він все одно несе відповідальність за опрацювання теоретичного матеріалу та виконання завдань, що розглядались на занятті. Відеозаписи лекційних занять, а також конспект лекцій доступні студентам в класрумі.

Порядок зарахування пропущених занять. Відпрацювання пропущеного заняття з лекційного курсу здійснюється шляхом перегляду відеозапису або конспекту лекції. Вікторини для студентів, що пропустили лекцію, додатково не проводяться - ці бали вони втрачають. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до графіку консультацій викладача.

Реферати також можуть підготувати студенти, у яких недостатньо рейтингових балів.

Політика академічної поведінки та доброчесності: конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Всі індивідуальні завдання студент має виконати самостійно із використанням рекомендованої літератури й отриманих знань та навичок. Цитування в письмових роботах допускається тільки із відповідним посиланням на авторський текст. Недопустимі підказки і списування у ході захисту лабораторних робіт, на контрольних роботах, на іспиті.

Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами. Повага один до одного дає можливість ефективніше досягати поставлених командних результатів. При виконанні лабораторних робіт студент може користуватися ноутбуком. Якщо ви використовуєте свій ноутбук чи телефон для аудіо- чи відеозапису, необхідно заздалегідь отримати дозвіл викладача.

Дотримання академічної доброчесності студентів й викладачів регламентується кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського. За порушення принципів академічної

доброчесності, зокрема плагіат практикумів, студент втрачає всі бали за даний практикум.

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

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. виконання та захист 4 комп'ютерних практикумів по 10 балів.
2. виконання модульної контрольної роботи (МКР, 20 балів).
3. заліку (40 балів).
4. заохочувальних та штрафних балів.

Комп'ютерні практикуми виконуються студентами самостійно. Робота має демонструвати приклад роботи з нейромоделлю та експеримент з нею. Технологія, середовище чи мова програмування не принципові (наведені приклади на Keras+Tensorflow). Історично найпоширенішою мовою для академічних застосувань є Python. Зручним інструментом для роботи з нейронними мережами, інтерпретації результатів та їх оформлення є Jupyter Notebooks. Також для швидкого виконання робіт та оформлення звітів рекомендується використання Google Colab <https://colab.research.google.com/>.

Звіт має містити: постановку задачі, датасет, суть нейромоделі (орієнтовно 0,5 стор.), результати її застосування (1-2 стор), проведений експеримент та його результати (1-2 стор.), висновки з проведених експериментів. Всього 3-5 сторінок, включаючи графічні матеріали.

Оцінювання комп'ютерного практикуму

Максимальний бал: 10

Складова	Балів
1. Вирішення задачі	5
Задача та датасет	2
Нейро модель	1
Експеримент	2
2. Звіт	2
Відповідність структури	1
Якість та обґрунтування інформації, висновки	1
3. Захист роботи	3
Всього	10

Критерії оцінювання:

- Задача та датасет:
 - 0 – задача та датасет відповідають варіанту,
 - 1 – задача та датасет відповідають варіанту,
 - 2 – проаналізовано характеристики датасету та їх вплив на задачу
- Нейро модель:
 - 0 – використано невдалу модель, або модель з тьюторіалу без змін, є проблеми в реалізації моделі
 - 1 – використано і реалізовано типову модель, обрано її параметри, оцінені результати навчання
- Експеримент
 - 0 – експерименту немає
 - 1 – зроблено найпростіший аналіз впливу зміни параметрів, обрані не головні параметри, мета експерименту не зрозуміла тощо
 - 2 – є повноцінний експеримент
- Відповідність структурі звіту:
 - 0 – не містить важливих розділів
 - 1 – має незначні недоліки: розділи не містять всієї інформації, незадовільно структурований та ін.
- Якість та обґрунтування інформації, висновків:
 - 0 – результати, обґрунтування або висновки частково відсутні або нелогічні
 - 1 – інформація у всіх розділах мінімально достатньо представлена і вдало обґрунтована
- Захист роботи:
 - 0 – роботу не захищено
 - 1 – є мінімально необхідні знання з теми
 - 2 – студент не може відповісти на окремі питання або відповідає частково
 - 3 – відмінні знання, надано відповіді на всі питання

З урахуванням того, що обсяг курсу складає 4 робіт всього за семестр можливо набрати максимальну кількість – 36 балів.

Для допуску до заліку обов'язковою є успішна здача всіх 4 робіт та виконання модульної контрольної роботи.

Штрафні бали

Макс. бал знижується за здачу після встановленого терміну (-1 бали за кожен наступний тиждень після, але не більше - 4 балів) та -2 бали за кожну «невдалу» спробу захисту (але не більше -4 балів).

Для зарахування теми необхідно правильно відповісти принаймні на половину питань (максимум 3-5 питань)

Міжсесійна атестація

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо він має два зданих практикуми/лабораторних роботи.

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо він має 4 здані практикуми/лабораторних роботи та написати МКР.

Семестровий контроль: залік

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску (менше 4 практикумів, відсутня МКР, менше 30 балів)	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

По кожній темі дисципліни в конспекті лекцій надано перелік додаткової літератури, якою можна скористатись для більш глибокого опанування теми.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ас. Зарічковий О.А.

Ухвалено кафедрою ІІІ (протокол №16 від 23.06.25)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № №11 від 27.06.25)