

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ Й УПРАВЛІННІ

DOI: [10.26565/2311-2379-2024-107-01](https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-01)

УДК 794.8:004.89:004.932

Л. С. ГУР'ЯНОВА*

доктор економічних наук, професор,
професор закладу вищої освіти кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2009-1451>, e-mail: guryanovalidiya@gmail.com

О. С. ЄВСЄЄВ**

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри мультимедійних систем і технологій
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6464-7036>, e-mail: Oleksiy.Yevsyevyev@hneu.net

М. Р. СИМАНОВА**

бакалавр, кафедра мультимедійних систем і технологій
e-mail: Marria.Simakova@hneu.net

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

** Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,
пр. Науки, 9А, м. Харків, 61166, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕНЕДЖМЕНТІ ПРОЕКТІВ РОЗРОБКИ 3D-МОДЕЛЕЙ ІГРОВОГО ОТОЧЕННЯ

Дослідження орієнтоване на розробку сучасної технології створення 3D-моделей елементів оточення для комп'ютерних ігор із використанням генеративних нейронних мереж. Це дає змогу суттєво прискорити процес розробки кінцевого продукту, підвищуючи якість та унікальність 3D-контенту, а також забезпечити відповідність дизайну загальним вимогам комп'ютерної гри. У статті обґрунтовано доцільність використання інструментів штучного інтелекту для створення прототипів 3D-моделей елементів оточення та запропоновано оптимізовану технологію їх розробки. В роботі досліджуються особливості технологічного процесу, який включає два основних етапи: генерацію моделей за допомогою генеративних нейронних мереж та їх подальше доопрацювання у програмному середовищі 3D-моделювання. Особливо акцентовано увагу на перевагах використання генеративного штучного інтелекту для автоматизації базових етапів розробки, що дозволяє художникам більше зосереджуватись на деталізації, текстурванні та анімації елементів. Зокрема, зроблено акцент на інтеграції автоматизованих інструментів із класичними підходами 3D-моделювання, що дозволяє покращити ефективність командної роботи та оптимізувати ресурсозатрати. Проаналізовано впровадження нових AI-інструментів, таких як Sloyd.ai, CSM та Lumalabs, для створення 3D-моделей, що відповідають вимогам ігрових рушіїв. Проведена апробація запропонованої технології у процесі створення елементів оточення для комп'ютерної гри "The Gallery", розробленої в рамках міжнародного проекту, продемонструвала ефективність поєднання швидкості генерації AI з якістю ручного доопрацювання. У роботі висвітлено перспективи подальшого розвитку технології, які передбачають вдосконалення генеративних нейромереж та їх інтеграцію з рушіями ігор. Запропонований підхід є перспективним для оптимізації процесу створення контенту та забезпечення балансу між швидкістю, якістю та унікальністю продукту.

Ключові слова: **3D-модель, менеджмент проектів, елементи оточення комп'ютерної гри, технологія розробки, генеративний штучний інтелект.**

JEL Classification: L82, C88, O33, C63, L86.

Постановка проблеми. Комп'ютерні ігри є невід'ємною частиною сучасної індустрії розваг, що приваблює мільйони гравців по всьому світу. Вони не лише пропонують захопливі історії та інтерактивні взаємодії, але й створюють захопливі та унікальні віртуальні світи (Євсєєв, 2020; Євсєєв & Потрашкова, 2024). Одним з найважливіших аспектів розробки



комп'ютерних ігор є створення реалістичного та деталізованого 3D-середовища. Останнє дозволяє гравцеві відчувати себе частиною гри та створює атмосферу, яка зміцнює емоційний зв'язок з ігровим світом. Елементи навколишнього середовища – особливості кожної комп'ютерної гри. Вони створюють гармонійну картинку і атмосферу, що одразу зацікавлює гравця. Також, можливо закласти сюжет, щоб створити активну взаємодію під час ігрового процесу.

Розробка 3D-елементів середовища вимагає створювати унікальні та високоякісні моделі, що розширюють приємне враження гравця. Щоб досягти такого результату бажано додавати до гри якісні елементи середовища, не тільки активні, з якими можна взаємодіяти, а й другорядні. Однак це велика кількість 3D моделей, що потребують багато часу для створення. Компанії з розробки комп'ютерних ігор, на жаль, часто стикаються з проблемою обмеженого часу на розробки, складнощами у фінансовому забезпеченні. Тому виникає потреба вдосконалити та прискорити процес, при цьому намагаючись максимально зберегти високу якість реалізованих моделей та максимізувати різноманітність та дизайнерську унікальність розроблюваного матеріалу. Для вирішення описаної вище проблеми пропонується технологія розробки 3D моделей елементів середовища для комп'ютерних ігор з використанням засобів штучного інтелекту.

Аналіз актуальних досліджень. Створення якісних 3D-елементів художником має свої особливості та виклики. Людина повністю контролює форму об'єкта, текстуру, деталі, освітлення, що дозволяє отримувати високодеталізовані елементи. Для досягнення гарного результату необхідно мати глибокі знання спеціалізованого 3D програмного забезпечення (Blender, Maya, 3ds Max, ZBrush тощо). Це включає не лише технічні навички роботи з інструментами, а й розуміння перспективи, фізики матеріалів, освітлення та багато іншого. Крім того, важливо враховувати подальше використання моделі, що може включати оптимізацію для рушія, коректне налаштування текстур для реалістичної візуалізації. Тому стандартне моделювання є достатньо трудомістким завданням. Воно вимагає значних часових ресурсів, які часто є обмеженими, та безпосередньо впливає на кількість моделей, що створюються. Проте, саме таким підходом зберігається найвища якість кінцевого продукту, що є критично важливим для створення віртуальних світів у сучасних 3D комп'ютерних іграх.

Нейромережі відкрили багато можливостей у світі відеоігор, переважно у розробці неігрових персонажів. Роль штучного інтелекту в розробці цих персонажів стала вирішальною для створення більш реалістичних і динамічних ігрових елементів, що дозволяє гравцям мати більш захопливий ігровий процес. Використовуючи нейромережі розробники можуть прискорити процес створення 3D елементів та їх кількість. Проте моделі, отримані у результаті роботи інструментів штучного інтелекту, часто можуть бути малопередбачуваними та на виправлення результату може знадобитися багато часу. Крім того, важливим завданням є відповідність отриманих моделей загальним вимогам дизайну комп'ютерної гри.

Отже, нейромережі дозволяють автоматизувати певні етапи роботи, такі як створення базової форми або текстури, а потім виникає необхідність доопрацювання елементи вручну. Можливо, подальший розвиток нейромереж полегшить процес створення 3D моделей, дозволяючи митцям реалізовувати більше ідей з мінімальними зусиллями. Одночасно з тим людське втручання залишатиметься ключовим, особливо в контексті збереження унікального дизайнерського бачення та підтримки високої якості матеріалу, що отримується.

Мета та завдання. Метою дослідження є створення актуальної технології розробки 3D-моделей елементів оточення для комп'ютерної гри з використанням генеративних нейронних мереж.

Процес створення 3D-моделей достатньо складний та тривалий. Стандартний підхід послідовного створення моделі вручну здійснюється за допомогою програмного забезпечення 3D-графіки, наприклад такого як Blender (Blender Foundation, 2024). Такі програмні засоби дозволяють змодельовувати прості геометричні об'єкти, деформувати їх, об'єднувати, текстурувати та налаштовувати інші параметри. Тобто художник має повний контроль над створюваними моделями. Однак, цей процес є трудомістким та вимагає значного часу, оскільки необхідно враховувати встановлені обмеження, що накладаються на розробку проекту, а також кількість необхідних моделей. У контексті тривимірного моделювання для комп'ютерних ігор час, відведений на створення елементів, суттєво впливає на рівень деталізації об'єктів. Якщо, наприклад, для створення одного елемента передбачено кілька днів, художник може

зосередитися на високому рівні деталізації, досягаючи відмінної якості. Однак, якщо протягом того ж періоду часу необхідно виконати роботу над цілою сценою з великою кількістю об'єктів (кущі, дерева, будівлі тощо), забезпечити глибокий рівень деталізації стає неможливим через значний обсяг роботи.

Потрібно відзначити такі основні етапи технологічного процесу розробки 3D-елементів оточення: збирання референсів, розробка ескізів (Євсєєв, 2023), вибір програмного середовища, моделювання, текстурування, анімація та експорт в основний проект (Євсєєв, 2014). На початковому етапі розробки комп'ютерної гри здійснюється визначення стилістики, формування команди та створення ескізів. Команда арт-підрозділу розділяється на мінігрупи, які відповідають за різні аспекти: створення основних та неігрових персонажів, елементів оточення, їх анімацію а також розробку та анімацію ефектів (Євсєєв, 2014), розробку рівнів, елементів інтерфейсу та інших завдань. Для розробки елементів оточення в рамках цього дослідження було обрано засіб 3D-розробки Blender (Blender Foundation, 2024), оскільки він є достатньо потужним, ефективним та простим у використанні інструментом. Після моделювання елементів проводиться їх анімація, експорт до рушія гри, фінальне додавання ефектів, тестування та доопрацювання.

Основні результати дослідження. Описані вище основні етапи розробки 3D-моделей елементів оточення слід систематизувати та розглянути основні завдання, які вирішуються на кожному з етапів. З усієї множини завдань, доцільно виділити «Підготовчий етап», який дозволяє отримувати інформацію від арт-підрозділу щодо вимог до 3D-моделей, що розробляються, безпосередньої постановки завдання та контролю якості отриманого 3D-контенту (Євсєєв, 2023). Класичний технологічний процес, який безпосередньо реалізує розробку 3D-моделей, та включає в себе такі етапи як скульптинг, ретопологію, UV-розгортку, запікання нормалей та текстурування є найбільш вимогливим до затрат праці висококваліфікованих фахівців, та містить у своєму складі ряд послідовних цілей, часто строго закріплених технічних підходів та прийомів (Євсєєв & Мисник, 2024). Таким чином, враховуючи складність та працевимогливість цієї складової, буде доцільним оптимізувати процеси, які вона містить, а саме, в першу чергу розділити на два взаємопов'язані контури – генерування та доопрацювання. Контур «Генерування» буде, в першу чергу, відповідати за створення прототипів 3D-моделей з використанням GAN інструментів (генеративно-змагальних мереж) штучного інтелекту, аналіз їх якості та вдосконалення 3D-моделей засобами самих GAN (Євсєєв & Грабовський, 2024). Але, рівень розвитку GAN інструментів штучного інтелекту на сьогодні, як показало проведене дослідження, не дає змогу отримати 3D-моделі достатньо високої якості, та такі, що можуть безпосередньо бути імпортовані у рушій та використані у комп'ютерній грі. Тому доцільним буде використання такого контуру, як «Доопрацювання». Цей контур дає змогу у звичному середовищі роботи з 3D-графікою привести отриманий прототип моделі до необхідного рівня відповідності за визначеними раніше параметрами, такими як розміри та пропорції, кольори та текстури, дрібні елементи, що відповідають ідеї гри та її стильовому рішення, а також додати анімації до отриманих елементів та настроїти освітлення. Також, важливим завданням в рамках зазначеного контуру є підготовка та імпорт 3D-моделей у рушій, який включає в себе оптимізацію полігонів моделі а також її формату та розміру для можливості її безпосереднього використання у складі комп'ютерної гри з визначеними вимогами.

Запропонована технологія розробки 3D-моделей елементів оточення з використанням інструментів GAN штучного інтелекту подана у вигляді схеми технологічного процесу на рис. 1.

Зі зростанням вимог до якісної графіки, виникає потреба у розробці нових підходів до створення 3D моделей. Одним з них є залучення штучного інтелекту, що здатний значно підвищити ефективності, а при виконання деяких умов навіть автоматизувати деякі аспекти процесу, та таким чином прискорити створення складних елементів.

Останні кілька років штучний інтелект активно застосовувався в комп'ютерних іграх, однак переважно не для розробки 3D-моделей, а для створення сюжетних ліній через взаємодію з неігровими персонажами. Зокрема, для підвищення персоналізації діалогів, персонаж, створений 3D-художниками, оснащується ШІ, який автоматично аналізує дії гравця та генерує продовження історії відповідно до його поведінки.

При створенні основи для 3D-моделі є можливість використовувати сервіси, оснащені штучним інтелектом. На сьогодні існує чимало сервісів, які дозволяють генерувати 3D-моделі на основі текстового запиту або графічного зображення. Також популярністю користуються сервіси, що генерують 2D-зображення за текстовим описом, вони також можуть бути

корисними для створення референсного зображення. Тобто, якщо у художника відсутній ескіз бажаного елемента, доцільно розпочати з генерації зображення. Зручність створення 2D-зображення порівняно з 3D полягає в можливості змінювати окремі елементи. Ця функція доступна на багатьох платформах, серед яких найбільш популярними є Leonardo AI (Leonardo AI, 2024), Midjourney та Dall-E (DALL-E Free, 2024).

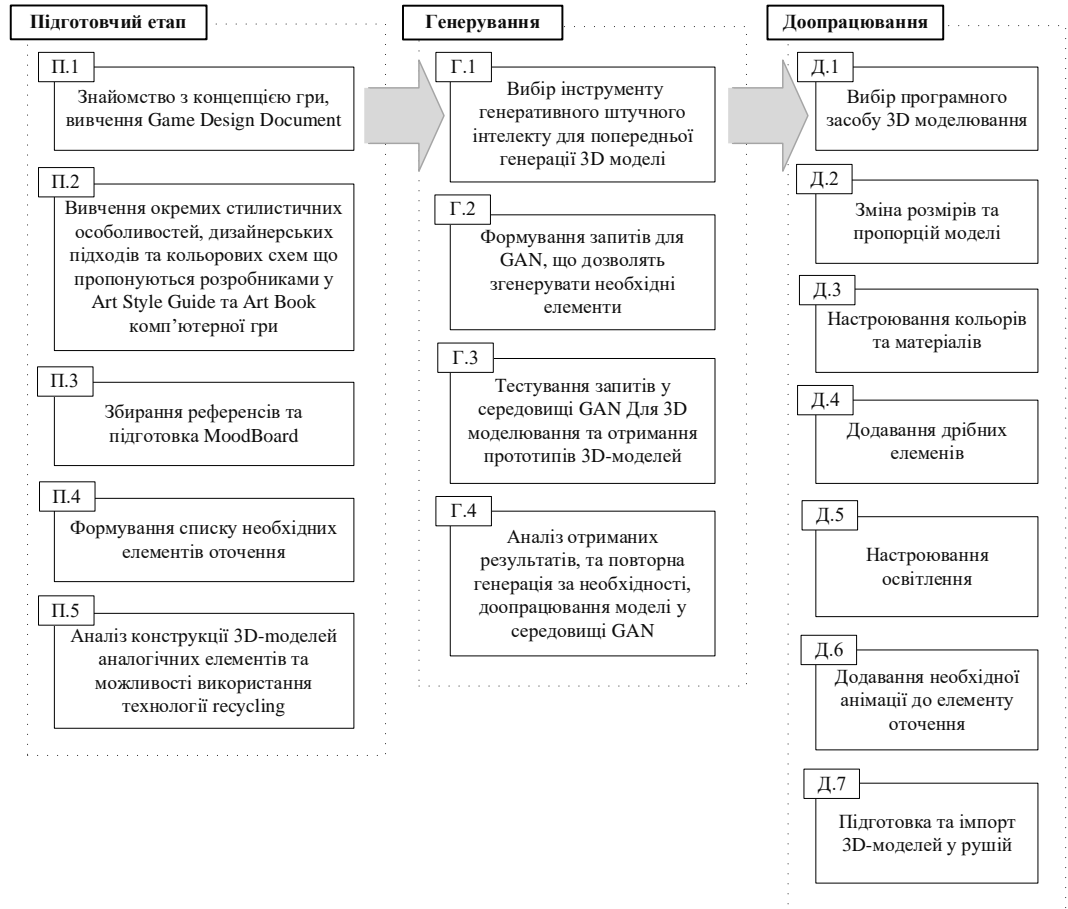


Рис. 1. Схема технологічного процесу розробки 3D-моделей елементів оточення для комп'ютерних ігор на основі штучного інтелекту

Fig. 1. The technological process scheme for developing 3D models of environmental elements for video games based on artificial intelligence

Джерело: авторська розробка

До популярних сервісів для генерації прототипів 3D-моделей за текстовим запитом відносяться: Lumalabs AI (Phyigital Plus, 2024) та Sloyd.AI (FindMyAITool, 2024; Sloyd.ai, 2024). Обидва сервіси за невеликий проміжок часу генерують 3D-елемент відповідно до текстового запиту, який відповідає поставленому завданню, не вимагаючи при цьому глибоких технічних знань.

Серед переваг Lumalabs AI (Phyigital Plus, 2024) можна виділити те, що результат подається у чотирьох різних варіантах, які можна оптимізувати та доопрацювати на сайті. Для покращення моделі на сайті присутні функції: Make hi-res (зробити біль високу роздільну здатність), Variations (створити подібні моделі), Retopologize (спростити топологію сітки для простішої роботи у подальшому), Format (вибір формату завантаження моделі, базуючись на вимогах подальшої обробки). Завдяки цим інструментам, Lumalabs AI (Phyigital Plus, 2024) не

лише генерує базову модель, але й надає можливість для її оптимізації, що спрощує робочий процес 3D-художника та підвищує якість кінцевого продукту (рис.2).

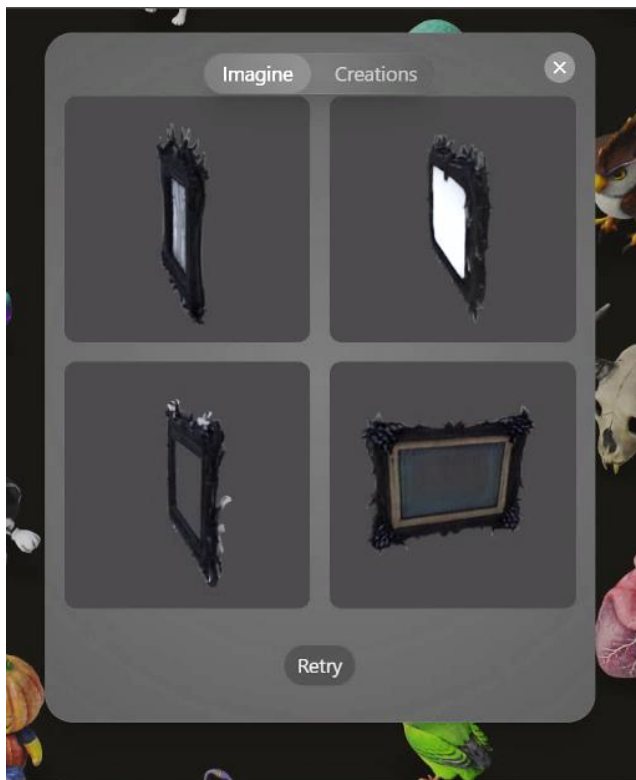


Рис. 2. Варіанти генерації одного запиту на сервісі Lumalabs AI
Fig. 2. Options for generating a single query on the Lumalabs AI service

Джерело: авторська розробка

У свою чергу Sloyd.AI (FindMyAITool, 2024; Sloyd.ai, 2024) створює одну модель, однак пропонує користувачу додатковий інструмент для послідовного вдосконалення моделі (рис. 3). Цей інструмент дозволяє замість написання запиту кожного разу наново, використовувати вже отриманий результат та додавати до нього більше деталей, уточнювати свій запит. Ця деталізація вказується у відповідному вікні 'Edit with AI-text'. Також у сервісі існують плагіни, що встановлюються у програмні середовища з 3D моделювання Blender (Blender Foundation, 2024), Unity, Unreal Engine. Ці плагіни дозволяють інтегрувати процес генерації 3D моделей безпосередньо у середовище. Такі сервіси значно економлять час, бо оптимізують процеси за рахунок відсутності необхідності експорту елементів.

Окремо слід відзначити сервіс CSM (CSM.ai, 2024), який дозволяє використовувати 2D зображення для генерування 3D-моделі. Для успішного результату необхідне чітке зображення об'єкта, де видно текстуру та деталі. Штучний інтелект створює суцільний об'єкт, який одразу можна розглянути у різних режимах: повноколірна модель, геометрія, нормалі та сітка. За замовченням використовується трикутна сітка, проте у налаштуваннях перед завантаженням її можна змінити на квадратну. При використанні текстового запиту можна вказати бажаний стиль елемента: готика, класика, реалізм, аніме тощо. Інструмент штучного інтелекту намагається інтерпретувати цей запит, аналізуючи велику кількість інформації на якій навчалася його модель. Однак, джерела, на які спирається нейромережа, не завжди є перевіреними або є точними. Це може призвести до небажаного результату. При генерації моделі з використанням зображення нейромережа має можливість точно відтворити стиль та текстуру, як на рисунку-референсі,

використаного для запиту. Це дає більш очікуваний результат за трохи довший час ніж генерація з текстового запиту. Таким чином, створення 3D-моделі на основі зображення може бути більш ефективним способом отримання бажаного результату.

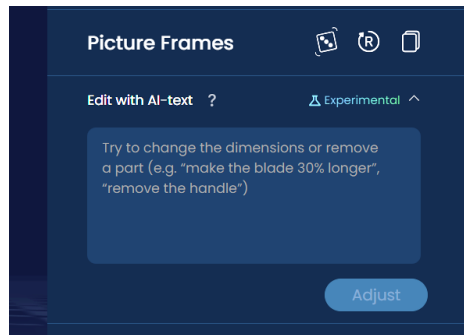


Рис. 3. Форма для виправлення помилок на сервісі Sloyd.AI
Fig. 3. Form for fixing errors on the Sloyd.AI service

Джерело: авторська розробка

Процес генерації 3D-моделі на основі запиту є більш ресурсоемним порівняно зі створенням 2D-зображення, що обумовлено підвищеною складністю об'єкта. На відміну від 2D-зображень, де об'єкт подається лише з одного ракурсу та в контексті інших елементів сцени, 3D-модель має тривимірну структуру, що дозволяє переглядати її з різних сторін у режимі 360 градусів. Для того, щоб штучний інтелект створив якісну 3D-модель, необхідно ретельно вибрати інструмент генерації і надати детальний опис бажаного результату, особливо у випадку використання текстових запитів. Час, необхідний для створення 3D-моделі, може варіюватися від 3 до 30 хвилин, залежно від складності об'єкта, ступеня деталізації та специфікацій обраного сервісу. На рис. 4-5 наведені приклади генерування та попереднього вдосконалення прототипу 3D-моделі у середовищі GAN штучного інтелекту Sloyd.AI (FindMyAITool, 2024; Sloyd.ai, 2024) та її подальше доопрацювання у середовищі Blender (Blender Foundation, 2024).

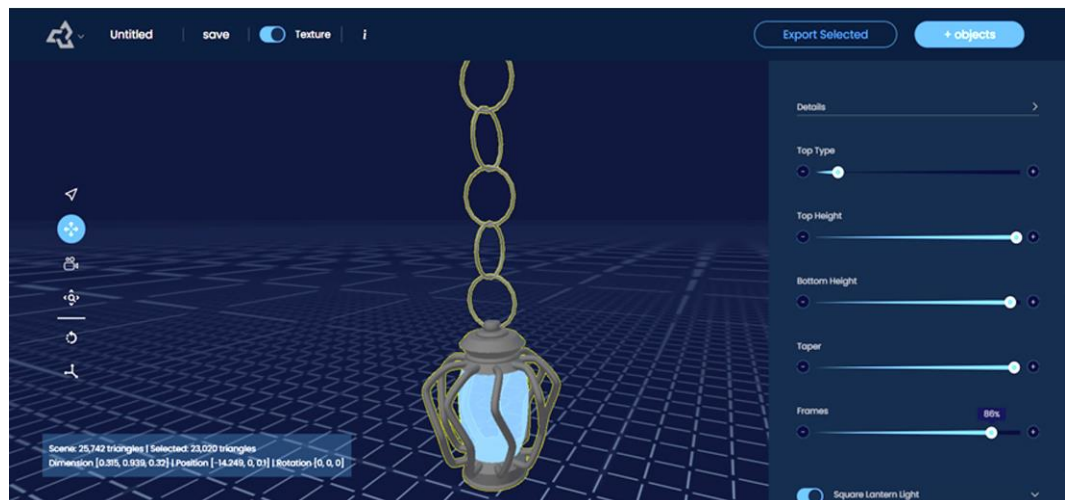


Рис. 4. Приклад генерування та попереднього вдосконалення прототипу 3D-моделі у середовищі GAN штучного інтелекту Sloyd.AI

Fig. 4. An example of generating and preliminary improving a 3D model prototype in the Sloyd.AI GAN environment

Джерело: авторська розробка

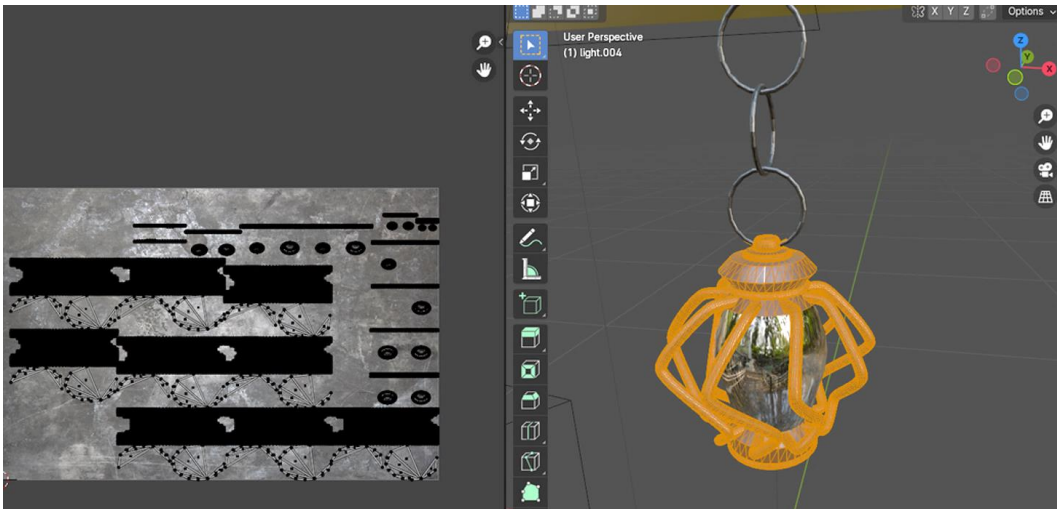


Рис. 5. Приклад доопрацювання 3D-моделі у середовищі Blender
Fig. 5. An example of finalizing a 3D model in Blender

Джерело: авторська розробка

Доопрацювання 3D-елемента безпосередньо на сайті засобами інструменту GAN потребує не більше 10 хвилин, тому що відкритий арсенал інструментів невеликий. Однак, ці налаштування ключові, так як слугують основою для подальшого доопрацювання, та змінити їх у програмному середовищі Blender (Blender Foundation, 2024) буде доволі складним завданням. В залежності від сервісу можна змінити тип сітки, частіше це полігональна модель, тому на вибір доступні: трикутна та чотирикутна сітка. Сітка – набір з'єднаних вершин, ребер та граней, які утворюють 3D-фігуру. На рис. 6. наведено приклад трикутної сітки сгенерованого прототипа 3D-моделі.

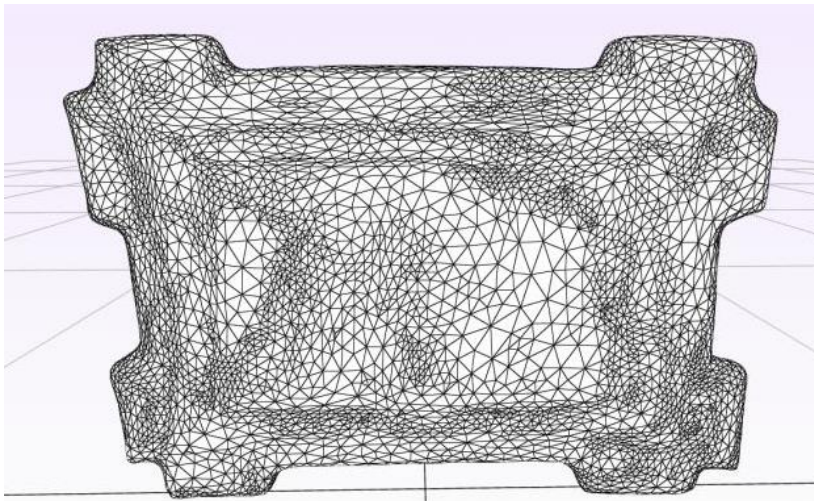


Рис. 6. Приклад трикутної сітки сгенерованого прототипа 3D-моделі
Fig. 6. An example of a triangular mesh of a generated 3D model prototype

Джерело: авторська розробка

На перший погляд згенерована модель може мати гарний зовнішній вигляд, і здається готова до експорту в основний проект, проте існують недоліки, через які це буде зробити

неможливо. Зокрема, виникають проблеми з розмірами, текстурами та зайвими полігонами. Тому, згенерована модель потребує безпосереднього доопрацювання. Час виправлень залежить від складності моделі та рівня підготовки на етапі генерації. Якщо на етапі формування елементу нейромережею були використані чіткі ескізи, коректні налаштування з урахуванням майбутньої деформації, то часозатратність буде невелика, але все одно буде потрібна безпосередня участь 3D-художника.

У випадку з вдало виконаними налаштуваннями до доопрацювання будуть входити такі завдання: зміна розмірів моделі відповідно до масштабу в основній сцені, її пропорцій, налаштування матеріалів, анімація та експорт у фінальний проєкт. Розміри обов'язково необхідно перевіряти бо на даному етапі реалізації нейромережа не здатна вимірювати та застосовувати реальні фізичні величини. Генеративна нейромережа працює з узагальненими даними, що можуть мати некоректні співвідношення пропорцій. Якщо пропустити цей етап виправлення, то у фінальному проєкті існує можливість коли окремі елементи оточення за своїм розміром будуть значно більшими (або пропорційно меншими) ніж це необхідно. Проблему можна виправити і після експорту, проте це буде вимагати додаткового часу при безпосередньому зведенні гри, та значно погіршить враження щодо цілісності та якості розробленого контенту. Щодо матеріалів, то сервіси CSM та Lumalabs (Phygital Plus, 2024), додають їх автоматично на етапі початкової генерації, причому використовуються різні матеріали до різних деталей в рамках одного елементу. З одного боку, ця особливість допомагає прискорити процес, зробити модель реалістичною і одразу оцінити готовий елемент. З іншого боку, якщо один елемент не відповідає матеріалу, то виправити це на доопрацюванні буде досить важко, тому що 3D-модель з сервісу завантажується у згрупованому вигляді. Елемент не буде розбитим на окремі деталі, якби це було при ручному моделюванні. Наприклад, фоторамка, створена 3D-художником з нуля, містить окремі площини для рамки, оздоблення, місце для фото та тримач. У випадку результату, отриманого від генеративного ШІ, все пов'язане однією сіткою, а об'ємне декорування відсутнє. Тобто, нейромережа створює декор, розмістивши його на UV-розгортці (рис. 7). Додати окремі елементи неможливо одразу на сервісі, тому художникам необхідно переходити у програмне середовище зі створення 3D-моделей, щоб доповнити елемент. Крім того, деякі текстури створені штучним інтелектом, можуть не відповідати технічним вимогам ігрового рушія, що ускладнює використання таких моделей без доопрацювання.

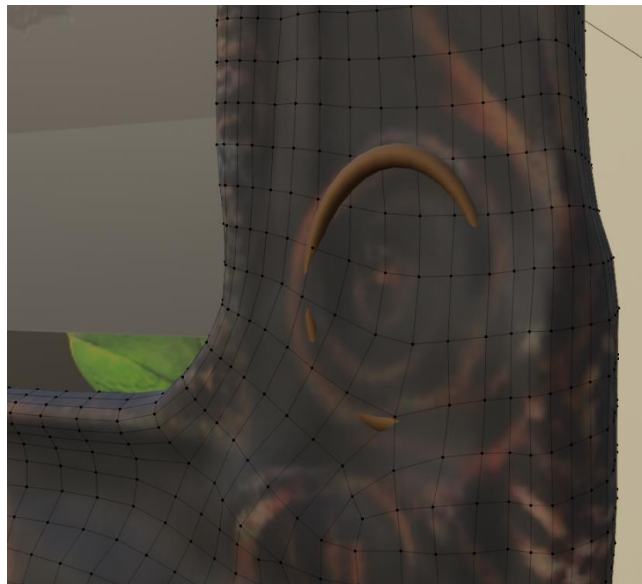


Рис. 7. Приклад доопрацювання об'ємних деталей
Fig. 7. An example of finalizing three-dimensional parts

Джерело: авторська розробка

Щоб змінити матеріал необхідно буде розділити готовий елемент на частки та для кожної окремо створювати матеріал або застосувати готовий з бібліотеки Blender. Щоб створити високоякісний матеріал бажано використовувати UV-мепінг (рис. 8). UV-мепінг – це процес перенесення 3D-сітки з 3D-моделі в 2D-простір. Це дозволяє створити безшовний матеріал, що надає привабливого та професійного вигляду елементу. Також цей спосіб зручний, коли художник створює нову текстуру з мазками та деталями, яких неможливо досягти з допомогою стандартних інструментів у Blender. У цьому випадку 3D-художник отримує зображення матеріалу у форматі jpg або іншому відповідному форматі та накладає його на відповідні деталі 3D-моделі.

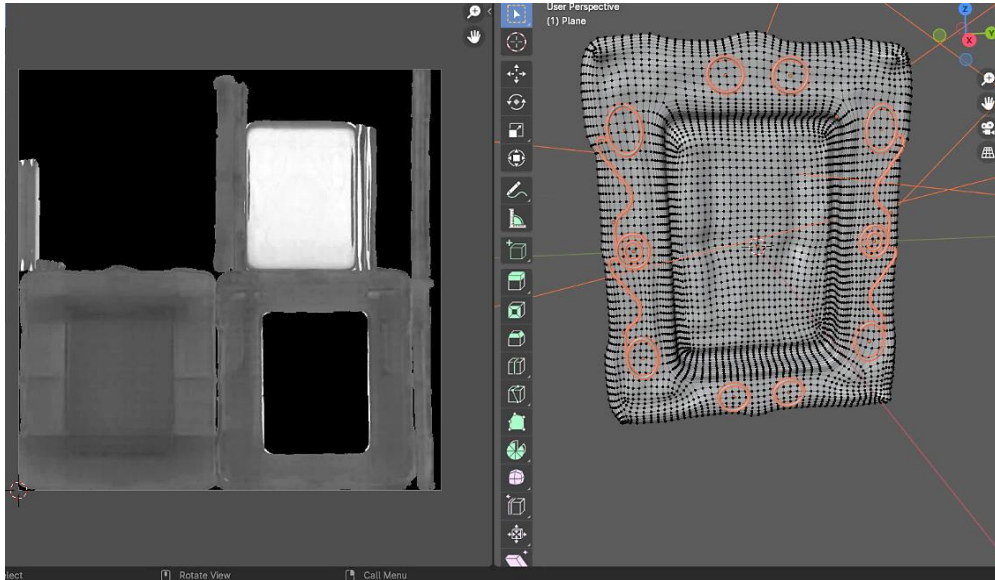


Рис. 8. UV-розгортка суцільного елемента
Fig. 8. UV curing of a solid element

Джерело: авторська розробка

Проте існує інший варіант, коли матеріал створюється у рушії, де розробляється гра. Це треба враховувати на етапі доопрацювання, щоб розділити моделі та не створювати перешкод на етапі збирання гри.

Коли прототип 3D-моделі створено з нерівностями та некоректною сіткою нормалей, її необхідно виправити. Для цього у Blender потрібно перейти в режим моделювання або редагування і вдосконалити бажану форму елемента (рис. 9). Це може включати додавання нових вершин, видалення непотрібних частин сітки, а також виправлення геометрії. Втім, може вистачити звичайної деформації у режимі скульптингу. У цьому режимі доступні пензлики для скручування, потовщення або клонування, які дозволяють відредагувати форму моделі, усуваючи видимі дефекти. Після виправлення геометрії застосовуються аналогічний підхід для налаштування інших параметрів. Для моделі з більш складною текстурою слід ретельно підбирати матеріали для кожної частини. Цей процес може забирати більше часу, ніж створення безпосередньо основи моделі, проте є необхідним для забезпечення реалістичності 3D-елемента в кінцевому продукті.

Ще одним етапом доопрацювання отриманої моделі, на який потрібно звернути окрему увагу, є анімація. Коли мова йде про елементи оточення для комп'ютерної гри, то самостійної анімації у більшості випадків не передбачається. Окрім фізичних властивостей (ліхтар – світло, дерева – коливання під час вітру, річка – рух води тощо) та стану елемента (відкриті або закриті двері, ціла або розбита фоторамка тощо). Більш детальна анімація та взаємодія з героями налаштовується та прописується кодом у рушії, з урахуванням фізики світу та бажаним результатом ефекту.

На рис. 10. Наведено приклад сцени гри «The Gallery» з додаванням елементів оточення, що створені за допомогою запропонованої технології з використанням генеративного ШІ.

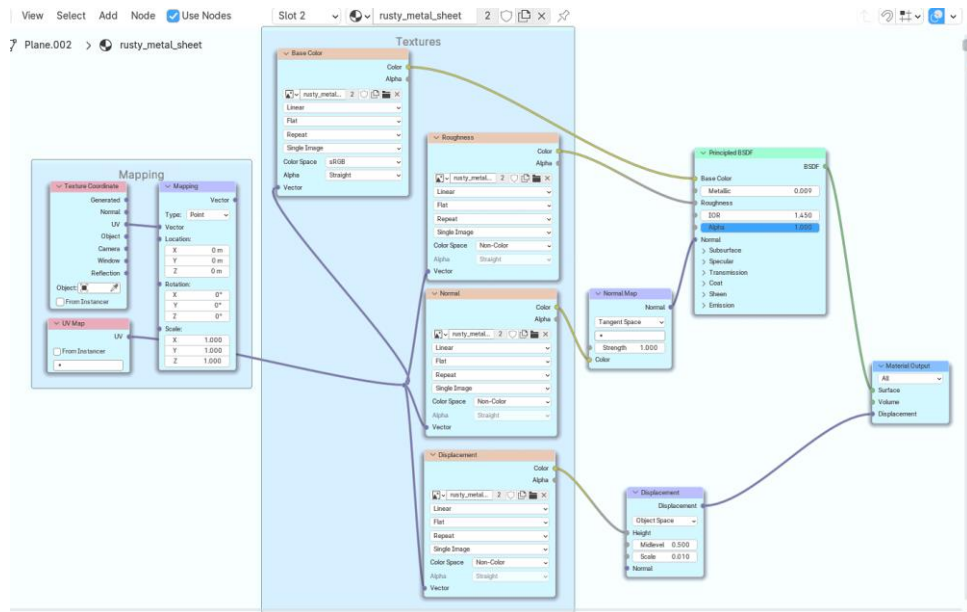


Рис. 9. Створення матеріалу у програмному середовищі Blender
Fig. 9. Create material in the Blender software environment

Джерело: авторська розробка

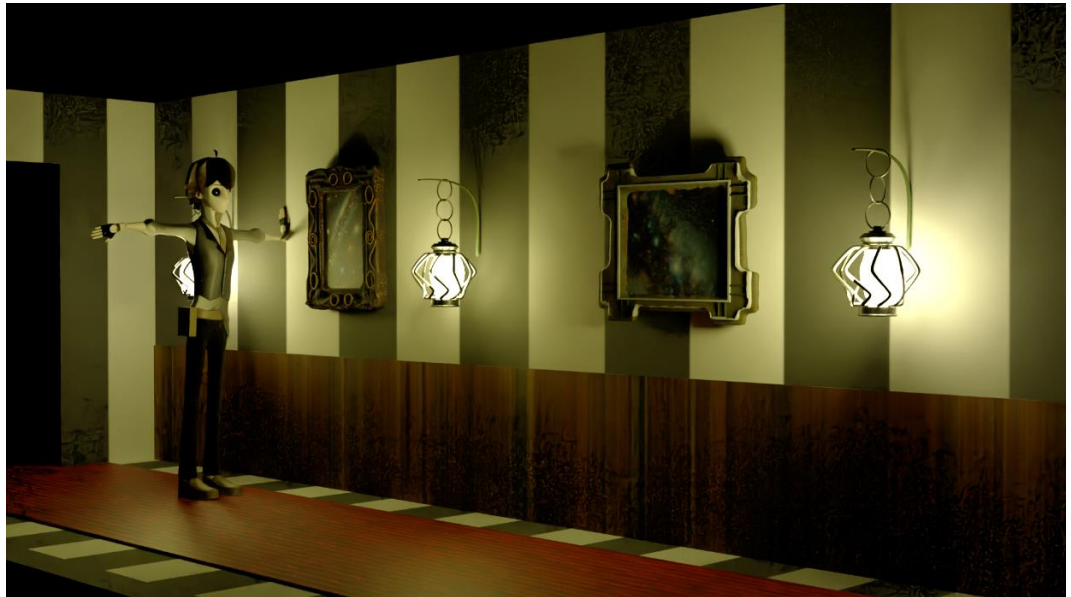


Рис. 10. Приклад сцени гри «The Gallery» з додаванням елементів оточення, що створені за допомогою запропонованої технології з використанням генеративного ШІ
Fig. 10. An example of a scene of The Gallery game with the addition of environment elements created with the help of the proposed technology using generative AI

Джерело: авторська розробка

Узагальнюючи подані вище результати прикладного дослідження, слід відзначити, що модель, створена виключно генеративними нейромережами, буде недостатньо персоналізованою, та потребує доопрацювань у ручному режимі. Стандартна процедура створення моделі художником займає багато часу. Через це зменшується кількість створеного матеріалу, проте забезпечується висока якість та унікальність кожної деталі. Це особливо важливо в комп'ютерних іграх, де деталізація елементів оточення безпосередньо впливає на атмосферу гри. Таким чином оптимальним рішенням може бути комбінований процес створення 3D-елементів оточення для комп'ютерних ігор, коли сервіси генеративних нейромереж формують прототип моделі, а 3D-художник персоналізує її, вдосконалює, оптимізує та додає деталі. Цей процес дозволяє поєднати швидкість та ефективність, яку забезпечують нейромережі, з індивідуальністю та деталізованістю, яку надає «ручна» розробка, що в кінцевому результаті значно підвищує ефективність праці 3D-художника, а відповідно і кількість розроблених елементів за відповідний проміжок час з дотриманням визначеного рівня якості.

Висновки. Запропонована технологія розробки 3D-моделей елементів оточення для комп'ютерних ігор на основі генеративного штучного інтелекту забезпечує ефективний баланс між швидкістю створення контенту і збереженням індивідуальності та високої якості елементів. Завдяки використанню нейронних мереж, таких як GAN (генеративно-змагальні мережі), процес моделювання значно пришвидшується на етапі створення базових прототипів. Однак, подальше доопрацювання у середовищі 3D-моделювання залишається необхідним для забезпечення відповідності отриманих моделей вимогам ігрового проекту, зокрема щодо рівня деталізації, пропорцій, текстурування та відповідності оточенню.

Впровадження двоетапного процесу, що включає генерування базових елементів та їх доопрацювання, дозволяє значно знизити трудовитрати і водночас зберегти творчий підхід на кінцевому етапі розробки. Генерація початкових прототипів за допомогою штучного інтелекту дає змогу художникам зосередитися на деталізації та анімації, зберігаючи високі стандарти якості. Завдяки цьому підходу розширюються можливості для створення великих ігрових світів, а також прискорюється їх реалізація.

Схема технологічного процесу, представлена у даному дослідженні, демонструє інтеграцію сучасних AI-інструментів, таких як Sloyd.ai (FindMyAITool, 2024; Sloyd.ai, 2024), CSM (CSM.ai, 2024), та Lumalabs (Phygital Plus, 2024), що дозволяють автоматизувати багато аспектів створення 3D-моделей, зменшуючи залежність від ручної праці на ранніх етапах. Проте, кінцева якість і ефективність моделей значною мірою залежить від етапу доопрацювання, який залишається за художником.

Проведено апробацію запропонованої технології для створення елементів оточення комп'ютерної 3D-гри "The Gallery", яка розробляється у рамках міжнародного проекту «Спільні робочі процеси в розподіленій розробці ігор», що реалізується кафедрою мультимедійних систем та технологій Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця у партнерстві з Байройтським університетом, Німеччина.

Подальший розвиток генеративних нейронних мереж дозволить мінімізувати обсяг ручної роботи на етапі доопрацювання, автоматизуючи додаткові процеси. Одночасно інтеграція AI-інструментів із рушіями ігор стане критичною для подальшого покращення ігрового досвіду.

Таким чином, запропонована технологія є перспективною та має потенціал значного впливу на галузь ігрових IT, дозволяючи оптимізувати процеси створення 3D контенту без втрати якості та унікальності кінцевих продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Євсєєв О. С. Створення інтерактивних медіа: навчальний посібник. Х.: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 133 с. URL: <https://shorl.com/telamebraproke>
2. Євсєєв О., Потрашкова Л. Створення інтерактивних медіа. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти спеціальності 186 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" другого (магістерського) рівня. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. 58 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/31932>

3. Євсєєв О. С., Величко В.Ю. Методика розробки артбука комп'ютерної гри. *Поліграфія і видавнича справа*. 2023. № 2 (86). С. 125–134.
4. Євсєєв О. (2014). Комп'ютерна анімація: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051501 "Видавничо-поліграфічна справа". Х.: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 152 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/8294>
5. Євсєєв О., Грабовський Є. Створення контенту для інтерактивних мультимедійних проєктів на основі штучного інтелекту. *Наука, технології, інновації*. 2024. № 3. С. 91–98. DOI: <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-3-10>
6. Євсєєв О., Мисник В. Технологія розробки 3D-моделей персонажів для комп'ютерної гри. *Українська академія друкарства. Збірник наукових праць «Наукові записки»*. 2024. № 1 (68). С. 31–45.
7. 3Dcoat. Що таке UV Mapping? Create 3D models easily: Voxel Sculpting, Retopo, Texturing, Modeling. 2024. URL: <https://3dcoat.com/ua/articles/article/what-is-uv-mapping/>
8. 3DWay. Сітка у 3D-моделюванні. 2023. URL: <https://3dway.com.ua/blog/mesh-in-3d-modeling#:~:text=Сітка%20-%20це%20набір%20з'єднаних,%20утворюючи%20поверхню%20об'єкта>
9. BBC News Україна. Три стадії штучного інтелекту: чи може він знищити людство? 2023. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-65728291>
10. BIZMAG. Що таке штучний інтелект: коротко, простими словами. 2023. URL: <https://bizmag.com.ua/shho-take-shtuchnyj-intelekt/>
11. Blender Foundation. blender.org - Home of the Blender project – Free and Open 3D Creation Software. 2024. URL: <https://www.blender.org/>
12. Leonardo AI. AI Image Generator – Create Art, Images & Video. 2024. URL: <https://leonardo.ai/>
13. DALL-E Free. AI Image Generator. Powered by Dall-E. 2024. URL: <https://www.dall-efree.com/>
14. Phygital Plus. Luma AI: Create 3D Objects & Scenes from Text & Video. AI Library. 2024. URL: <https://library.phygital.plus/details/luma-ai/r/rectYrpcb1BeRUMOS>
15. FindMyAITool. Sloyd. 2024. URL: <https://findmyaitool.com/tool/sloyd>
16. Sloyd.ai. AI 3D Model Generator – Create with Text to 3D. 2024. URL: <https://www.sloyd.ai/>
17. CSM.ai. Turn photos, text or sketch into 3D Worlds. 2024. URL: <https://www.csm.ai/>
18. Bech-Yagher C. UV mapping for beginners. Creative Bloq. 2024. URL: <https://www.creativebloq.com/features/uv-mapping-for-beginners>
19. Hrabovskiy Y., & Yevsyeyev O. Development of methods of creating the interface of the interactive edition. *Printing and publishing*. 2021. Vol. 2 (82). P. 117–127. DOI: <https://doi.org/10.32403/0554-4866-2021-2-82-117-127>
20. Juego Studio. How Game Environment Art & Design created for 3D Games? 2024. URL: <https://www.juegostudio.com/blog/how-do-immersive-environmental-designs-for-3d-games-get-created>
21. Kaedim. AI-powered Art Outsourcing. 2024. URL: <https://www.kaedim3d.com/>
22. Kliuch D. Crafting Dynamic NPCs with AI: Game Development Guide. Whimsy Games. 2024. URL: <https://whimsygames.co/blog/crafting-dynamic-npcs-with-ai-game-development-guide/>
23. Potrashkova L., Zaruba V., Raiko D., & Yevsyeyev O. Identifying the system of value factors of green consumer choice. *Innovative Marketing*. 2024. Vol. 20(1). P. 199–211. DOI: [https://doi:10.21511/im.20\(1\).2024.17](https://doi:10.21511/im.20(1).2024.17)
24. Tuytel R. Green Metal Rust Texture. *Poly Haven*. 2023. URL: https://polyhaven.com/a/green_metal_rust

Стаття надійшла до редакції 07.10.2024

Стаття рекомендована до друку 12.12.2024

REFERENCES

1. Yevsyeyev, O. S. (2020). Creating interactive media: a tutorial. Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Retrieved from <https://shorl.com/telamebraproke> (in Ukrainian)
2. Yevsyeyev, O., Potrashkova, L. (2024). Creating interactive media. Methodological recommendations for performing laboratory work for higher education applicants in specialty 186

"Publishing and Printing" of the educational program "Technologies of Electronic Multimedia Publishing" of the second (master's). Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Retrieved from <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/31932> (in Ukrainian)

3. Yevsyeyev, O. S., Velichko V.Yu. (2023). Methodology for developing an artbook for a computer game. *Printing and publishing*, 2 (86), 125-134. (in Ukrainian)

4. Yevsyeyev, O. (2014). Computer animation: a textbook for students of the direction of training 6.051501 "Publishing and printing". Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Retrieved from <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/8294> (in Ukrainian)

5. Yevsyeyev, O., Grabovsky, E. (2024). Creating content for interactive multimedia projects based on the application of artificial intelligence. *Science, technology, innovation*, 3, 91-98. doi: <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-3-10> (in Ukrainian)

6. Yevsyeyev, O., Mysnyk, V. (2024). Technology for developing 3D character models for computer games. *Ukrainian Academy of Printing. Collection of scientific papers "Scientific Notes"*, 1 (68), 31-45. (in Ukrainian)

7. 3DCoat (2024). What is UV Mapping? Create 3D models easily: Voxel Sculpting, Retopo, Texturing, Modeling. Retrieved from <https://3dcoat.com/ua/articles/article/what-is-uv-mapping/>

8. 3DWay (2023). Mesh in 3D modeling. Retrieved from <https://3dway.com.ua/blog/mesh-in-3d-modeling#:~:text=Сітка%20-%20це%20набір%20з'єднаних,%,%20утворюючи%20поверхню%20об'єкта> (in Ukrainian)

9. BBC News Ukraine (2023). Three stages of artificial intelligence: can it destroy humanity? Retrieved from <https://www.bbc.com/ukrainian/features-65728291> (in Ukrainian)

10. BIZMAG (2023). What is artificial intelligence: briefly, in simple words. Retrieved from <https://bizmag.com.ua/shho-take-shtuchnyj-intelekt/> (in Ukrainian)

11. Blender Foundation (2024). blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software. Retrieved from <https://www.blender.org/>

12. Leonardo AI (2024). AI Image Generator – Create Art, Images & Video. Retrieved from <https://leonardo.ai/>

13. DALL-E Free. (2024). AI Image Generator | Powered by Dall-E. Retrieved from <https://www.dall-efree.com/>

14. Phygital Plus (2024). Luma AI: Create 3D Objects & Scenes from Text & Video. AI Library. Retrieved from <https://library.phygital.plus/details/luma-ai/r/rectYrpcb1BeRUMOS>

15. FindMyAITool (2024). Sloyd. Retrieved from <https://findmyaitool.com/tool/sloyd>

16. Sloyd.ai (2024). AI 3D Model Generator – Create with Text to 3D. Retrieved from <https://www.sloyd.ai/>

17. CSM.ai (2024). Turn photos, text or sketch into 3D Worlds. Retrieved from <https://www.csm.ai/>

18. Bech-Yagher, C. (2024). UV mapping for beginners. Creative Bloq. Retrieved from <https://www.creativebloq.com/features/uv-mapping-for-beginners>

19. Hrabovskyi, Y., & Yevsyeyev, O. (2021). Development of methods of creating the interface of the interactive edition. *Printing and publishing*, 2 (82), 117-127. doi: <https://doi.org/10.32403/0554-4866-2021-2-82-117-127>

20. Juego Studio (2024). How Game Environment Art & Design created for 3D Games? Retrieved from <https://www.juegostudio.com/blog/how-do-immersive-environmental-designs-for-3d-games-get-created>

21. Kaedim (2024). AI-powered Art Outsourcing. Retrieved from <https://www.kaedim3d.com/>

22. Kliuch, D. (2024). Crafting Dynamic NPCs with AI: Game Development Guide. Whimsy Games. Retrieved from <https://whimsygames.co/blog/crafting-dynamic-npcs-with-ai-game-development-guide/>

23. Potrashkova, L., Zaruba, V., Raiko, D., & Yevsyeyev, O. (2024). Identifying the system of value factors of green consumer choice. *Innovative Marketing*, 20(1), 199-211. doi: [https://doi:10.21511/im.20\(1\).2024.17](https://doi:10.21511/im.20(1).2024.17)

24. Tuytel, R. (2023). Green Metal Rust Texture. Poly Haven. Retrieved from https://polyhaven.com/a/green_metal_rust

The article was received by the editors 07.10.2024

The article is recommended for printing 12.12.2024

L. GURYANOVA*, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Economic Cybernetics and Applied Economics, <https://orcid.org/0000-0002-2009-1451>, guryanovaidiya@gmail.com
O. YEVSYEYEV**, Ph.D. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Multimedia Systems and Technologies, <https://orcid.org/0000-0002-6464-7036>, Oleksiy.Yevsyeyev@hneu.net
M. SIMAKOVA**, Bachelor, Department of Multimedia Systems and Technologies, Mariia.Simakova@hneu.net

* V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

** Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 9A Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine

APPLICATION OF GENERATIVE AI IN MANAGING PROJECTS FOR 3D GAME ENVIRONMENT DEVELOPMENT

The study focuses on the development of modern technology for creating 3D models of environmental elements for video games using generative neural networks. This approach significantly accelerates the development process of the final product while enhancing the quality and uniqueness of 3D content and ensuring its compliance with the overall design requirements of video games. The article substantiates the feasibility of using artificial intelligence tools for creating prototypes of 3D models of environmental elements and proposes an optimized development technology. The study examines the specifics of the technological process, which includes two main stages: generating models using generative neural networks and refining them further in 3D modeling software. Special attention is paid to the advantages of using generative artificial intelligence for automating the basic stages of development, allowing artists to focus more on detailing, texturing, and animating elements. In particular, the integration of automated tools with traditional 3D modeling approaches is emphasized, improving team efficiency and optimizing resource expenditures. The implementation of new AI tools, such as Sloyd.ai, CSM, and Lumalabs, for creating 3D models that meet the requirements of game engines, is analyzed. The proposed technology was tested in the development of environmental elements for the video game "The Gallery," created as part of an international project. The results demonstrated the effectiveness of combining the speed of AI generation with the quality of manual refinement. The paper outlines the prospects for further development of the technology, which include improving generative neural networks and integrating them with game engines. The proposed approach is promising for optimizing the content creation process and achieving a balance between speed, quality, and product uniqueness.

Keywords: **3D model, project management, computer game environment elements, development technology, generative artificial intelligence.**

JEL Classification: L82, C88, O33, C63, L86.

Як цитувати: Гур'янова Л.С., Євсєєв О.С., & Сімакова М.Р. (2024). Використання генеративного штучного інтелекту в менеджменті проектів розробки 3D-моделей ігрового оточення. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Економічна»*, (107), 5-18. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-01>

In cites: Guryanova L., Yevsyeyev O., & Simakova M. (2024). Application of generative AI in managing projects for 3D game environment development (2024). *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University Economic Series*, (107), 5-18. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-01> (in Ukrainian)
