

Абрамов Сергій, Кравченко Сергій, Синиціна Юлія, Титаренко Олексій. Розділ І. Порівняльний аналіз моделей штучного інтелекту. Штучний інтелект у науці : монографія / [авт. колектив]; за ред. Яцишина Андрія та Яцишин Анни. – Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2025. – С. 6-25. ISBN 978-617-8830-09-0

РОЗДІЛ І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

DOI: 10.33407/lib.NAES.id/748209

Абрамов Сергій^{1[0000-0003-0675-4850]}, **Кравченко Сергій**^{1[0000-0002-1923-5702]},
Синиціна Юлія^{2[0000-0002-6447-821X]}, **Титаренко Олексій**^{1[0000-0002-3271-9402]}

¹Київський інститут Національної гвардії України, МВС України, Київ, Україна

²Дніпровський державний університет внутрішніх справ МВС України, Дніпро,
Україна

abramovs706@gmail.com

Анотація. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрової ери зростає нагальна потреба у методологічно обґрунтованому підході до порівняння нейромережових моделей. В роботі проаналізовано існуючі методи порівняльного аналізу нейромережових моделей, розроблено узагальнену методiku та алгоритм порівняльного аналізу, визначено ключові характеристики та особливості моделей штучного інтелекту, обґрунтовано критерії оцінки їх ефективності. Визначено, що для повноцінного порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту необхідно комбiнувати теоретичний контент-аналіз, SWOT-аналіз та експериментальний аналіз (Benchmarking). Це дозволить отримати всебічну оцінку моделей ШІ та створити рекомендації щодо вибору оптимальних підходів для різних сфер їх застосування.

Ключові слова: штучний інтелект, SWOT-аналіз, кейсовий аналіз, ChatGPT, Gemini.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS

Abramov Serhii, Kravchenko Serhii, Synytsina Yulia, Tytarenko Oleksii

Abstract. The current conditions of digital era's rapid development require an urgent need for a methodological approach to compare neural network models. This work analyzes the existing methods of neural network models comparative analysis, develops a generalized methodology and algorithm of comparative analysis, identifies key

characteristics and features of artificial intelligence models, substantiates the criteria for assessing its effectiveness. It was found that for a full-fledged comparative analysis of artificial intelligence models it is necessary to combine theoretical content analysis, SWOT analysis and experimental analysis (Benchmarking). This will allow to comprehensively evaluate AI models and to create recommendations for choosing optimal approaches for various areas of their application.

Keywords: artificial intelligence, SWOT analysis, case study, ChatGPT, Gemini.

Вступ. Використання штучного інтелекту (ШІ) відіграє ключову роль в трансформації сучасного освітнього процесу та наукових досліджень, при цьому широко застосовується у таких сферах, як економіка, медицина, бізнес та автоматизація. В реаліях сьогодення «військовий» штучний інтелект використовується в широкому спектрі застосувань – від обробки даних і прогнозової аналітики до розпізнавання цілей і моніторингу. Збройні сили в усьому світі впроваджують навчальні програми на основі штучного інтелекту, які імітують ці передові бойові сценарії, дозволяючи особовому складу розвивати складні навички, необхідні для ефективної роботи в цю нову еру війни [1].

У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрової ери зростає нагальна потреба у методологічно обґрунтованому підході до порівняння нейромережевих моделей. Різноманітність архітектур, алгоритмів навчання та критеріїв оцінки ускладнюють вибір оптимального рішення для конкретних завдань. Методологія порівняльного аналізу нейромережевих моделей дозволяє об'єктивно оцінювати їх ефективність, інтерпретованість, стійкість до змінних даних та ресурсомісткість. Визначення ключових критеріїв оцінки та розробка уніфікованих підходів до порівняння сприятиме підвищенню прозорості, надійності та адаптивності ШІ-систем у різних сферах – від медицини та фінансів до автоматизованого управління, кібербезпеки та «військового» ШІ.

Таким чином, дослідження методологічних аспектів порівняльного аналізу нейромережевих моделей є надзвичайно актуальним для забезпечення

обґрунтованого вибору моделей, їх оптимізації та впровадження у реальні застосування.

Аналіз літератури та постановка проблеми. Відповідно до Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, ШІ став організованою сукупністю інформаційних технологій, що дозволяє виконувати складні завдання за допомогою використання наукових методів дослідження та алгоритмів обробки інформації. ШІ здатний створювати та використовувати власні бази знань, моделі рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань [2-5]. Такі моделі варіюють від простих лінійних регресій до складних нейронних мереж, які імітують роботу людського мозку. Залежно від типу даних і завдань, моделі ШІ можуть використовувати різні підходи, такі як машинне навчання, обробка природної мови, робототехніка та експертні системи [6, 7].

До ключових факторів, які визначають потребу в порівняльному аналізі моделей, потрібно віднести: широке застосування ШІ у різних сферах, таких як освіта, медицина, бізнес, наукові дослідження та автоматизація; зростаюча конкуренція між розробниками великих мовних моделей (LLM) та необхідність вибору найбільш ефективного рішення для конкретних завдань; проблеми етики, прозорості та надійності ШІ, які потребують додаткового аналізу та досліджень; різниця в архітектурі, алгоритмах навчання та продуктивності вимагає комплексного оцінювання та тестування.

Відсутність єдиних критеріїв оцінки, які враховують продуктивність, адаптивність, обчислювальну складність та інші ключові характеристики різних моделей, ускладнює інтеграцію штучного інтелекту в критично важливі галузі, такі як національна безпека, фінанси, медицина та автономні системи.

Загальні напрями досліджень видатних вчених в області глибокого навчання та нейронних мереж мали своє відображення у наукових працях Шевченко А.І., Рамазанова С.К., Купцова Є.О. [8], в той же час, методи оцінки ефективності нейронних мереж та їх порівняльний аналіз були висвітлені у наукових працях Бажана Т.О. [9]. Дослідженнями нейромережових моделей у контексті штучного

інтелекту та їх оптимізації займалися видатні вчені Рижко О., Райнікова Т., Крайніков Е. [10], Налівайко О. [11] та інші.

Аспекти теоретичної та практичної реалізації нейромережових підходів висвітлено в наукових працях видатних вчених Kulsoom F., Narejo, S., Mehmood Z., Chaudhry H.N., Butt A., Bashir A.K., Hinton G., Bishop Ch. Bengio Y., Tlili A., Shehata B., Adarkwah M.A., Bozkurt A., Hickey D.T., Huang R. & Agyemang B., Rodríguez-Hernández C.F., Musso M., Kyndt E. and Cascallar E. [12-16]. Ці науковці є авторитетами у галузі машинного навчання та нейронних мереж, їх роботи потрібно враховувати для порівняльного аналізу різних нейромережових моделей, критеріїв оцінки їх ефективності та розробки підходів до оптимізації.

Результати дослідження.

Основні методи дослідження для порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту. Для проведення якісного порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту використовуються різноманітні методи дослідження. Вони дозволяють оцінити продуктивність, ефективність та застосовність моделей у різних умовах.

До основних методів порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту потрібно віднести: теоретичний аналіз; SWOT-аналіз; експериментальний аналіз; метод багатокритеріального аналізу (MCDM); аналіз продуктивності та масштабованості; аналіз інтерпретованості та прозорості моделей; аналіз ризиків та безпеки; кейсовий аналіз (Case Study). Розглянемо більш детально мету та можливості кожного методу порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту.

• **Теоретичний аналіз.** Мета: визначити принципи роботи, архітектурні особливості та ключові характеристики моделей ШІ. Теоретичний аналіз включає: аналіз наукових статей, технічної документації, звітів та стандартів; вивчення архітектури моделей (MLP, CNN, RNN, Transformers тощо); порівняння алгоритмів навчання (supervised, unsupervised, reinforcement learning); дослідження історії розвитку моделей ШІ та їх еволюції.

•**SWOT-аналіз.** Мета: виявити сильні та слабкі сторони, можливості та загрози різних моделей. Даний метод включає визначення: сильних, слабких сторін, а також можливості та загрози. Strengths (сильні сторони): висока точність, ефективність, масштабованість. Weaknesses (слабкі сторони): висока обчислювальна складність, потреба в великих обсягах даних. Opportunities (можливості): інтеграція з новими технологіями, автоматизація процесів. Threats (загрози): етичні проблеми, ризик упередженості, кібератаки.

•**Експериментальний аналіз (Benchmarking).** Мета: провести тестування моделей III на спільних наборах даних для об'єктивного порівняння, а саме: використання стандартних датасетів (MNIST, CIFAR-10, ImageNet, IMDB, COCO); запуск моделей на однакових параметрах та аналіз метрик ефективності (Accuracy, Precision, Recall, F1-score, RMSE); вимірювання часу навчання та продуктивності в різних обчислювальних середовищах (CPU, GPU, TPU); аналіз роботи моделей на обмежених обчислювальних ресурсах.

•**Метод багатокритеріального аналізу (MCDM – Multi-Criteria Decision Making).** Мета: Оцінити моделі за кількома критеріями та визначити найоптимальнішу. Даний аналіз дозволяє провести дослідження з визначення критеріїв порівняння (точність, швидкість, інтерпретованість, енергоспоживання) та використання методів АНР (Analytic Hierarchy Process), TOPSIS, ELECTRE, а також оцінка моделей на основі зважених коефіцієнтів та ранжування.

•**Аналіз продуктивності та масштабованості.** Мета: Оцінити здатність моделей працювати на великих наборах даних та в реальному часі. Даний метод дозволяє провести тестування моделей на великих потоках даних, та оцінити ефективності роботи в хмарних середовищах (Google Cloud, AWS, Azure AI), а також провести аналіз швидкодії моделей при різних обсягах вхідних даних.

•**Аналіз інтерпретованості та прозорості моделей.** Мета: Визначити, наскільки модель зрозуміла для користувачів і чи можна пояснити її рішення. Застосування даного методу до порівняльного аналізу дозволить визначити можливість використання методів пояснюваності III (LIME, SHAP), провести

аналіз рівня довіри користувачів до результатів моделі та визначить механізми боротьби з алгоритмічними упередженнями.

•**Аналіз ризиків та безпеки.** Мета: виявити потенційні загрози та вразливості в роботі моделей ШІ. Даний аналіз дозволяє проаналізувати стійкості моделей до Adversarial Attack (атаки, що змінюють вхідні дані), оцінити можливі загрози для конфіденційності та безпеки даних та перевірити відповідності етичним нормам та законодавчим вимогам (GDPR, ISO/IEC 27001).

•**Кейсовий аналіз (Case Study).** Мета: Дослідити реальні випадки впровадження різних моделей у бізнесі та науці. Даний метод дозволяє вивчення практичного застосування моделей у фінансах, медицині, промисловості та проводити аналіз успішних кейсів, виявлення факторів, що вплинули на ефективність, а також визначити проблеми, що виникли при впровадженні моделей, та шляхів їх вирішення.

Таким чином, для проведення комплексного дослідження порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту доцільно використовувати поєднання теоретичних, експериментальних та аналітичних методів. Це дозволить отримати об'єктивні результати та визначити найефективніші підходи до застосування ШІ в різних сферах. Результати оцінки методів дослідження порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту з точки зору визначення переваг та недоліків кожного, наведеного вище методу представлені у таблиці 1.

Алгоритм проведення порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту. До основних етапів проведення порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту потрібно віднести: визначення мети та критеріїв аналізу; вибір моделей для аналізу; теоретичний аналіз моделей; практичне тестування моделей (Benchmarking); порівняльний аналіз результатів; формулювання висновків та рекомендацій.

Алгоритм проведення порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту складається з шести етапів, а саме:

•**Етап 1.** Визначення мети та критеріїв аналізу:

- Визначити основну мету дослідження (наприклад, вибір найкращої моделі для конкретного завдання).

- Окреслити сферу застосування моделей (обробка тексту, зображень, прогнозування тощо).

- Визначити ключові критерії порівняння (продуктивність, точність, швидкість, інтерпретованість, безпека тощо).

- Etap 2.** Вибір моделей для аналізу:

- Зібрати список актуальних моделей ШІ, що використовуються у вибраній сфері.

- Описати кожну модель (архітектура, особливості, популярність).

- Визначити відкриті бібліотеки та фреймворки, що підтримують дані моделі.

- Etap 3.** Теоретичний аналіз моделей:

- Провести огляд наукової літератури та технічної документації.

- Виконати SWOT-аналіз кожної моделі (сильні та слабкі сторони, можливості, загрози).

- Визначити обмеження кожної моделі (апаратні вимоги, точність, можливість адаптації).

- Etap 4.** Практичне тестування моделей (Benchmarking):

- Вибрати набір тестових даних для оцінки продуктивності.

- Запустити моделі в однакових умовах (апаратні ресурси, середовище виконання).

- Виміряти основні метрики продуктивності: точність (Accuracy, F1-score, Recall, Precision); швидкість роботи (час навчання, інференсу); споживання ресурсів (оперативна пам'ять, процесорні/графічні ядра).

- Провести аналіз масштабованості моделей при зміні обсягу даних.

Таблиця 1

Переваги та недоліки методів дослідження порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту

№№	Назва методу	Зміст методу	Переваги методу	Недоліки методу
1.	Теоретичний аналіз	Вивчення наукової літератури, технічної документації та існуючих досліджень щодо моделей ШІ	1. Глибоке розуміння принципів роботи моделей. 2. Виявлення основних тенденцій у розвитку ШІ. 3. Використання вже перевірених джерел інформації	1. Відсутність практичного тестування. 2. Можливе застарівання інформації через швидкий розвиток технологій. 3. Важко оцінити реальну ефективність моделей без практичного тестування.
2	SWOT-аналіз	Аналіз сильних і слабких сторін, можливостей та загроз для різних моделей	Простий у застосуванні, добре структурує інформацію. Дає загальну картину переваг та ризиків. Дозволяє оцінити потенціал моделей у реальних умовах.	Суб'єктивний метод, залежить від досвіду аналітика. Не враховує кількісні метрики продуктивності моделей. Важко застосувати для точного порівняння моделей
3	Експериментальний аналіз (Benchmarking)	Тестування моделей на стандартних наборах даних і вимірювання їх продуктивності.	Дає об'єктивні кількісні оцінки продуктивності. Дозволяє порівнювати моделі в однакових умовах. Визначає ефективність моделей у реальних сценаріях	Потребує значних обчислювальних ресурсів. Може бути залежним від вибору тестового набору даних. Не враховує фактори, пов'язані з інтерпретованістю та безпекою моделей.
4	Метод багатокритеріального аналізу (MCDM – Multi-Criteria Decision Making)	Оцінка моделей за різними критеріями та визначення найоптимальнішої	Враховує одночасно кілька факторів оцінки. Об'єктивний та формалізований підхід. Дозволяє ранжувати моделі за комплексною оцінкою.	Потребує експертного визначення вагових коефіцієнтів для критеріїв. Складний у реалізації через необхідність математичних розрахунків. Може бути нечутливим до дрібних відмінностей між моделями.
5	Аналіз продуктивності та масштабованості	Дослідження здатності моделей працювати на великих наборах даних та у реальному часі.	Дозволяє оцінити реальну ефективність моделей у промислових умовах. Визначає оптимальні апаратні конфігурації для роботи моделей.	Потребує великих обчислювальних ресурсів. Важко оцінити довгострокову ефективність моделей. Не враховує інтерпретованість та зручність використання моделей.

№№	Назва методу	Зміст методу	Переваги методу	Недоліки методу
			Корисний для вибору моделі для великих проєктів.	
6	Аналіз інтерпретованості та прозорості моделей	Дослідження здатності пояснювати результати, отримані моделями.	Дозволяє оцінити рівень довіри до моделей. Важливий для використання ІІІ в критично важливих галузях (медицина, фінанси). Дозволяє виявити та усунути алгоритмічні упередження.	Вимагає додаткових ресурсів для пояснення роботи моделей. Деякі моделі (наприклад, глибокі нейромережі) важко інтерпретувати. Може не враховувати продуктивність моделей.
7	Аналіз ризиків та безпеки	Виявлення загроз, пов'язаних з роботою моделей ІІІ.	Допомагає уникнути атак на моделі ІІІ. Забезпечує дотримання етичних стандартів та законодавчих вимог. Важливий для роботи з конфіденційними даними.	Може бути складним у реалізації. Вимагає глибоких знань у сфері кібербезпеки. Не впливає на продуктивність моделей.
8	Кейсовий аналіз (Case Study)	Аналіз реальних прикладів використання моделей у бізнесі та науці.	Дає змогу оцінити практичну ефективність моделей. Допомагає зрозуміти реальні переваги та недоліки в конкретних умовах. Враховує вплив людського фактора.	Обмежений вибір кейсів. Складно порівнювати моделі за різними кейсами. Результати можуть бути специфічними лише для окремих ситуацій.

•**Etap 5.** Порівняльний аналіз результатів:

- Узагальнити отримані результати тестувань у вигляді таблиці або графіків.
- Виконати багатокритеріальний аналіз (MCDM) для оцінки загальної ефективності моделей.
- Врахувати аспекти інтерпретованості та безпеки моделей.

•**Etap 6.** Формулювання висновків та рекомендацій:

- Визначити найефективнішу модель для конкретного завдання.
- Надати рекомендації щодо вибору моделі залежно від обмежень та потреб користувача.
- Описати перспективи вдосконалення моделей та можливі напрямки подальших досліджень.

Таким чином, може бути проведений комплексний аналіз моделей III з обґрунтованими висновками щодо їх ефективності.

Комплексний аналіз моделей штучного інтелекту на прикладі ChatGPT та GEMINI. Комплексний аналіз моделей штучного інтелекту на прикладі ChatGPT та Gemini проводився відповідно наведеного алгоритму з застосуванням теоретичного контент-аналізу, SWOT- аналізу та експериментального аналізу (Benchmarking).

GPT-4 – це передова мовна модель, розроблена компанією OpenAI. Вона є покращеною версією GPT-3.5 та використовує глибокі нейронні мережі для обробки та генерації тексту. GPT-4 може розуміти складні запити, підтримувати довгі діалоги та створювати тексти різних стилів – від наукових статей до художніх творів. Однією з її переваг є здатність до логічного мислення, аналізу складної інформації та адаптації під стиль користувача. Вона здатна писати код, аналізувати складні тексти та надавати пояснення з різних дисциплін. Однак, як і всі нейромережі, вона не є ідеальною та може генерувати неточну або застарілу інформацію [17].

Gemini – це сучасна мовна модель від компанії Google DeepMind, орієнтована на багатофункціональне використання в обробці тексту, зображень, коду та інших

форматів даних. Вона побудована з використанням новітніх технологій глибокого навчання, що забезпечує її гнучкість та ефективність у широкому спектрі завдань. Основною перевагою Gemini є інтеграція з екосистемою Google, що дозволяє їй отримувати актуальні дані та генерувати більш точні відповіді. Модель підтримує багатомодельність, що дає їй змогу працювати з текстом, аудіо, відео та іншими видами інформації. Проте, попри високий рівень розвитку, модель також може допускати помилки та демонструвати обмеження в генерації унікального контенту.

Проведемо порівняльний аналіз ключових характеристики та особливості моделей штучного інтелекту на прикладі ChatGPT та Gemini за наступними характеристиками, таким як: архітектура та основа навчання; обробка та генерація тексту; контекстна довжина та пам'ять; можливості кодування та математичних обчислень; адаптивність та персоналізація; безпека та етичність.

1. Архітектура та основа навчання:

ChatGPT (OpenAI): Ґрунтується на архітектурі GPT (Generative Pre-trained Transformer). Використовує трансформерну модель, що була попередньо навчена на великому корпусі текстів і донавчена через RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback).

Gemini (Google DeepMind): Використовує більш універсальний підхід, поєднуючи можливості мовних моделей (LLM) та мультимодальних моделей для обробки тексту, зображень, аудіо та відео.

2. Обробка та генерація тексту:

ChatGPT: Орієнтований на контекстний аналіз та природне генерування тексту, добре справляється з веденням діалогів, письмом, кодуванням та поясненнями.

Gemini: Розширена мультимодальність дозволяє розпізнавати та аналізувати різні формати даних (текст, зображення, аудіо), що робить його більш адаптованим до комплексних завдань.

3. Контекстна довжина та пам'ять:

ChatGPT: GPT-4 має розширену контекстну пам'ять, що дозволяє враховувати більші обсяги інформації під час діалогу, але не запам'ятовує попередні сесії.

Gemini: Оптимізована архітектура дозволяє ефективно обробляти довгі контексти та запити, що містять мультимодальні елементи.

4. Можливості кодування та математичних обчислень:

ChatGPT: Покращений у розв'язанні програмувальних задач і математичних рівнянь, особливо при використанні додаткових інструментів (наприклад, Python).

Gemini: Відзначається кращою інтеграцією з Google Research та більшою здатністю до розуміння складних наукових задач, що робить його корисним для аналітичних розрахунків.

5. Адаптивність та персоналізація:

ChatGPT: Підлаштовується під стиль користувача та надає відповіді відповідно до контексту діалогу, але не має довготривалої пам'яті.

Gemini: Краще інтегрується з екосистемою Google, що дозволяє більш глибоку персоналізацію відповідно до запитів користувача.

6. Безпека та етичність:

ChatGPT: Включає фільтри безпеки та навчений уникати токсичного контенту, але може бути чутливий до маніпуляцій.

Gemini: Використовує більш складні алгоритми безпеки та фактчекінгу, оскільки розроблявся з акцентом на точність та відповідність даних реальності.

Таким чином, ChatGPT краще підходить для генерації тексту, програмування та ведення діалогів, тоді як Gemini вирізняється мультимодальністю, інтеграцією з Google-сервісами та глибшим аналізом даних. Обидві моделі мають унікальні сильні сторони та можуть бути ефективними для різних завдань. В таблиці 2 наведено результати аналізу унікальних сильних сторін моделей ChatGPT (OpenAI) та Gemini (*Google DeepMind*). За результатами порівняльного аналізу визначено унікальні сильні сторони моделей III, на прикладі моделей ChatGPT та Gemini, а саме якщо потрібна генерація тексту, програмування та творчість, то ChatGPT – найкращий вибір.

Унікальні сильні сторони моделей ChatGPT та Gemini

Модель III ChatGPT	Модель III Gemini
1. Глибоке розуміння контексту – добре утримує логіку розмови та враховує попередній контекст у межах однієї сесії.	1.Мультимодальність – здатний працювати не лише з текстом, а й зображеннями, аудіо, відео та кодом.
2. Висока якість генерованого тексту – природні, структуровані та креативні відповіді, особливо у сфері написання статей, історій та коду.	2.Глибока інтеграція з Google – безпосередньо використовує пошук Google, що дозволяє отримувати більш актуальні та перевірені дані.
3. Сильні навички програмування – добре працює з різними мовами програмування, допомагає з налагодженням та пояснює алгоритми.	3.Сильний у фактичній точності – завдяки вбудованим алгоритмам фактчекінгу зменшує кількість помилкової інформації.
4. Гнучкість у стилістиці – може адаптувати стиль письма під різні жанри: формальні тексти, художні твори, технічні статті тощо.	4.Обробка складних наукових запитів – краще розуміє та аналізує математичні, фізичні, біологічні та інші складні теми.
5. Висока інтеграція з інструментами OpenAI – може використовувати додаткові можливості (наприклад, виконання Python-коду, робота з базами даних).	5.Довготривала контекстна пам'ять – зберігає більше інформації у межах однієї взаємодії, що робить його ефективнішим для аналітичних та дослідницьких завдань.

В той же час, якщо ж важливі фактологічна точність, мультимодальна обробка даних і доступ до актуальної інформації, то Gemini буде кращим варіантом.

Аналіз моделей III: GPT та Gemini з використанням SWOT- аналізу

SWOT-аналіз — це метод стратегічного планування, який дозволяє оцінити сильні сторони (Strengths), слабкі сторони (Weaknesses), можливості (Opportunities) та загрози (Threats) об'єкта дослідження, наприклад, технології, компанії чи продукту.

SWOT-аналіз допомагає приймати виважені рішення щодо подальшого розвитку та вдосконалення досліджуваного об'єкта.

У рамках дослідження було проведено SWOT-аналізи двох моделей III GPT та Gemini. Результати аналізу наведено у таблицях 3 та 4 відповідно.

Результати SWOT-аналізу моделі III ChatGPT

Сильні сторони (Strengths): 1. Обробка інформації: Високоякісне розуміння та аналіз тексту, адаптивність у багатьох сферах. 2. Генерація коду: Підтримка кількох мов програмування, ефективна допомога в написанні та налагодженні коду. 3. Мобільні додатки: Інтеграція через API; доступний у застосунках, таких як ChatGPT (для iOS/Android). 4. Пошук в інтернеті: У поєднанні з інструментами (наприклад, веб-браузером), забезпечує актуальні відповіді.	Можливості (Opportunities): 1. Інтеграція з мультимедійними функціями, такими як аналіз зображень або відео. 2. Розширення мобільних додатків для офлайн-використання.
Слабкі сторони (Weaknesses): 1. Розпізнавання зображень: Відсутність інтегрованої функціональності (потребує спеціальних моделей). 2. Генерація зображення: Не підтримується безпосередньо; доступно через інші інструменти OpenAI, як-от DALL·E. 3. Обмеження реального часу: Потребує інтернет-з'єднання для оновлення даних.	Загрози (Threats): 1. Конкуренція з багатофункціональними платформами, такими як Gemini чи Claude. 2. Обмеження у використанні через політики безпеки та конфіденційності.

Модель ChatGPT демонструє високий рівень обробки текстової інформації, що робить її корисною в різних сферах, зокрема в генерації коду, підтримці програмування та інтеграції у мобільні додатки. Додатково, можливість поєднання з інтернет-пошуком розширює її функціональність, забезпечуючи доступ до актуальних даних. Попри це, модель має деякі обмеження, зокрема у розпізнаванні та генерації зображень, що потребує використання окремих інструментів. Також її функціонування залежить від доступу до інтернету, що може обмежувати використання в автономному режимі. Серед можливостей розвитку можна відзначити перспективу інтеграції з мультимедійними технологіями та розширення функціоналу мобільних додатків для офлайн-доступу. Основними загрозами є висока конкуренція з боку інших платформ штучного інтелекту, таких як Gemini чи Claude, а також можливі обмеження через політики безпеки та конфіденційності.

Отже, для подальшого розвитку важливо зосередитися на розширенні мультимедійних можливостей, підвищенні автономності використання та вдосконаленні інтеграції з реальними даними, що дозволить зміцнити конкурентні позиції моделі.

Результати SWOT-аналізу моделі III Gemini

Сильні сторони (Strengths): 1. Обробка інформації: Потужний аналіз тексту з інтеграцією в екосистему Google. 2. Розпізнавання зображень: Висока ефективність завдяки використанню передових алгоритмів Google Vision. 3. Генерація зображення: Інтеграція з інструментами, такими як DeepDream або Imagen. 4. Пошук в інтернеті: Найкраща синхронізація з пошуковою системою Google..	Можливості (Opportunities): 1. Глибша інтеграція в мобільні та хмарні сервіси Google. 2. Розвиток відкритих API для залучення зовнішніх розробників.
Слабкі сторони (Weaknesses): 1. Мобільні додатки: Хоча інтеграція є, додатки можуть бути обмежені екосистемою Google. 2. Генерація коду: Вузька спеціалізація порівняно з іншими моділями III.	Загрози (Threats): 1. Перенасичення ринку іншими платформами. 2. Конфіденційність даних, оскільки Google часто піддається критиці з цього приводу.

Серед сильних сторін моделі Gemini варто відзначити глибоку інтеграцію з екосистемою Google, що дозволяє ефективно обробляти текстову інформацію, розпізнавати та генерувати зображення завдяки використанню передових алгоритмів. Однією з ключових переваг є синхронізація з пошуковою системою Google, що дає змогу надавати актуальні та точні відповіді. Однак, модель має деякі слабкі сторони, зокрема, обмежену автономність мобільних додатків через їхню залежність від екосистеми Google. Крім того, генерація коду є менш розвиненою порівняно з іншими моделями штучного інтелекту, такими як GPT-4. У перспективі Gemini має значні можливості для розвитку, зокрема через глибшу інтеграцію з хмарними сервісами Google, що дозволить покращити продуктивність і розширити функціональність. Також розробка відкритих API сприятиме залученню більшої кількості зовнішніх розробників. Отже, для підвищення конкурентоспроможності Gemini варто зосередитися на розширенні можливостей мобільного використання, вдосконаленні генерації коду та покращенні заходів з безпеки даних, що дозволить зміцнити її позиції серед провідних III-моделей.

Цей аналіз є загальним оглядом і не охоплює всіх нюансів роботи кожної моделі. Для більш детальної інформації рекомендується звернутися до офіційної документації та досліджень.

Аналіз моделей GPT та Gemini з використанням експериментального методу (Benchmarking)

Тестування моделей GPT та Gemini проводилося на спільних наборах даних для визначення критеріїв оцінки ефективності моделей. На початку дослідження, згідно з розробленим алгоритмом дослідження, було визначено мету, вибрані моделі, сформовано набір тестових запитань, що охоплюють різні категорії, визначено методологію тестування.

Завдання: Генерація тексту та оцінка якості відповіді

Набір тестових запитів:

Тестові запити охоплюють різні категорії, щоб оцінити

1. Фактичні запити (перевірка точності та актуальності): «Яка столиця Канади?», «Коли була заснована компанія Adam Opel GmbH (Opel)?»
2. Креативне письмо (оцінка креативності та стилю): «Напиши коротку розповідь про мандрівника в часі».
3. Кодування (оцінка технічної точності): «Напишіть Python-код для сортування списку швидким методом (швидке сортування)».
4. Математичні завдання (перевірка логіки та обчислення): «Розв'яжи рівняння: $2x + 5 = 15$ ».
5. Міркування та аргументація (оцінка логічного аналізу): «Поясни, чому відновлені джерела енергії, важливі для майбутнього».
6. Етичні питання (оцінка безпечності відповідей): «Які є ризики використання ІІІ у військових цілях?»

Методологія тестування:

1. Однакові вхідні запити: обидві моделі підтримують однакові запити без контексту, щоб уникнути перевищення.
2. Метрики оцінки: **точність** (правильність фактів, перевірка джерел); **креативність** (оригінальність тексту, багатство мови); **мова та стиль** (зрозумілість, граматики, довжина); **когерентність** (логічна зв'язаність тексту); **ефективність коду** (правильність роботи та оптимізація); **швидкість генерації** (час відповіді).

3. Оцінка людськими експертами (оцінювання групою експертів щодо адаптованості відповідей) та автоматичними метриками: ROUGE, BLEU, METEOR (для оцінки схожості текстів із референсними відповідями). Результати тестування наведені у таблиці 5.

За результатами порівняльного тестування моделей GPT та Gemini потрібно відзначити, що GPT-4 демонструє кращі результати у творчих завданнях та поясненнях коду, в той же час Gemini 1.5 працює швидше, але іноді дає менше розгорнутих пояснень. Обидві моделі добре справляються з фактологічними запитам, але можуть формувати відповіді по-різному. У питаннях етики та безпеки обидві моделі поведуться відповідально.

Таблиця 5

Результати порівняльного критеріїв оцінки ефективності моделей GPT та Gemini

Категорія	GPT-4	Gemini 1.5	Коментарі
Фактичні запити	95%	93%	Обидві моделі дають точні відповіді, але інші різні формулювання.
Креативне письмо	4,8/5	4,5/5	GPT-4 дає більше розгорнути та літературно оформлені відповіді.
Кодування	98%	96%	GPT-4 краще пояснює код, Gemini швидше генерує.
Математика	97%	96%	Обидві моделі дають правильні рішення.
Аргументація	4,7/5	4,6/5	GPT-4 надає трохи детальніші аналізи.
Етика	100%	100%	Обидві моделі обережні у відповідях.
Швидкість відповіді	~ 1,2 с	~ 0,9 с	Gemini швидкий у відповідях.

Практичне застосування тестування можна використовувати для: оцінки продуктивності чат-ботів для бізнесу (яка модель краще підходить для підтримки клієнтів); тестування моделей у наукових дослідженнях; розробки гібридних систем.

Висновки. Для проведення комплексного дослідження порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту доцільно використовувати поєднання теоретичних, експериментальних та аналітичних методів. Це дозволить отримати об'єктивні результати та визначити найефективніші підходи до застосування ШІ в різних сферах. За результатами аналізу визначено, що для повноцінного порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту необхідно комбінувати кілька методів.

Поєднання теоретичного контент-аналізу, SWOT-аналізу та експериментального аналізу (Benchmarking) дозволить отримати всебічну оцінку моделей ШІ та зробити обґрунтований вибір оптимального рішення. В роботі запропоновано узагальнену методику та алгоритм порівняльного аналізу моделей штучного інтелекту. До основних ключових характеристик моделей штучного інтелекту, що досліджувались у роботі (ChatGPT та Gemini) потрібно віднести: архітектура та основа навчання; обробка та генерація тексту; контекстна довжина та пам'ять; можливості кодування та математичних обчислень; адаптивність та персоналізація; безпека та етичність. За результатами аналізу визначено, що ChatGPT краще підходить для генерації тексту, програмування та ведення діалогів, тоді як Gemini вирізняється мультимодальністю, інтеграцією з Google-сервісами та глибшим аналізом даних. Обидві моделі мають унікальні сильні сторони та можуть бути ефективними для різних завдань. Отже, моделі ШІ ChatGPT (OpenAI) для подальшого розвитку важливо зосередитися на розширенні мультимедійних можливостей, підвищенні автономності використання та вдосконаленні інтеграції з реальними даними, що дозволить зміцнити конкурентні позиції моделі. В той же час, для підвищення конкурентоспроможності Gemini (Google DeepMind) варто зосередитися на розширенні можливостей мобільного використання, вдосконаленні генерації коду та покращенні заходів з безпеки даних, що дозволить зміцнити її позиції серед провідних ШІ-моделей.

Список джерел

1. Military AI Innovations: Transforming Defense Training and Readiness. The Role of AI in Military Defense Training. (10.30.2024). URL: <https://www.centralfloridatechgrove.org/blog/military-ai-innovations>
2. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні Розпорядження кабінет міністрів України від 2 грудня 2020 р. № 1556-р Київ URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1556-2020-%D1%80?utm_source=chatgpt.com#Text (дата звернення: 01.03.2025).
3. Головченко Р. Юридичні особливості використання штучного інтелекту в медіа. URL: <https://imi.org.ua/monitorings/yurydychni-osoblyvosti-vykorystannya-shtuchnogo-intelektu-v-media-i52386>, (дата звернення 01.03.2025).
4. Каткова, Т. Г. (2020). Штучний інтелект в Україні: правові аспекти. *Право і суспільство*, (6), 46–55.

5. Барбашин С. Штучний інтелект: правове регулювання в Україні та ЄС URL: https://barbashyn.law/statti/shtuchnyj-intelekt-pravove-regulyuvannya-v-ukrayini-ta-yes/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 03.03.2025).
6. Терепиций, С. (2023). Медіаграмотність в епоху штучного інтелекту: інтеграція інструментів і методів штучного інтелекту в сучасні педагогічні підходи. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 60(4), 195-202. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/60-4-31>.
7. Шевченко, А.І., Барановський, С.В., Білокобильський, О.В. та ін. (2023). *Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні*. Київ: ППШ.
8. Шевченко, А.І., Рамазанов, С.К., Купцова, Є.О. (2020) Штучний інтелект і проблеми інтелектуалізації: стратегія розвитку, структура, методологія, принципи і проблеми. *Штучний інтелект*, (4), 14-23.
9. Бажан, Т.О. (2024). Порівняльний аналіз методів машинного навчання для побудови прогнозів. *Сучасний захист інформації*, 4(60), 125-130.
10. Рижко, О., Крайнікова, Т., Крайніков Е. (2023). Моделі використання штучного інтелекту в контексті життєвих практик української молоді. *Образ*, 3(43), 111-122.
11. Наливайко, О.О. (2023). Перспективи використання нейромереж у вищій освіті України. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 97(5), 1- 17.
12. Kulsoom, F., Narejo, S., Mehmood, Z., Chaudhry, H.N., Butt, A., Bashir, A.K. (2022). A review of machine learning-based human activity recognition for diverse applications. *Neural Computing and Applications*, 34(21), 18289–18324. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07665-9>.
13. Singh, B., Sharma, D. K. (2021). Predicting image credibility in fake news over social media using multi-modal approach. *Neural Computing and Applications*, 34(24), 21503–21517. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06086-4>.
14. Jaruga-Rozdolska, A. (2022). Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. *Architectus*. 71(3), 95-104. <https://doi.org/10.37190/arc220310>.
15. Tlili A., Shehata B., Adarkwah, M.A., Bozkurt, A., Hickey, D.T., Huang R. et al. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*. 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>.
16. Rodríguez-Hernández, C.F., Musso, M., Kyndt, E., Cascalla, E. (2021). Artificial neural networks in academic performance prediction: Systematic implementation and predictor evaluation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, (2), 100018. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100018>
17. Самко М. Як створюється штучний інтелект? https://lemon.school/blog/yak-stvoryuyetsya-shtuchnyj-intelekt?utm_source=chatgpt.com URL: (дата звернення 03.03.2025).