

[DOI 10.28925/2663-4023.2025.31.1071](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.31.1071)

УДК 004.92

Бобришев Євгеній Сергійович

Національний університет «Чернігівська політехніка», Чернігів, Україна

ORCID: 0009-0009-7031-1000

bobryshew@stu.cn.ua

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В 3D-МОДЕЛЮВАННІ НА БАЗІ BLENDER

Анотація. У статті досліджуються перспективи застосування методів штучного інтелекту у сфері 3D-моделювання на базі програмного середовища Blender. Розглянуто сучасні підходи до інтеграції AI-алгоритмів у процеси створення тривимірних об'єктів, матеріалів і сцен, зокрема автоматизовану генерацію геометрії, текстур, оптимізацію топології та прискорення рутинних етапів моделювання. Проаналізовано можливості використання нейромережових моделей у поєднанні з вбудованими інструментами Blender і його API, а також окреслено напрями розвитку плагінів і зовнішніх сервісів, орієнтованих на AI-підтримку 3D-графіки. Особливу увагу приділено впливу штучного інтелекту на продуктивність роботи 3D-художника та зміну ролі користувача від безпосереднього моделювання до керування параметрами та результатами генерації. Результати дослідження можуть бути використані як у навчальному процесі з дисципліни «Комп'ютерна графіка», так і в практичних проєктах у галузях ігрової індустрії, VR/AR та цифрового дизайну. У статті також розглянуто обмеження та виклики, пов'язані з використанням штучного інтелекту в 3D-моделюванні, зокрема питання якості згенерованих моделей, контролю результатів, обчислювальних ресурсів та інтеграції AI-інструментів у стандартний виробничий пайплайн. Проведено узагальнення існуючих підходів до поєднання традиційних методів комп'ютерної графіки з генеративними моделями, що дозволяє визначити перспективні напрями подальших досліджень у цій галузі. Зроблено висновок, що використання штучного інтелекту в Blender відкриває нові можливості для підвищення ефективності навчання 3D-моделюванню, а також сприяє трансформації підходів до створення цифрового контенту в умовах сучасної цифрової економіки.

Ключові слова: комп'ютерна графіка, 3D-моделювання, Blender, штучний інтелект, нейромережі, автоматизація.

ВСТУП

Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій упродовж останніх десятиліть зумовив суттєві зміни в галузі комп'ютерної графіки, зокрема у сфері тривимірного моделювання. 3D-графіка сьогодні є невід'ємною складовою ігрової індустрії, кіно- та анімаційного виробництва, архітектурної візуалізації, промислового дизайну, віртуальної та доповненої реальності, а також наукової візуалізації. Зростання складності цифрових сцен і підвищення вимог до реалістичності зображень призводять до ускладнення виробничих процесів і збільшення часових витрат на створення 3D-контенту.

Одним із ключових викликів сучасного 3D-моделювання є поєднання високої якості результату з ефективністю робочого процесу. Традиційні підходи до створення тривимірних об'єктів ґрунтуються на ручній роботі 3D-художника, що потребує значного досвіду, технічних знань і часу. У цьому контексті особливої актуальності набуває застосування методів штучного інтелекту, здатних автоматизувати або частково оптимізувати окремі етапи моделювання, текстурування та підготовки сцен до



візуалізації.

Штучний інтелект, зокрема методи машинного та глибинного навчання, активно впроваджується в різні сфери цифрового виробництва. У галузі комп'ютерної графіки AI використовується для генерації зображень, відновлення та покращення якості текстур, автоматичного створення геометрії, оптимізації топології моделей і аналізу візуальних даних. Поява генеративних моделей відкрила нові підходи до створення контенту, за яких користувач переходить від безпосереднього ручного моделювання до керування параметрами та результатами роботи інтелектуальних алгоритмів.

Програмне середовище Blender займає особливе місце серед інструментів 3D-моделювання завдяки відкритому коду, широким функціональним можливостям і активній спільноті розробників. Blender використовується як у професійній діяльності, так і в освітньому процесі, що робить його зручним майданчиком для впровадження та дослідження інноваційних підходів у комп'ютерній графіці. Наявність вбудованого API, підтримка Python-скриптів і можливість інтеграції зовнішніх плагінів створюють передумови для використання інструментів штучного інтелекту безпосередньо в межах 3D-пайплайну.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю систематизації підходів до використання штучного інтелекту в 3D-моделюванні та аналізу перспектив його застосування саме в середовищі Blender. Незважаючи на зростання кількості практичних рішень і експериментальних інструментів, питання ефективності, доцільності та обмежень AI-підходів у 3D-графіці залишаються недостатньо дослідженими в науковому контексті, особливо з урахуванням освітніх потреб.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток комп'ютерної графіки характеризується зростанням складності тривимірних моделей, підвищенням вимог до їх візуальної якості та необхідністю скорочення часу створення цифрового контенту. У таких умовах традиційні підходи до 3D-моделювання, що ґрунтуються переважно на ручній роботі фахівця, дедалі частіше виявляються малоефективними, особливо у випадках створення великих сцен, параметричних об'єктів або контенту для інтерактивних середовищ. Це породжує суперечність між потребою у високій продуктивності та обмеженими людськими ресурсами.

Застосування методів штучного інтелекту розглядається як перспективний шлях подолання зазначеної суперечності, однак їх практичне використання у сфері 3D-моделювання наразі має фрагментарний характер. Існуючі AI-інструменти часто реалізуються у вигляді експериментальних плагінів або зовнішніх сервісів, які не завжди інтегруються в стандартний робочий процес Blender. Відсутність єдиного підходу до поєднання традиційних методів комп'ютерної графіки з інтелектуальними алгоритмами ускладнює оцінювання ефективності таких рішень і обмежує їх широке впровадження.

Окремою проблемою є контроль якості результатів, отриманих із використанням штучного інтелекту. Генеративні моделі можуть створювати геометрію або текстури, що не відповідають вимогам до топології, оптимізації чи подальшого використання в ігрових рушіях, VR/AR-системах або симуляційних середовищах. Це потребує додаткового ручного доопрацювання та знижує загальну ефективність автоматизованих підходів. Крім того, складність інтерпретації результатів роботи нейромереж обмежує можливість точного прогнозування кінцевої якості 3D-моделі.

Ще одним важливим аспектом проблеми є високі вимоги до обчислювальних ресурсів, необхідних для роботи AI-алгоритмів. Використання моделей машинного навчання в 3D-моделюванні часто потребує потужних графічних процесорів і значних обсягів пам'яті, що не завжди доступно в освітніх установах або невеликих студіях. У



результаті виникає розрив між потенційними можливостями штучного інтелекту та реальними умовами його застосування.

У контексті освітнього процесу проблема набуває додаткової актуальності. З одного боку, впровадження AI-інструментів у навчання 3D-моделюванню може суттєво підвищити мотивацію студентів і прискорити засвоєння практичних навичок. З іншого боку, відсутність методичних рекомендацій щодо доцільного використання штучного інтелекту в Blender створює ризик формування поверхневих знань без глибокого розуміння базових принципів комп'ютерної графіки.

Таким чином, наукова проблема полягає у відсутності системного підходу до застосування штучного інтелекту в 3D-моделюванні на базі Blender, що враховував би як технічні, так і методичні аспекти. Це зумовлює необхідність комплексного аналізу можливостей, обмежень і перспектив використання AI-орієнтованих інструментів у процесах створення тривимірного контенту, а також визначення напрямів їх ефективної інтеграції в професійний і навчальний 3D-пайплайн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика застосування штучного інтелекту в комп'ютерній графіці, зокрема у сфері 3D-моделювання, активно досліджується впродовж останніх років у зв'язку з розвитком методів машинного та глибинного навчання, а також зростанням потреб у швидкому створенні складного цифрового контенту. Традиційні підходи до 3D-моделювання, що ґрунтуються на ручній побудові геометрії та текстур, докладно описані в класичних працях з комп'ютерної графіки та широко використовуються в сучасних програмних середовищах, зокрема в Blender [1]. Водночас такі підходи мають обмежену масштабованість і вимагають значних часових і кадрових ресурсів.

У наукових та методичних публікаціях україномовного сегмента основна увага приділяється використанню Blender як універсального інструмента для навчання 3D-моделюванню та формування просторового мислення студентів. Автори наголошують на доцільності застосування відкритого програмного забезпечення у вищій освіті, описують базові етапи 3D-пайплайну та методичні підходи до викладання дисципліни «Комп'ютерна графіка» [2–4]. Окремі роботи порушують питання інтеграції штучного інтелекту в освітній процес, проте переважно зосереджуються на загальних перевагах AI як допоміжного інструмента навчання, без глибокого аналізу його впливу на сам процес 3D-моделювання [5].

У міжнародних дослідженнях спостерігається значно ширший і технічно глибший підхід до використання штучного інтелекту в 3D-графіці. Значний поштовх розвитку цього напрямку пов'язаний із появою генеративних моделей, здатних створювати тривимірні об'єкти на основі текстових описів. Однією з найбільш відомих робіт є DreamFusion, у якій запропоновано метод генерації 3D-об'єктів за допомогою дифузійних моделей, навчених на 2D-зображеннях [6]. Подальші дослідження розвинули цей підхід, зосередившись на підвищенні стабільності багаторакурсної генерації та узгодженості геометрії й текстур [7, 8].

Окремий напрям досліджень стосується використання імпліцитних представлень та нейронних функцій для опису тривимірних форм. Зокрема, у роботі Shap-E запропоновано підхід до генерації 3D-об'єктів у вигляді параметризованих імпліцитних функцій, що дозволяє отримувати компактні та гнучкі представлення геометрії [9]. Такі методи розглядаються як перспективні для інтеграції в існуючі 3D-пайплайни, однак потребують додаткової обробки для використання у виробничих середовищах.

Паралельно розвиваються дослідження у сфері реконструкції тривимірних сцен на основі візуальних даних. Методи нейронних радіансних полів (NeRF) та їхні подальші



модифікації, зокрема 3D Gaussian Splatting, демонструють можливість швидкого отримання високоякісних 3D-представлень реальних об'єктів і сцен [10]. Такі підходи відкривають нові можливості для поєднання автоматизованої реконструкції з подальшим редагуванням сцен у професійних 3D-редакторах, включно з Blender.

Важливим напрямом є використання Blender не лише як інструмента моделювання, але і як програмованої платформи для інтеграції AI-алгоритмів та генерації синтетичних даних. У низці робіт представлено процедурні пайплайни на базі Blender і Python, які застосовуються для створення фотореалістичних датасетів для задач комп'ютерного зору та машинного навчання [11, 12]. Це підтверджує можливість використання Blender як інфраструктурного компонента в AI-орієнтованих системах.

Водночас у більшості розглянутих досліджень недостатньо уваги приділяється питанням інтеграції AI-інструментів у повноцінний 3D-пайплайн з урахуванням вимог до топології, оптимізації та подальшого використання моделей у реальних проєктах. Крім того, у відкритій літературі обмежено представлено роботи, які аналізують вплив штучного інтелекту на освітній процес у галузі 3D-моделювання з позицій формування фундаментальних професійних компетентностей. Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на системний аналіз можливостей і обмежень застосування штучного інтелекту в 3D-моделюванні на базі Blender як у професійному, так і в навчальному контексті.

Метою статті є аналіз і узагальнення підходів до застосування штучного інтелекту в процесах 3D-моделювання на базі програмного середовища Blender з метою підвищення ефективності створення тривимірного контенту, шляхом інтеграції генеративних моделей, алгоритмів машинного навчання та засобів автоматизації у стандартний 3D-пайплайн.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичною основою даного дослідження є сукупність положень комп'ютерної графіки, теорії 3D-моделювання, а також сучасних методів штучного інтелекту й машинного навчання, що застосовуються для автоматизації процесів створення тривимірного контенту. У класичному розумінні 3D-моделювання базується на математичному описі геометричних форм, просторових перетворень і методів візуалізації, які реалізуються у вигляді полігональних сіток, поверхонь та матеріалів. Основними етапами такого підходу є побудова геометрії, формування топології, UV-розгортка, призначення матеріалів і налаштування освітлення та рендерингу.

Традиційні методи 3D-моделювання передбачають детермінований характер побудови об'єктів, коли результат безпосередньо залежить від дій користувача та заданих параметрів. У межах цього підходу Blender виступає як інтегроване програмне середовище, що реалізує класичні алгоритми моделювання, трансформацій, освітлення та фізично коректного рендерингу. Теоретичною базою таких алгоритмів є лінійна алгебра, аналітична геометрія, теорія графів, а також фізичні моделі розповсюдження світла, зокрема моделі відбиття та розсіювання, що використовуються у PBR-підході.

Інтеграція штучного інтелекту в 3D-моделювання ґрунтується на принципово іншій парадигмі — ймовірнісному та статистичному підході до генерації й оптимізації даних. Методи машинного навчання дозволяють формувати моделі, здатні узагальнювати великі обсяги візуальної інформації та відтворювати складні просторові залежності. У контексті 3D-графіки особливе значення мають глибинні нейронні мережі, зокрема згорткові та дифузійні моделі, які використовуються для генерації текстур,



геометрії та просторових представлень об'єктів.

Важливим теоретичним підґрунтям є концепція генеративних моделей, що дозволяють створювати нові 3D-об'єкти на основі навчальних вибірок або текстових описів. Такі моделі спираються на теорію ймовірностей, оптимізаційні методи та принципи мінімізації функцій втрат. У поєднанні з дифузійними підходами вони забезпечують поступове формування тривимірної структури шляхом ітеративного уточнення параметрів, що принципово відрізняється від класичного ручного моделювання.

Окреме місце серед теоретичних основ займають імпліцитні представлення тривимірних об'єктів, у яких геометрія описується не явною полігональною сіткою, а математичною функцією або нейронною мережею. Такі підходи дозволяють компактно зберігати інформацію про форму об'єкта та забезпечують високу гнучкість при генерації та реконструкції 3D-сцен. Теоретично вони ґрунтуються на апараті неперервних функцій і чисельних методах їх апроксимації.

З точки зору інтеграції AI в середовище Blender важливою теоретичною основою є концепція програмованого 3D-пайплайну. Blender надає доступ до внутрішніх структур сцени через API та мову Python, що дозволяє поєднувати класичні алгоритми комп'ютерної графіки з результатами роботи інтелектуальних моделей. Такий підхід спирається на принципи модульності, абстракції та повторного використання компонентів, характерні для сучасної інженерії програмного забезпечення.

У контексті освітнього та прикладного використання штучного інтелекту теоретичні основи дослідження також включають положення компетентнісного підходу та концепції людино-орієнтованих систем. ШІ в 3D-моделюванні розглядається не як повна заміна фахівця, а як інструмент підтримки прийняття рішень, що підсилює творчі можливості користувача та змінює його роль у процесі створення контенту — від безпосереднього виконавця до керівника параметрів і сценаріїв генерації.

Таким чином, теоретичні основи дослідження формуються на перетині класичних методів комп'ютерної графіки та сучасних підходів штучного інтелекту, що створює підґрунтя для аналізу можливостей, обмежень і перспектив застосування AI в 3D-моделюванні на базі Blender у професійному та навчальному середовищах.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Методика дослідження ґрунтується на поєднанні теоретичного аналізу, узагальнення наукових джерел та практичного аналізу сучасних інструментів штучного інтелекту, що застосовуються в процесах 3D-моделювання на базі програмного середовища Blender. Такий комплексний підхід дозволяє розглянути досліджувану проблему як з позицій фундаментальних теоретичних положень, так і з точки зору прикладної реалізації AI-орієнтованих рішень у стандартному 3D-пайплайні.

На першому етапі дослідження здійснюється систематичний аналіз наукових публікацій, присвячених 3D-моделюванню, комп'ютерній графіці та застосуванню штучного інтелекту в генерації та обробці тривимірних даних. Особлива увага приділяється роботам, у яких розглядаються генеративні моделі, дифузійні підходи, імпліцитні представлення геометрії та методи автоматизації 3D-процесів. Це дозволяє сформулювати теоретичну основу дослідження та визначити ключові напрями розвитку AI у 3D-графіці.

Другий етап методики передбачає аналіз можливостей програмного середовища Blender як платформи для інтеграції інструментів штучного інтелекту. У межах цього

етапу розглядаються архітектурні особливості Blender, можливості використання Python API, аддонів та процедурних інструментів для автоматизації окремих етапів 3D-моделювання. Оцінюється роль Blender як проміжної ланки між AI-алгоритмами та фінальним 3D-контентом, що використовується у професійних і навчальних проєктах.

На третьому етапі здійснюється порівняльний аналіз традиційних і AI-орієнтованих підходів до 3D-моделювання. Для цього виділяються ключові критерії оцінювання, зокрема час створення моделі, рівень складності геометрії, потреба в ручному доопрацюванні, відповідність вимогам до топології та можливість подальшого використання моделей у ігрових рушіях або VR/AR-середовищах. Такий аналіз дозволяє визначити практичну доцільність використання штучного інтелекту на різних етапах 3D-пайплайну.

Четвертий етап методики спрямований на аналіз обмежень і ризиків застосування AI-інструментів у 3D-моделюванні. Розглядаються проблеми контролю якості згенерованої геометрії та текстур, вимоги до обчислювальних ресурсів, а також складність інтеграції результатів роботи нейромереж у стандартні виробничі процеси. Окремо аналізується вплив цих факторів на ефективність використання AI у навчальному процесі з дисципліни «Комп'ютерна графіка».

На завершальному етапі дослідження здійснюється узагальнення отриманих результатів і формулювання висновків щодо перспектив застосування штучного інтелекту в 3D-моделюванні на базі Blender. Отримані результати використовуються для визначення напрямів подальших досліджень, а також для формування рекомендацій щодо інтеграції AI-інструментів у професійні та освітні 3D-пайплайни з урахуванням технічних і методичних обмежень. Узагальнена схема представлена на рисунку 1.

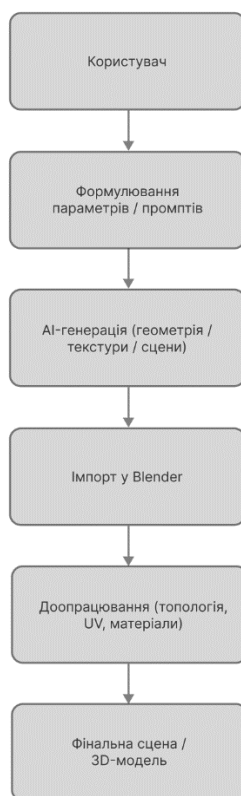


Рис 1. - Узагальнена схема AI-інтегрованого 3D-пайплайну в Blender



Таким чином, запропонована методика дослідження забезпечує комплексний аналіз проблеми та створює підґрунтя для обґрунтованих висновків щодо ролі та перспектив штучного інтелекту в сучасному 3D-моделюванні.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У результаті проведеного дослідження було встановлено, що застосування інструментів штучного інтелекту в процесах 3D-моделювання на базі програмного середовища Blender має суттєвий потенціал для підвищення ефективності створення тривимірного контенту, водночас змінюючи характер і структуру традиційного 3D-пайплайну. Аналіз сучасних AI-орієнтованих підходів дозволив виокремити ключові напрями їх практичного використання та визначити основні результати їх інтеграції в середовище Blender.

Першим результатом дослідження є встановлення того, що найбільш ефективним застосуванням штучного інтелекту на поточному етапі розвитку технологій є автоматизація окремих, рутинних етапів 3D-моделювання, зокрема генерації початкової геометрії, створення текстур і допоміжних елементів сцени. AI-інструменти демонструють високу продуктивність на етапах прототипування та концептуального моделювання, дозволяючи значно скоротити час створення первинної форми об'єкта. Водночас фінальна підготовка моделей для використання у виробничих середовищах, як правило, потребує участі фахівця та застосування класичних інструментів Blender.

Другим важливим результатом є виявлення зміни ролі користувача в процесі 3D-моделювання. У разі використання AI-орієнтованих підходів 3D-художник або студент переходить від безпосереднього ручного створення геометрії до керування параметрами генерації, вибору варіантів результатів і коригування отриманих моделей. Порівняння традиційного 3D-моделювання та AI-орієнтованих підходів зображено у таблиці 2. Це підтверджує трансформацію 3D-моделювання з суто технічного процесу в процес управління інтелектуальними системами, що потребує нових компетентностей, зокрема навичок формулювання завдань і критичного оцінювання результатів генерації.

У ході дослідження також встановлено, що інтеграція штучного інтелекту в Blender найбільш ефективно реалізується через використання Python API, аддонів і зовнішніх сервісів, а не шляхом повної заміни традиційних інструментів моделювання. Оцінка ефективності застосування штучного інтелекту зображена у таблиці 1. Такий підхід дозволяє зберегти контроль над структурою сцени, топологією та оптимізацією моделей, що є критично важливим для подальшого використання 3D-контенту в ігрових рушіях, VR/AR-застосунках та симуляційних системах.

Таблиця 1

Оцінка ефективності застосування штучного інтелекту на різних етапах 3D-пайплайну.

Етап 3D-пайплайну	Рівень ефективності AI	Коментар
Прототипування	Високий	Швидке створення концептів
Генерація геометрії	Середній	Потребує корекції
Текстурування	Середній	Залежить від стилю
Оптимізація	Низький–середній	Потребує ручного контролю
Фінальна підготовка	Низький	Критична роль фахівця

Окремим результатом дослідження є ідентифікація основних обмежень



застосування штучного інтелекту в 3D-модельованні. До них належать нестабільність результатів генерації, проблеми з консистентністю геометрії та текстур, а також значні вимоги до обчислювальних ресурсів. Було встановлено, що у багатьох випадках згенеровані AI-моделі потребують ретопології, UV-розгортки та оптимізації полігональної сітки, що знижує загальний рівень автоматизації процесу.

Таблиця 2

Порівняння традиційного 3D-модельовання та AI-орієнтованих підходів у середовищі Blender

Критерій	Традиційне 3D-модельовання	AI-орієнтоване 3D-модельовання
Час створення початкової моделі	Високий, залежить від складності об'єкта	Низький на етапі прототипування
Рівень контролю геометрії	Повний контроль користувача	Обмежений, залежить від алгоритму
Якість топології	Висока, за умови досвіду фахівця	Часто потребує ретопології
Ручне доопрацювання	Обов'язкове на всіх етапах	Потрібне на фінальних етапах
Обчислювальні вимоги	Помірні	Високі (GPU, пам'ять)
Придатність до продакшну	Висока	Середня без додаткової обробки
Масштабованість	Обмежена людським ресурсом	Висока на етапі генерації

Результати дослідження також показали, що використання штучного інтелекту в освітньому процесі з дисципліни «Комп'ютерна графіка» може позитивно впливати на мотивацію студентів і швидкість засвоєння практичних навичок, особливо на початкових етапах навчання. Разом з тим надмірна орієнтація на генеративні інструменти без належного опанування базових принципів 3D-модельовання може призвести до поверхневого розуміння процесів комп'ютерної графіки, що підтверджує необхідність методично виваженого використання AI у навчанні. Обмеження застосування штучного інтелекту в 3D-модельованні представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Обмеження застосування штучного інтелекту в 3D-модельованні.

Проблема	Причина виникнення	Наслідки	Можливі шляхи подолання
Неконсистентна геометрія	Обмеження генеративних моделей	Неможливість прямого використання в продакшні	Ретопологія в Blender
Відсутність UV-структури	Генерація без урахування UV-розгортки	Проблеми з текстуруванням	Ручна UV-розгортка
Високі обчислювальні вимоги	Використання глибинних моделей	Обмежена доступність в освіті	Хмарні сервіси, спрощені моделі
Нестабільність результатів	Ймовірнісний характер AI	Неможливість повторюваності	Фіксація параметрів генерації
Обмежений контроль результату	Абстрагованість моделей	Втрата точності	Гібридний пайплайн

Таким чином, результати дослідження свідчать, що штучний інтелект у поєднанні



з програмним середовищем Blender доцільно розглядати як інструмент підсилення та оптимізації 3D-моделювання, а не як повноцінну заміну традиційних методів. Отримані результати створюють підґрунтя для подальших прикладних досліджень, спрямованих на підвищення якості інтеграції AI-інструментів у професійні та освітні 3D-пайплайни.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У межах проведеного дослідження проаналізовано сучасні підходи до застосування штучного інтелекту в процесах 3D-моделювання на базі програмного середовища Blender та узагальнено їхній вплив на ефективність створення тривимірного контенту. Встановлено, що використання AI-орієнтованих інструментів дозволяє істотно оптимізувати окремі етапи 3D-пайплайну, насамперед на стадіях прототипування, генерації початкової геометрії та створення текстур, водночас зберігаючи ключову роль фахівця у фінальній підготовці моделей.

Інтеграція штучного інтелекту в середовище Blender є найбільш ефективною за умови поєднання генеративних моделей із класичними методами 3D-моделювання та використанням Python API й аддонів. Такий підхід забезпечує контроль над якістю результатів, топологією та оптимізацією моделей, що є критично важливим для їх подальшого використання у професійних ігрових, VR/AR та симуляційних середовищах.

Результати дослідження підтверджують, що штучний інтелект трансформує роль користувача в процесі 3D-моделювання, зміщуючи акцент з ручного створення об'єктів на управління параметрами генерації та оцінювання отриманих результатів. Це зумовлює необхідність перегляду підходів до підготовки фахівців у галузі комп'ютерної графіки та впровадження нових освітніх методик, що поєднують фундаментальні знання з геометрії та візуалізації з навичками роботи з AI-інструментами.

Водночас під-час дослідження було виявлено низку обмежень сучасних AI-рішень у 3D-моделюванні, серед яких нестабільність генерації, проблеми з консистентністю геометрії та високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Ці фактори обмежують можливість повної автоматизації процесу та свідчать про необхідність подальших досліджень, спрямованих на підвищення надійності та передбачуваності результатів роботи інтелектуальних моделей.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою гібридних 3D-пайплайнів, у яких штучний інтелект використовується як допоміжний інструмент на окремих етапах моделювання, а також зі створенням методів оцінювання якості AI-згенерованих 3D-моделей з урахуванням вимог до їх подальшого використання. Окремий інтерес становлять дослідження, спрямовані на адаптацію AI-інструментів до освітнього процесу з дисципліни «Комп'ютерна графіка», з метою формування у студентів збалансованих професійних компетентностей у галузі сучасного 3D-моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., & Hughes, J. F. (2014). *Computer graphics: Principles and practice* (3rd ed.). Addison-Wesley.
2. Nadkernychna, T. M., et al. (n.d.). *3D modeling in the Blender software*.
3. Zolotov, A. V. (n.d.). *Features of using Blender 3D in the educational process*.
4. Mosiichuk, O. M. (n.d.). *Methodological aspects of studying 3D modeling in higher education*.
5. Shevchenko, L. S. (n.d.). *The use of artificial intelligence technologies in the training of designers*.



6. Poole, B., Jain, A., Barron, J. T., & Mildenhall, B. (2022). *DreamFusion: Text-to-3D using 2D diffusion*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2209.14988>
7. Ding, L., et al. (2024). Text-to-3D generation with bidirectional diffusion. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2024)*.
8. Yang, X., et al. (2024). Diverse and stable text-to-3D generation. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2024)*.
9. Jun, H., & Nichol, A. (2023). *Shap-E: Generating conditional 3D implicit functions*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2305.02463>
10. Kerbl, B., et al. (2023). *3D Gaussian splatting for real-time radiance field rendering*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2308.04079>
11. Denninger, M., et al. (2019). *BlenderProc: A procedural pipeline for photorealistic rendering*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1911.01911>
12. Denninger, M., et al. (2023). BlenderProc2: A procedural pipeline for photorealistic rendering. *Journal of Open Source Software*, 8(84), 5104. <https://doi.org/10.21105/joss.05104>

**Bobryshev Yevhenii**

Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

ORCID: 0009-0009-7031-1000

bobryshew@stu.cn.ua

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN 3D MODELING BASED ON BLENDER

Abstract. The article explores the prospects for applying artificial intelligence methods in the field of 3D modeling using the Blender software environment. Modern approaches to integrating AI algorithms into the processes of creating three-dimensional objects, materials, and scenes are considered, including automated geometry generation, texture creation, topology optimization, and acceleration of routine modeling stages. The capabilities of using neural network models in combination with built-in Blender tools and its API are analyzed, and key directions for the development of plugins and external services focused on AI-assisted 3D graphics are outlined. Special attention is paid to the impact of artificial intelligence on the productivity of 3D artists and to the transformation of the user's role from direct manual modeling to managing generation parameters and evaluating generated results. The research findings can be applied both in the educational process of the "Computer Graphics" discipline and in practical projects within the game industry, VR/AR technologies, and digital design. The article also addresses limitations and challenges associated with the use of artificial intelligence in 3D modeling, including issues related to the quality of generated models, result control, computational resource requirements, and the integration of AI tools into standard production pipelines. Existing approaches to combining traditional computer graphics methods with generative models are generalized, enabling the identification of promising directions for further research in this field. It is concluded that the use of artificial intelligence in Blender opens new opportunities for improving the efficiency of 3D modeling education and contributes to the transformation of digital content creation approaches in the context of the modern digital economy.

Keywords: computer graphics, 3D modeling, Blender, artificial intelligence, neural networks, automation.

REFERENCES

1. Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., & Hughes, J. F. (2014). *Computer graphics: Principles and practice* (3rd ed.). Addison-Wesley.
2. Nadkernychna, T. M., et al. (n.d.). *3D modeling in the Blender software*.
3. Zolotov, A. V. (n.d.). *Features of using Blender 3D in the educational process*.
4. Mosiichuk, O. M. (n.d.). *Methodological aspects of studying 3D modeling in higher education*.
5. Shevchenko, L. S. (n.d.). *The use of artificial intelligence technologies in the training of designers*.
6. Poole, B., Jain, A., Barron, J. T., & Mildenhall, B. (2022). *DreamFusion: Text-to-3D using 2D diffusion*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2209.14988>
7. Ding, L., et al. (2024). Text-to-3D generation with bidirectional diffusion. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2024)*.
8. Yang, X., et al. (2024). Diverse and stable text-to-3D generation. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2024)*.
9. Jun, H., & Nichol, A. (2023). *Shap-E: Generating conditional 3D implicit functions*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2305.02463>
10. Kerbl, B., et al. (2023). *3D Gaussian splatting for real-time radiance field rendering*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2308.04079>
11. Denninger, M., et al. (2019). *BlenderProc: A procedural pipeline for photorealistic rendering*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1911.01911>
12. Denninger, M., et al. (2023). BlenderProc2: A procedural pipeline for photorealistic rendering. *Journal of Open Source Software*, 8(84), 5104. <https://doi.org/10.21105/joss.05104>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-noncommercial-sharelike 4.0 International License.