

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

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



РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Методи та засоби генеративного інтелекту»

ступінь вищої освіти – магістр

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.)	Практичні (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	1	2	32	14	5	6	93	150	2
Заочна	1	2	8	4	0	0	138	150	2

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робочу програму склав викладач кафедри КІ

Петро ЛЯЦИНСЬКИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,
протокол ____ від « ____ » _____ 2024 р.

Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерна
інженерія», протокол ____ від « ____ » _____ 2024 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП



Григорій МЕЛЬНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
"МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГЕНЕРАТИВНОГО ІНТЕЛЕКТУ"

1. Опис дисципліни "Методи та засоби генеративного інтелекту"

Дисципліна «Системи обробки розподілених баз даних»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – <i>Денна – 5,</i> <i>Заочна – 5</i>	галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 4	Спеціальність – 123 „Комп’ютерна інженерія”	Рік підготовки: <i>Денна - 1</i> <i>Заочна - 1</i> Семестр: <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i>
Кількість змістових модулів – <i>Денна – 4</i> <i>Заочна - 4.</i>	Ступінь вищої освіти - магістр	Лекції: <i>Денна - 32 год.,</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна - 14 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – <i>Денна – 150 год.,</i> <i>Заочна – 150 год.</i>		Самостійна робота: <i>Денна - 93 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Тренінг – 6 год. Індивідуальна робота: <i>Денна - 5 год.</i>
Тижневих годин: <i>Денна: 2 семестр – 10 год.,</i> <i>з них аудиторних – 3 год.</i>		Вид підсумкового контролю <i>Денна:</i> 2 семестр – екзамен <i>Заочна:</i> 2 семестр – екзамен

2. Мета й завдання дисципліни

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни “Методи та засоби генеративного інтелекту” є формування у студентів глибокого розуміння сучасних підходів до створення систем штучного інтелекту, що здатні генерувати нові дані, знання або творчий контент. Дисципліна охоплює як теоретичні аспекти, так і практичні методи побудови генеративних моделей, ознайомлює студентів із сучасними технологіями генеративного навчання, такими як автоенкодера, великі мовні моделі, дифузійні моделі та генеративно-змагальні мережі. Важливою складовою є набуття навичок розробки та застосування генеративних систем у різних галузях, включаючи обробку тексту і зображень, а також можливість використання цих знань у майбутній професійній діяльності в сфері штучного інтелекту та комп’ютерної інженерії.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Завданням дисципліни є здобуття студентами теоретичних та практичних знань з основ побудови генеративних моделей штучного інтелекту, а також опанування інструментів та методів їх проектування і реалізації.

В результаті вивчення дисципліни “Методи та засоби генеративного інтелекту” студенти повинні знати:

- сучасні теоретичні, методологічні, технічні та технологічні основи до створення компонентів комп’ютерних систем.

В результаті вивчення дисципліни вміти:

- застосувати сучасні методи і алгоритми штучного інтелекту для розв’язання практичних задач при побудові інформаційних технологій, практичні навички володіння сучасними програмними засобами.

- володіти сучасними програмними засобами проектування систем штучного інтелекту.

3. Програма навчальної дисципліни «Методи та засоби генеративного інтелекту»

Змістовий модуль 1. Вступ до генеративного інтелекту

Тема 1. Вступ до генеративного інтелекту

1. Основні концепції та визначення. 2. Ключові етапи розвитку технології. 3. Практичні приклади використання. 4. Новітні досягнення та відкриття в галузі.

Література: 1, 2.

Тема 2. Типи генеративних моделей

1 Автоенкодера. 2. Варіаційні автоенкодера (VAE). 3. Генеративно-змагальні мережі (GAN). 4. Дифузійні моделі. 5. Великі мовні моделі (LLM).

Література: 3, 4.

Тема 3. Автоенкодери

1. Кодування та декодування. 2. Архітектура автоенкодерів. 3. Приклади використання. 4. Обмеження та недоліки автоенкодерів.

Література: 5.

Тема 4. Варіаційні автоенкодери

1. Латентний простір. 2. Відмінності від традиційних автоенкодерів. 3. Переваги та недоліки підходу. 4. Приклади використання.

Література: 5.

Змістовий модуль 2. Генеративно-змагальні нейронні мережі

Тема 5. Основи генеративно-змагальних мереж

1. Архітектура генератора. 2. Архітектура дискримінатора. 3. Алгоритм навчання GAN. 4. Складнощі навчання та варіанти їх вирішення.

Література: 6.

Тема 6. Проблеми навчання генеративно-змагальних мереж

1. Нестабільність навчання. 2. Режим колапсу. 3. Wasserstein GAN. 4. TTUR, циклічні підходи та інші.

Література: 7, 8.

Тема 7. Типи та архітектури генеративно-змагальних мереж

1. Повнозв'язні GAN. 2. Згорткові GAN. 3. Умовні GAN. 4. Інші варіації та їх особливості.

Література: 9.

Тема 8. Генерування зображень за допомогою генеративно-змагальних мереж

1. Практичне застосування GAN. 2. Аналіз інструментів та бібліотек для роботи з GAN. 3. Метрики для оцінки якості зображень. 4. Приклади реального використання у різних сферах.

Література: 10, 11.

Змістовий модуль 3. Дифузійні та мовні моделі

Тема 9. Основи дифузійних моделей

1. Поняття дифузійної моделі. 2. Принцип роботи дифузійної моделі. 3. Порівняння з іншими генеративними моделями (VAE, GAN). 4. Приклади використання для створення контенту.

Література: 12, 13, 14.

Тема 10. Генерування зображень за допомогою Stable Diffusion

1. Аналіз програмного засобу. 2. Робота із текстовими запитами. 3. Налаштування параметрів генерування. 4. Візуалізація результатів.

Література: 15, 16.

Тема 11. Великі мовні моделі (LLM)

1. Основи трансформерів. 2. Механізм уваги. 3. Навчання LLM. 4. Використання LLM.

Література: 17, 18.

Тема 12. GPT-архітектура

1. Основні компоненти та їхня роль. 2. Принцип попереднього навчання. 3. Вплив розміру моделі на її можливості. 4. Практичне застосування.

Література: 19-23.

Тема 13. Застосування LLM

1. Реалізація LLM. 2. Використання для генерування тексту. 3. Аналіз сервісу HuggingFace. 4. Приклад реалізації чат-бота.

Література: 24-26.

Змістовий модуль 4. Інструменти та сервіси для роботи з генеративними моделями

Тема 14. Оцінка генеративних моделей

1. Метрики оцінки зображень. 2. Метрики оцінки текстів. 3. Використання експертної оцінки. 4. Порівняння різних підходів до оцінки результатів.

Література: 27, 28.

Тема 15. Використання хмарних сервісів для навчання генеративних моделей

1. Аналіз хмарних сервісів. 2. Використання хмарних сервісів для навчання моделей. 3. Порівняння сервісів для генерування зображень та текстів. 4. Оптимізація витрат і масштабування моделей в хмарних середовищах.

Література: 29, 30.

Тема 16. Аналіз фреймворків для роботи з генеративними моделями

1. Використання готових API для генерації контенту (OpenAI, Hugging Face, Stability AI). 2. Огляд фреймворків для роботи з генеративними моделями (TensorFlow, PyTorch). 3. Інтеграція генеративних моделей у веб-додатки. 4. Платформи для швидкого розгортання генеративних моделей.

Література: 31-33.

**4. Структура залікового кредиту дисципліни
«Методи та засоби генеративного інтелекту»
(денна форма навчання)**

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ до генеративного інтелекту	2		6	1		Опитування
Тема 2. Типи генеративних моделей	2		6			Опитування
Тема 3. Автоенкодера	2		6			Опитування
Тема 4. Варіаційні автоенкодера	2		6			Опитування
Змістовий модуль 2						
Тема 5. Основи генеративно-змагальних мереж	2		6	1	2	Опитування
Тема 6. Проблеми навчання генеративно-змагальних мереж	2		6			Опитування
Тема 7. Типи та архітектури генеративно-змагальних мереж	2		6			Опитування
Тема 8. Генерування зображень за допомогою генеративно-змагальних мереж	2	6	6			Опитування
Змістовий модуль 3						
Тема 9. Основи дифузійних моделей	2		6	2	2	Опитування
Тема 10. Генерування зображень за допомогою Stable Diffusion	2	4	6			Опитування
Тема 11. Великі мовні моделі (LLM)	2		6			Опитування
Тема 12. GPT-архітектура	2	4	6			Опитування
Тема 13. Застосування LLM	2		6			Опитування
Змістовий модуль 4						
Тема 14. Оцінка генеративних моделей	2		6	1	2	Опитування
Тема 15. Використання хмарних сервісів для навчання генеративних моделей	2		3			Опитування
Тема 16: Аналіз фреймворків для роботи з генеративними моделями	2		6			Опитування
Разом	32	14	93	5	6	Опитування

(заочна форма навчання)

	Кількість годин		
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Тема 1. Вступ до генеративного інтелекту	1		8
Тема 2. Типи генеративних моделей	1		8
Тема 3. Автоенкодери			10
Тема 4. Варіаційні автоенкодери			12
Тема 5. Основи генеративно-змагальних мереж	1		12
Тема 6. Проблеми навчання генеративно-змагальних мереж			8
Тема 7. Типи та архітектури генеративно-змагальних мереж			8
Тема 8. Генерування зображень за допомогою генеративно-змагальних мереж	1	1	8
Тема 9. Основи дифузійних моделей	1		8
Тема 10. Генерування зображень за допомогою Stable Diffusion	1	1	8
Тема 11. Великі мовні моделі (LLM)			8
Тема 12. GPT-архітектура	1	1	8
Тема 13. Застосування LLM	1	1	8
Тема 14. Оцінка генеративних моделей			8
Тема 15. Використання хмарних сервісів для навчання генеративних моделей			8
Тема 16: Аналіз фреймворків для роботи з генеративними моделями			8
Разом	8	4	138

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття № 1.

Тема: Створення зображень з використанням GAN.

Мета: Дослідити процес генерування зображень з використанням генеративно-змагальних нейронних мереж.

Питання для обговорення:

1. Принцип роботи GAN.
2. Сучасні архітектури.
3. Алгоритм навчання.

Література: 1-11.

Практичне заняття № 2.

Тема: Створення зображень з використанням Stable Diffusion.

Мета: Дослідити процес генерування зображень з використанням інструменту Stable Diffusion.

Питання для обговорення:

1. Дифузійні моделі.
2. Параметри навчання.
3. Принцип роботи.

Література: 12-16

Практичне заняття № 3.

Тема: Дослідження та аналіз ChatGPT.

Мета: Проаналізувати можливості великої мовної моделі (LLM) на прикладі ChatGPT, дослідити її обмеження та можливості в задачах генерації тексту.

Питання для обговорення:

1. GPT-архітектура.
2. Архітектура трансформерів.
3. Механізм уваги (attention).

Література: 17-24

6. Організація і проведення тренінгу з дисципліни «Методи та засоби генеративного інтелекту»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Дослідження GAN мереж	<ul style="list-style-type: none">- Характеристики різних архітектур GAN;- Порівняння архітектур GAN;- Аналіз алгоритму навчання GAN;- Імплементція DCGAN на мові Python.
2	Дослідження дифузійних моделей	<ul style="list-style-type: none">- Характеристики дифузійних моделей;- Встановлення програмного засобу Stable Diffusion;- Синтез зображень за допомогою Stable Diffusion.
3	Оцінка синтезованих зображень	<ul style="list-style-type: none">- Аналіз метрик для оцінки зображень;- Скрипт оцінки зображень на мові Python;- Використання хмарних сервісів для роботи з генеративними моделями.

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

№ п/п	Тематика	Завдання
1	Основи генеративного інтелекту: поняття, принципи роботи та типи генеративних моделей (GAN, VAE, дифузійні моделі).	Проєктування архітектури генеративно-змагальної мережі (GAN) для задачі генерації зображень. Обґрунтування вибору компонентів генератора і дискримінатора.
2	Архітектура генеративно-змагальних мереж (GAN): генератор і дискримінатор. Принцип роботи GAN.	
3	Вибір та проєктування архітектури GAN-мережі. Порівняння різних архітектур генераторів та дискримінаторів у генеративно-змагальних мережах.	

4	Реалізація архітектури GAN-мережі на мові Python. Використання основних фреймворків для роботи з генеративними моделями.	Реалізація обраної архітектури GAN на мові Python з використанням бібліотек TensorFlow або PyTorch. Тестування моделі та аналіз результатів генерації.
5	Методи та проблеми навчання генеративних моделей: нестабільність навчання, колапс режиму.	
6	Архітектура генеративних моделей у Python: основи використання TensorFlow та PyTorch для реалізації моделей.	
7	Використання бібліотек для швидкого розгортання та навчання генеративних моделей. Аналіз можливостей API та хмарних сервісів для навчання моделей.	Використання готових бібліотек і API (Hugging Face, TensorFlow, PyTorch) для розгортання та навчання генеративної моделі. Налаштування параметрів навчання та оцінка якості моделі за допомогою метрик.
8	Оцінка якості генеративних моделей: метрики для оцінки якості згенерованого контенту.	

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Основи генеративного інтелекту: поняття, принципи роботи та типи генеративних моделей (GAN, VAE, дифузійні моделі).
2	Архітектура генеративно-змагальних мереж (GAN): генератор і дискримінатор. Принцип роботи GAN.
3	Вибір та проектування архітектури GAN-мережі. Порівняння різних архітектур генераторів та дискримінаторів у генеративно-змагальних мережах.
4	Реалізація архітектури GAN-мережі на мові Python. Використання основних фреймворків для роботи з генеративними моделями.
5	Методи та проблеми навчання генеративних моделей: нестабільність навчання, колапс режиму.
6	Архітектура генеративних моделей у Python: основи використання TensorFlow та PyTorch для реалізації моделей.
7	Використання бібліотек для швидкого розгортання та навчання генеративних моделей. Аналіз можливостей API та хмарних сервісів для навчання моделей.
8	Оцінка якості генеративних моделей: метрики для оцінки якості згенерованого контенту.

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіа проектора та інших ТЗН; практичні заняття; 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 практичних завдань;
- оцінювання результатів виконання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- екзамен.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Системи обробки розподілених баз даних» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
20 %	20 %	5 %	15 %	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне за 3 практичних заняття	Письмова робота: 2 теоретичних питання, 1 задача, тестові завдання	Середнє арифметичне за виконання 3 завдань	Виконання наскрізного проекту із 3 завдань	2 теоретичних питання 2 по 25 балів = 50 балів, Задача = 50 балів

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)

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Python, Jupyter Notebook, Web Browser	1-16

РЕКОМЕНДОВАНИ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Generative AI Intro. URL: <https://roshni-mohandas.medium.com/gen-ai-introduction-5621b7e82134>
2. Feuerriegel, S., Hartmann, J., Janiesch, C., & Zschech, P. (2024). Generative ai. *Business & Information Systems Engineering*, 66(1), 111-126.
3. Generative Models Overview. URL: <https://paperswithcode.com/methods/category/generative-models>
4. Oussidi and A. Elhassouny, "Deep generative models: Survey," 2018 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), Fez, Morocco, 2018, pp. 1-8.
5. Bank, D., Koenigstein, N., & Giryes, R. (2023). Autoencoders. *Machine learning for data science handbook: data mining and knowledge discovery handbook*, 353-374.
6. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*, 27.
7. From GAN to WGAN. URL: <https://lilianweng.github.io/posts/2017-08-20-gan/>
8. Salimans, T., Goodfellow, I., Zaremba, W., Cheung, V., Radford, A., & Chen, X. (2016). Improved techniques for training gans. *Advances in neural information processing systems*, 29.
9. Iglesias, G., Talavera, E., & Díaz-Álvarez, A. (2023). A survey on GANs for computer vision: Recent research, analysis and taxonomy. *Computer Science Review*, 48, 100553.
10. Jabbar, A., Li, X., & Omar, B. (2021). A survey on generative adversarial networks: Variants, applications, and training. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(8), 1-49.
11. Borji, A. (2019). Pros and cons of GAN evaluation measures. *Computer vision and image understanding*, 179, 41-65.
12. Ho, J., Jain, A., & Abbeel, P. (2020). Denoising diffusion probabilistic models. *Advances in neural information processing systems*, 33, 6840-6851.
13. Chan, S. H. (2024). Tutorial on Diffusion Models for Imaging and Vision. *arXiv preprint arXiv:2403.18103*.
14. How Diffusion models work. URL: <https://www.superannotate.com/blog/diffusion-models>
15. Stable diffusion. URL: <https://stable-diffusion-art.com/beginners-guide/>
16. Stable diffusion tutorials. URL: <https://www.stablediffusiontutorials.com/>
17. Minaee, S., Mikolov, T., Nikzad, N., Chenaghlu, M., Socher, R., Amatriain, X., & Gao, J. (2024). Large language models: A survey. *arXiv preprint arXiv:2402.06196*.
18. Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.
19. Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., ... & McGrew, B. (2023). Gpt-4 technical report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*.
20. Introducing GPT. URL: <https://openai.com/index/chatgpt/>
21. GPT-3 architecture. URL: https://dugas.ch/artificial_curiosity/GPT_architecture.html
22. Fine-tuning. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning>
23. How GPT is developed. URL: <https://help.openai.com/en/articles/7842364-how-chatgpt-and-our-language-models-are-developed>
24. Yenduri, G., Ramalingam, M., Selvi, G. C., Supriya, Y., Srivastava, G., Maddikunta, P. K. R., ... & Gadekallu, T. R. (2024). Gpt (generative pre-trained transformer)—a comprehensive review on enabling technologies, potential applications, emerging challenges, and future directions. *IEEE Access*.
25. LLM fine-tuning. URL: <https://www.datacamp.com/tutorial/fine-tuning-large-language-models>
26. How to build a chat-bot. UR: <https://apiko.com/blog/how-to-build-an-ai-chatbot/>

27. Betzalel, E., Penso, C., Navon, A., & Fetaya, E. (2022). A study on the evaluation of generative models. *arXiv preprint arXiv:2206.10935*.
28. How to evaluate generative model. URL: <https://fastdatascience.com/generative-ai/how-can-we-evaluate-generative-language-models/>
29. Cloud AI. URL: <https://www.logicalcube.com/ai-cloud/overview/>
30. MLaaS. URL: <https://neptune.ai/blog/best-machine-learning-as-a-service-platforms-mlaas>
31. HuggingFace Learn. URL: <https://huggingface.co/learn>
32. OpenAI quickstart. URL: <https://platform.openai.com/docs/quickstart>
33. Learn PyTorch. URL: <https://www.learnpytorch.io/>