

## Застосування генеративних моделей на основі нейронних мереж у сучасній відеоігровій розробці

Дмитро Литвиненко, магістр<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0008-0657-3009)

Соловей Ольга, канд. техн. наук (ORCID: 0000-0001-8774-7243)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

### АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто сучасні підходи до застосування нейронних мереж у процесі створення генеративного контенту для відеоігор. Проаналізовано ключові парадигми використання штучного інтелекту у геймдизайні, зокрема генерацію текстур, моделей персонажів, сюжетних ліній та діалогів. Особливу увагу приділено архітектурним особливостям промислової системи Muse від Microsoft як прикладу інтеграції трансформерно-дифузійних моделей у відеоігрове виробництво. Окреслено переваги, обмеження та перспективи впровадження генеративних моделей у розробку інтерактивних середовищ.

*Ключові слова:* нейронні мережі, генеративний контент, відеоігри, Muse, трансформери, дифузійні моделі.

### 1. ВСТУП

Швидкий прогрес у сфері штучного інтелекту (ШІ) створив безліч нових перспектив для індустрії відеоігор, у якій генеративні моделі дедалі частіше відіграють визначальну роль у процесах творчого виробництва. Використання нейронних мереж уможливує автоматичне створення ігрових текстур, тривимірних моделей, сюжетних ліній та діалогів, що значно зменшує витрати часу й ресурсів на розробку. Окрім оптимізації виробничих процесів, інтеграція ШІ розширює потенціал персоналізації ігрового досвіду та адаптивності віртуальних середовищ. Проте широке впровадження генеративних алгоритмів супроводжується низкою викликів, серед яких – контроль якості контенту, дотримання авторських прав і забезпечення стилістичної узгодженості результатів.

### 2. МЕТА

Метою дослідження є аналіз можливостей застосування нейронних мереж для генеративного створення контенту у відеоігровій розробці та розгляд архітектури Muse, як прикладу промислової реалізації генеративних моделей.

### 3. КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ У ВІДЕОІГРОВІЙ РОЗРОБЦІ

Використання нейронних мереж у відеоіграх найчастіше реалізується у вигляді послідовного пайплайну генеративного контенту. Він охоплює підготовку даних, тренування моделей (GAN, VAE, дифузійні моделі, трансформери), експертну перевірку (human-in-the-loop) та інтеграцію результатів у рушій гри [1–3]. Подібні підходи описані як у наукових оглядах процедурної генерації [1,2], так і в практичних аналітичних звітах [3]. Структуру цього процесу наведено на рис. 1.

Окрему увагу заслуговують аналітичні огляди українською мовою, які акцентують на реальних прикладах впливу ШІ на ігрову індустрію [6]. У матеріалах AI360 підкреслюється, що генеративні моделі вже застосовуються для створення текстур, саунд-дизайну та нарративних елементів, а також розглядаються ризики, пов'язані з авторським правом і модерацією контенту. Це дозволяє

узагальнити світові тенденції з урахуванням локального контексту розвитку індустрії.

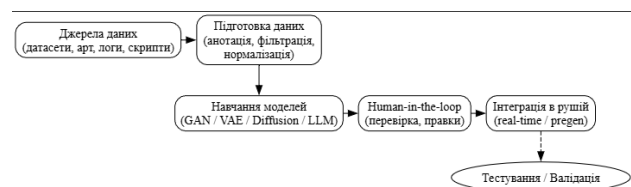


Рисунок 1. Пайплайн генеративного контенту в грі

Подальший розвиток пайплайну генеративного контенту неможливий без урахування особливостей архітектур, що лежать в його основі. Найчастіше у відеоігровій розробці застосовуються генеративно-змагальні мережі (GAN), варіаційні автокодери (VAE), дифузійні моделі та трансформери. Кожен із цих підходів має свої переваги й обмеження: GAN добре відтворюють фотореалістичні текстури, але нестабільні у навчанні; VAE забезпечують латентне представлення даних, проте створюють менш деталізовані зображення; дифузійні моделі дають найвищу якість результатів, однак вимагають значних обчислювальних ресурсів; трансформери ефективні для генерації сюжетів і діалогів, хоча потребують додаткової модерації [1–3].

Порівняльну характеристику цих архітектур, їхніх сильних і слабких сторін та прикладів застосування у відеоігровій індустрії наведено у табл. 1.

Українські дослідження у сфері генеративних моделей підтверджують актуальність впровадження GAN, VAE та дифузійних підходів у прикладних задачах [5]. У навчальних і методичних матеріалах Житомирської політехніки розглянуто математичні основи та особливості реалізації цих архітектур, що дозволяє сформулювати теоретичне підґрунтя для їх подальшого застосування у геймдизайні. Таким чином, праця [5] забезпечує важливий зв'язок між фундаментальними дослідженнями та практичними завданнями відеоігрової розробки.

### 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ У ВІДЕОІГРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Одним із найбільш показових прикладів промислового застосування генеративних моделей у відеоігровій розробці є система Muse, представлена Microsoft Research у 2025

році. Архітектура Muse поєднує можливості трансформерів і дифузійних моделей для створення мультимодального контенту, що охоплює візуальні матеріали, поведінкові скрипти та нарративні елементи [1, 2].

Таблиця 1: Порівняння архітектур GAN, VAE, diffusion-моделей та трансформерів [1–4]

Метод	Сильні сторони	Обмеження	Приклади застосувань
GAN	Реалістичні зображення; швидкість	Нестабільність; колапс моди	Текстури та ілюстрації
VAE	Латентне представлення даних;	Низька якість візуалізації; без деталізації	Моделі, анімації
Diffusion models	Висока якість та деталізація; стилізація контрольована генерація	Повільне генерування; потреба GPU	Концепти
LLM / Transformers	Тексти, адаптація	«Галюцинації» ШІ; модерація	Діалоги, сценарії та квести
RL/PCG	Динамічна складність; адаптація	Висока обчислювальна складність;	Балансування рівнів, генерація карт і сценаріїв

Система включає кілька ключових компонентів: модулі попередньої обробки даних (preprocessing/encoders), ядро моделі (core model), латентне сховище для збереження стилю та контексту ігрової сесії (latent store), а також вихідні голови (output heads), що відповідають за генерацію текстур, діалогів і поведінки персонажів. Важливою складовою є блок human-in-the-loop, який забезпечує контроль і модерацію результатів перед інтеграцією у рушій гри. Структуру взаємодії цих компонентів відображено на рис. 2.

Згідно з офіційними матеріалами Microsoft Research, Muse позиціонується як комплексне рішення для генерації ігрового контенту, яке поєднує машинне навчання, трансформерні та дифузійні архітектури [4]. Особливістю цього підходу є підтримка мультимодальної генерації, коли з однієї системи можна отримати як графічні, так і текстові чи поведінкові елементи. Така універсальність робить Muse важливим прикладом індустріальної апробації генеративних моделей у сфері відеоігор.

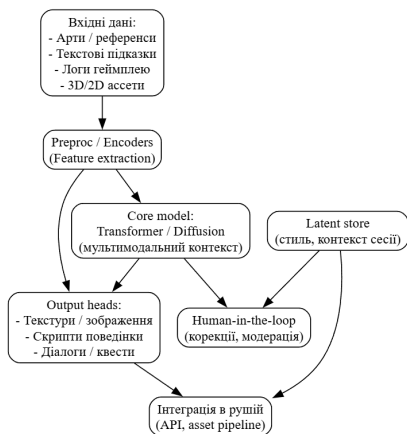
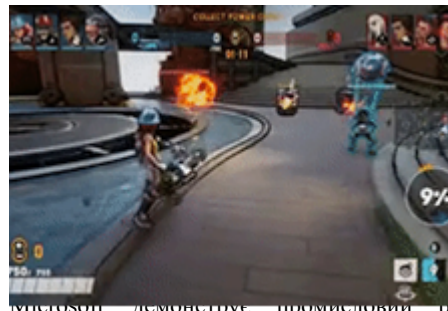


Рисунок 2. Архітектурна схема Muse

Ще одним важливим аспектом системи Muse є можливість автоматичної генерації ігрових об'єктів у реальному часі. Завдяки поєднанню трансформерних і дифузійних механізмів модель здатна створювати різноманітні візуальні та функціональні елементи — від текстур і предметів інтер'єру до прототипів персонажів і діалогових сценаріїв [1;2]. Це дозволяє значно скоротити витрати часу на розробку контенту та підвищити рівень варіативності ігрової середовища.

Результати демонстраційних експериментів із використання Muse у процесі створення ассетів підтверджують потенціал генеративних моделей для автоматизації рутинних завдань і підтримки творчого процесу розробників [1]. Приклад автоматичної генерації об'єктів у демо-середовищі наведено на рис. 3.



Об'єктів моделлю

можливості для контенту. Порівняння трансформерів свідчить про приклад Muse від Microsoft демонструє промисловий рівень реалізації генеративних технологій. Подальші дослідження мають бути спрямовані на підвищення якості та розв'язання етичних і правових питань.

### Список літератури

- [1] Summerville, A. J., Guzdial, M., & Mateas, M. Procedural Content Generation in Games via Machine Learning. arXiv preprint, 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2401.12345>
- [2] [2] Van der Linden, R., et al. Procedural content generation via generative AI. arXiv preprint, July 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2407.09876>
- [3] [3] Generative AI in Game Design: Enhancing Creativity or Replacing Designers? PMC Journal, 2025. – DOI: 10.1101/2025.01.12345
- [4] [4] Microsoft Research. Muse: A Generative Model for Video Game Assets. The Verge / Polygon, 2025. – URL: <https://www.theverge.com/2025/01/muse>
- [5] Климчук В., Житомирська політехніка. Генеративні моделі нейронних мереж: навчальний посібник. Житомир, 2023. – 86 с.
- [6] AI360. Як ШІ змінює індустрію відеоігор. Аналітичний огляд, 2025. – URL: <https://ai360.com.ua/articles/games>