

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
_____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
_____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-
педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
_____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних
технологій»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 123 “Комп’ютерна інженерія”

освітньо-професійна програма – „Комп’ютерна інженерія”

Кафедра комп’ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лаб (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік сем.)	Екз. (сем.)
Денна	3	6	30	14	3	6	97	150	6	-
Заочна	3	5,6	8	4	-	-	138	150	6	-

30.08.2024
[Signature]

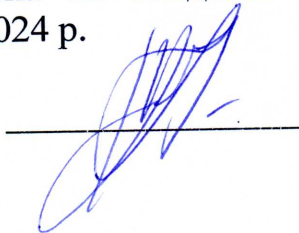
Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робочу програму склав к.т.н., доцент кафедри КІ

Олег ПІЦУН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,
протокол №1 від 26 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

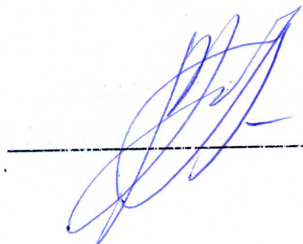
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерна
інженерія», протокол №1 від 30 серпня 2024 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП



Леся ДУБЧАК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

" Машинне навчання на основі хмарних технологій "

1. Опис дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій»

Дисципліна «Технології глибокого машинного навчання»	Галузь знань, напрям підготовки/ спеціальність	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4	Галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 1 семестр – 3 (залік)	Спеціальність – 123 „Комп’ютерна інженерія”	Рік підготовки: <i>Денна</i> - 3 <i>Заочна</i> – 3 Семестр: <i>Денна</i> – 6 <i>Заочна</i> – 6
Кількість змістових модулів – <i>Денна</i> – 4 <i>Заочна</i> - 4.	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Лекції: <i>Денна</i> - 30 год., <i>Заочна</i> – 8 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> - 14 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – <i>Денна</i> – 150 год., <i>Заочна</i> - 150 год.		Самостійна робота: <i>Денна</i> – 97 год. <i>Заочна</i> – 138 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> - 5 год.
Тижневих годин: <i>Денна</i> : 6 семестр – 3 год., з них аудиторних – 1 год.		Вид підсумкового контролю <i>Денна</i> : 6 семестр – залік <i>Заочна</i> : 6 семестр – залік

2. Мета й завдання дисципліни

" Машинне навчання на основі хмарних технологій "

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета вивчення дисципліни "Машинне навчання на основі хмарних технологій" полягає у формуванні у студентів компетенцій з розробки, впровадження та використання моделей машинного навчання, що працюють на хмарних платформах. Дисципліна забезпечує студентів знаннями та навичками, необхідними для ефективного використання хмарних технологій у процесі розробки та розгортання моделей машинного навчання. Студенти зможуть оволодіти навичками роботи з хмарними платформами, такими як DigitalOcean, Google Cloud Platform (GCP) та іншими, які надають інструменти для розгортання та масштабування моделей машинного навчання. Студенти зможуть отримати досвід роботи з різними інструментами та технологіями, зокрема TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, а також хмарними сервісами для машинного навчання.

Вивчення курсу „Машинне навчання на основі хмарних технологій” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів («Прикладне ПЗ для КСМ», «Комп’ютерні мережі», «Архітектура комп’ютерів»), а також цілеспрямованої роботи на лекційних та лабораторних заняттях, самостійної роботи студентів.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завданням дисципліни визначається тим, щоб дати студентам теоретичну та практичну підготовку із застосування алгоритмів машинного навчання, розуміння принципів роботи моделей машинного навчання та їх застосування у вирішенні різних задач, вивчення особливостей різних хмарних платформ, набуття практичних навичок налаштування, розгортання та масштабування моделей машинного навчання у хмарі.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

При вивченні дисципліни студенти повинні знати:

принципи роботи в команді.

сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

підходи до розробки системного та прикладного програмного забезпечення комп’ютерних систем та мереж.

підходи до забезпечення захисту інформації, що обробляється в комп’ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки

2.4. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно -технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів

Вміти створювати та впроваджувати прикладне та системне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж

3. Програма навчальної дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій»

Змістовий модуль 1. Основи технології MLOps ("машинне навчання" (ML) та практик безперервної розробки - DevOps)

Тема 1. Вступ до машинного навчання та хмарних технологій

Основи машинного навчання: види алгоритмів, моделі, застосування. Огляд хмарних технологій: поняття, види, переваги. Взаємодія машинного навчання та хмарних обчислень..

Література: 2, 3.

Тема 2. Інструменти та платформи хмарних обчислень для машинного навчання.

Огляд сучасних хмарних платформ: AWS, Google Cloud, Microsoft Azure. Інтеграція машинного навчання у хмарні сервіси. Порівняння різних хмарних рішень.

Література: 2,4.

Тема 3. Підходи до навчання штучного інтелекту у хмарі
AWS Cloud. Microsoft Azure. Google compute engine. Поняття технологій SaaS, PaaS, IaaS.

Література: 2,5.

Змістовий модуль 2. Написання скриптів для забезпечення роботи ПЗ

Тема 4. Збір та підготовка даних у хмарному середовищі

Поняття датасетів. Види датасетів. Принципи формування датасетів.
Засоби формування та зберігання великих наборів даних.

Література: 3,6 .

Тема 5. Обробка великих даних з використанням хмарних технологій

Використання Apache Hadoop і Spark у хмарі. Обробка потокових даних (streaming data) у хмарних середовищах. Оптимізація процесів обробки даних

Література: 2,3.

Тема 6. Основи побудови моделей машинного навчання.

Лінійні та нелінійні моделі: регресія, дерева рішень, SVM. Оцінка якості моделей: перехресна перевірка, метрики якості. Використання бібліотек для машинного навчання у хмарі (наприклад, TensorFlow, Scikit-learn)

Література: 4,5

Змістовий модуль 3. Автоматизація машинного навчання.

Тема 7. Автоматизоване машинне навчання (AutoML) у хмарних середовищах

Огляд AutoML технологій. Використання AutoML на різних платформах (Google Cloud AutoML, Azure AutoML). Приклади застосування AutoML для задач класифікації та регресії.

Література: 4.

Тема 8. Машинне навчання на сервері та на периферії (Edge Computing).

Різниця між серверним і периферійним машинним навчанням. Використання хмарних сервісів для навчання і розгортання моделей на периферійних пристроях. Приклади застосування Edge Computing.

Література:5,6.

Змістовий модуль 4. Організація та масштабування машинного навчання у хмарних сервісах.

Тема 9. Обслуговування моделей машинного навчання у хмарі

Деплоймент моделей у хмарних середовищах Безперервна інтеграція коду Використання контейнеризації (Docker, Kubernetes) у хмарному середовищі.

Література: 1,5.

Тема 10. Оптимізація та масштабування машинного навчання у хмарних середовищах

Масштабування моделей для великих наборів даних. Оптимізація ресурсів у хмарі для навчання моделей. Використання кластерів і розподілених обчислень.

Література: 1,3.

Тема 11. Сервіси та інструменти для розгортання моделей у хмарі.

Docker та Kubernetes. Serverless Framework. TensorFlow Serving. PyTorch Serve. MLflow

Література: 1,6.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій»

(денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ до машинного навчання та хмарних технологій.	3	1	9		6	опитування
Тема 2. Інструменти та платформи хмарних обчислень для машинного навчання	3	1	7			опитування
Тема 3. ML CLOUD: як штучний інтелект навчається у хмарі	2	2	9	1		опитування
Змістовий модуль 2						
Тема 4. Збір та підготовка даних у хмарному середовищі	3	1	9			опитування
Тема 5. Обробка великих даних з використанням хмарних технологій	3	2	9			опитування
Тема 6. Основи побудови моделей машинного навчання	2	2	9			опитування
Змістовий модуль 3						
Тема 7.	2	1	9	1		опитування

Автоматизоване машинне навчання (AutoML) у хмарних середовищах .						
Тема 8. Машинне навчання на сервері та на периферії (Edge Computing)	3	1	9			опитування
Змістовий модуль 4						
Тема 9. Обслуговування моделей машинного навчання у хмарі	3	1	9			опитування
Тема 10. Оптимізація та масштабування машинного навчання у хмарних середовищах	3	1	9	1		опитування
Тема 11. Сервіси та інструменти для розгортання моделей у хмарі.	3	1	9			опитування
Разом	30	14	97	3	6	

(заочна форма навчання)

Тема	Кількість годин				
	Лекції	Лабораторні заняття	ІРС	Тренінг	Самостійна робота
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Вступ до машинного навчання та хмарних технологій.	1				15
Тема 2. Інструменти та платформи хмарних обчислень для машинного навчання		1			15
Тема 3. ML CLOUD: як штучний інтелект навчається у хмарі	1	1			16
Змістовий модуль 2					
Тема 4. Збір та підготовка даних у хмарному середовищі					
Тема 5. Обробка великих даних з використанням хмарних технологій	1				10
Тема 6. Основи побудови моделей машинного навчання	1	1			15
Тема 7. Автоматизоване машинне навчання (AutoML) у хмарних середовищах					15

.					
Тема 8. Машинне навчання на сервері та на периферії (Edge Computing)	1				12
Змістовий модуль 4					
Тема 9. Обслуговування моделей машинного навчання у хмарі	1	1			15
Тема 10. Оптимізація та масштабування машинного навчання у хмарних середовищах	1				15
Тема 11. Сервіси та інструменти для розгортання моделей у хмарі.	1				9
Разом	8	4	0	0	138

5. Тематика практичних занять

Лабораторна робота №1.

Тема: Реалізація алгоритмів машинного навчання на сервісі kaggle.

Мета: Навчитись налаштовувати та запускати скрипти на мові програмування Python у середовищі kaggle, що вміщують алгоритми машинного навчання.

Питання для обговорення:

1. Python, Jupyter Notebook, Kaggle
2. Лінійна регресія, опорні векторні машини
3. Персептрон

Література: 3, 4.

Лабораторна робота №2.

Тема: Використання згорткових нейронних мереж для класифікації зображень з використання Google Colab.

Мета: Навчитись розробляти архітектури згорткових нейронних мереж для класифікації зображень

Питання для обговорення:

1. Класифікація нейронних мереж
2. Шар згортки
3. Субдискретизуючий шар

Література: 3, 4.

Лабораторна робота №3.

Тема: Реалізація CI/CD підходу з використанням github.

Мета: Навчитись працювати із системами контролю версій коду та освоїти принципи CI/CD .

Питання для обговорення:

1. Мерження віток в GIT
2. Принципи CI
3. Принципи CD

Література: 2.

Лабораторна робота №4.

Тема: Налаштування стеку Terraform, VirtualBox, Vagrant, Go, PHPStorm..

Мета: Набуття практичних навичок із налаштування конфігураційних файлів terraform для розгортання та запуску проектів на хмарних сервісах.

Питання для обговорення:

1. поняття terraform
2. віртуальні машини та контейнеризація
3. генерування ключів доступу до хмарного середовища .

Література: 1, 5.

Лабораторна робота №5.

Тема: Написання скриптів автоматизації роботи з проектом на основі машинного навчання.

Мета: Навчитись писати bash скрипти для автоматизації роботи на основі машинного навчання.

1. Команди для роботи з файлами
2. bash - скрипти
3. shell - скрипти

Література: 1, 5.

6. Організація і проведення тренінгу з дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Розгортання моделі машинного навчання з використанням DigitalOcean	- підєднання до DigitalOcean - Завантаження та підготовка даних на DigitalOcean. - Використання DigitalOcean для тренування простої моделі. - Розгортання моделі як API. - Тестування моделі через API.
2	Контейнеризація та розгортання моделі машинного навчання з Docker і Kubernetes на	- Ознайомлення з Docker: створення Docker-контейнера для моделі машинного навчання (наприклад, з використанням Python та Scikit-learn). - Створення Kubernetes-кластеру на Google Kubernetes Engine (GKE). - Розгортання контейнера з моделлю на Kubernetes. - Налаштування автоматичного масштабування

	Google Cloud	(auto-scaling) для моделі. - Моніторинг продуктивності моделі через Google Cloud Monitoring.
3	Автоматизація процесу машинного навчання з використанням CI/CD для розгортання моделей	- Введення в CI/CD (Continuous Integration/Continuous Deployment) для машинного навчання. - Налаштування репозиторію на GitHub або GitLab. - Створення CI/CD конвеєра з використанням Jenkins або GitLab CI/CD для автоматичного тренування моделі на хмарній платформі. - Інтеграція з хмарним середовищем (наприклад, AWS або Google Cloud) для автоматичного розгортання моделі після тестування. - Налаштування повідомлень про статус розгортання (Slack, Email тощо).

7. Самостійна робота студентів (підготовка наскрізного проєкту) (денна форма навчання)

№ п/п	Тематика	Завдання
1	Основи хмарних технологій: поняття, архітектура та провайдери	Вибір технології та сервісу для розгортання моделі машинного навчання у хмарному середовищі
2	Хмарні сервіси для машинного навчання: огляд платформ	
3	Розгортання моделей у хмарі: основи та кроки	
4	Контейнеризація моделей машинного навчання з Docker	Розробка образів контейнерів для розгортання програмного забезпечення з врахуванням використання моделей машинного навчання
5	Оркестрація контейнерів з Kubernetes для масштабованого машинного навчання	
6	Безсерверні обчислення для машинного навчання (Serverless ML)	
7	Автоматизоване машинне навчання (AutoML) у хмарі	
8	Хмарне сховище даних для машинного навчання	
9	Тренування моделей у хмарі на великих даних	Навчання нейронної моделі
10	Моніторинг та управління розгорнутими моделями в хмарі	Аналіз роботи розробленого ПЗ, розробка CI/CD пайплайну
11	Інтеграція CI/CD у робочі процеси машинного навчання	

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Основи хмарних технологій: поняття, архітектура та провайдери
2	Хмарні сервіси для машинного навчання: огляд платформ
3	Розгортання моделей у хмарі: основи та кроки
4	Контейнеризація моделей машинного навчання з Docker
5	Оркестрація контейнерів з Kubernetes для масштабованого машинного навчання
6	Безсерверні обчислення для машинного навчання (Serverless ML)
7	Автоматизоване машинне навчання (AutoML) у хмарі
8	Хмарне сховище даних для машинного навчання
9	Тренування моделей у хмарі на великих даних
10	Моніторинг та управління розгорнутими моделями в хмарі
11	Інтеграція CI/CD у робочі процеси машинного навчання
12	Машинне навчання на розподілених системах у хмарі
13	Хмарні сервіси для глибокого навчання
14	Етика та безпека в хмарних рішеннях для машинного навчання
15	Огляд реальних кейсів використання хмарних технологій для машинного навчання
16	Основи хмарних технологій: поняття, архітектура та провайдери

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіа проектора та інших ТЗН; лабораторні заняття, обов'язково в комп'ютерній лабораторії; індивідуальні заняття; виконання роботи в Інтернет.

У процесі вивчення дисципліни використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточні опитування;
- модульне тестування;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- оцінювання результатів виконання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- залік.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- підсумкова оцінка за виконання завдань на тренінгах;
- оцінювання наскрізного проекту у результаті самостійної роботи

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Машинне навчання на основі хмарних технологій» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

6 семестр

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4
15 %	15 %	15 %	10 %	20 %	20 %
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Тренінги	Самостійна робота
Середнє арифметичне за 3 лабораторних роботи	Тестові завдання	Середнє арифметичне за 2 лабораторних роботи	Письмова робота: 2 теоретичних питання, 1 задача, тестові завдання	Виконання 3 завдань	Виконання наскрізного проекту із 4 завдань

Шкала оцінювання

За шкалою університету	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.	Gitbush, Keras, Github	1, 2, 3, 4
2.	Kuber, Docker	5,6,7,8,9

3.	Linux, Apache, tensorflow	3,4,5,6,10
----	---------------------------	------------

Рекомендовні джерела інформації

1. Pitsun, Oleh Comparative Analysis of CNN Architecture for Emotion Classification on Human Faces CEUR Workshop ProceedingsVolume 3716, Pages 46 - 552024 1st International Workshop of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development, AISD 2024
2. Pitsun, Oleh Method and Software Tool for Generating Artificial Databases of Biomedical Images Based on Deep Neural Networks CEUR Workshop ProceedingsVolume 3609, Pages 15 - 262023 6th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2023Bratislava17 November 2023
3. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop ProceedingsVolume 3609, Pages 241 - 2482023 6th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2023Bratislava17 November 2023
4. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop ProceedingsVolume 3302, Pages 69 - 772022 5th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2022Lyon18 November 2022
5. O. Berezsky, O. Pitsun, B. Derysh, I. Pazdriy, G. Melnyk and Y. Batko, "Automatic Segmentation of Immunohistochemical Images Based on U-net Architecture," 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), LVIV, Ukraine, 2021, pp. 29-32, doi: 10.1109/CSIT52700.2021.9648669.
6. ПІЦУН Олег МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ ІМУНОГІСТОХІМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ Сторінки: 166-174. Номер: №3, 2023 (321) <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-321-3-166-174>
7. Gene Kim. The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations. IT Revolution Press; Illustrated edition (October 6, 2016) - 480 pages
8. Kevin Behr. The Phoenix Project: A Novel about IT, DevOps, and Helping Your Business Win Paperback – Illustrated, February 27, 2018
9. Rafal Leszko. Continuous Delivery with Docker and Jenkins: Create secure applications by building complete CI/CD pipelines, 3rd Edition 3rd ed. Edition - Packt Publishing; 3rd ed. edition (May 4, 2022)
- 10.Emily Freeman. DevOps For Dummies 1st Edition, Kindle Edition - July 30, 2019