

УДК 004.93:72

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2025.1.21>

Дмитро ПЕТРИНА

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технічної механіки, інженерної та комп'ютерної графіки, Івано-Франківський
національний технічний університет нафти і газу,
dmytro.petryna@nung.edu.ua
ORCID: 0000-0003-0663-746X

Олена КОРНУТА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технічної механіки, інженерної та комп'ютерної графіки, Івано-Франківський
національний технічний університет нафти і газу,
olena.kornuta@nung.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0626-888X

Софія МЕЛЬНИК

здобувачка освіти першого (бакалаврського) рівня кафедри архітектури та містобудування, Івано-
Франківський національний технічний університет нафти і газу, sofiia.melnyk-am232@nung.edu.ua
ORCID: 0009-0008-7837-2273

АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ДИЗАЙН-ПРОЄКТІВ

Анотація. У статті досліджуються ключові аспекти використання нейромереж в архітектурному проектуванні та в проектуванні інтер'єрів. Розглянуті переваги генеративно-змагальних мереж в цій галузі. На основі промтів згенеровані різні варіанти зображення шале в горах та його внутрішнього дизайну інтер'єру. Також створені безшовні текстури в нейромережі Midjourney. За допомогою цієї ж нейромережі згенеровано текстуру меблів та постери для 3-D візуалізації квартири у програмі SketchUp.

Метою роботи є комплексне дослідження застосування нейромереж в дизайн-проектах. Для цього необхідно проаналізувати сучасний стан досліджень в цій галузі, визначити основні напрямки розвитку та існуючі проблеми. Описати різноманітні способи використання нейромереж в архітектурі та дизайні інтер'єрів, оцінити потенційні переваги та ризики застосування нейромереж та розробити рекомендації щодо ефективного використання нейромереж в практиці архітектурного проектування та проектування інтер'єрів.

Методологія. В статті використовуються теоретичні методи дослідження літературних джерел, тестування та комплексний аналіз можливостей сучасних нейромереж та емпіричні методи дослідження використання нейромереж для дизайн проектів.

Наукова новизна полягає у адаптації сучасних підходів використання нейромереж до генерації архітектурних проектів та дизайну інтер'єрів.

Висновки. Використання нейромереж у архітектурному проектуванні та дизайні інтер'єрів та екстер'єрів дедалі набуває широкого застосування. Розвиток генеративного створення зображень стрімко розвивається і активно застосовується у цих сферах. Елементи редагування за допомогою штучного інтелекту використовують все більше відомих програм для дизайну і потребують попереднього аналізу та вивчення для створення певних рекомендацій у їх застосуванні. В роботі детально проаналізовані напрямки майбутнього розвитку мереж на базі штучного інтелекту та запропоновані практичні засоби для їх використання.

Ключові слова: штучний інтелект, генеративна нейромережа, архітектурне проектування, дизайн інтер'єрів.

Dmytro PETRYNA, Olena KORNUA, Sofiia MELNYK. ASPECTS OF USING GENERATIVE NEURAL NETWORKS FOR DESIGN PROJECTS

Abstract. This article explores the key aspects of using neural networks in architectural and interior design. The advantages of generative adversarial networks (GANs) in this field are discussed. Based on prompts, various images of a mountain chalet and its interior design were generated. Seamless textures were also created using the Midjourney neural network. Using the same neural network, furniture textures and posters were produced for 3D visualization of an apartment in SketchUp.

This work aims to provide a comprehensive study of neural networks' application in design projects. To achieve this, it is necessary to analyze the current state of research in this field, identify the main development directions, and identify existing issues. The study describes various ways of using neural networks in architecture and interior design, evaluates the potential benefits and risks of their application, and develops recommendations for the effective use of neural networks in architectural and interior design practice.

Methodology. The article uses theoretical methods of literature review, testing, and comprehensive analysis of the capabilities of modern neural networks, as well as empirical methods for studying the use of neural networks in design projects.

Scientific novelty lies in the adaptation of modern approaches to the use of neural networks for the generation of architectural projects and interior design.

Conclusions. The use of neural networks in architectural design as well as in interior and exterior design is becoming increasingly widespread. The development of generative image creation is progressing rapidly and is being actively applied

in these fields. AI-based editing tools are being integrated into more and more well-known design programs and require preliminary analysis and study to develop specific recommendations for their use. This work provides a detailed analysis of future development directions of AI-based networks and proposes practical tools for their implementation.

Key words: artificial intelligence, generative neural network, architectural design, interior design.

Постановка проблеми. Архітектура, як мистецтво і наука про створення будівель, постійно еволюціонує під впливом нових технологій. Одним із найперспективніших напрямків у цій галузі є застосування штучного інтелекту, зокрема нейромереж. Ці потужні інструменти відкривають нові можливості для творчості, аналізу даних та оптимізації процесів проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх років спостерігається зростаючий інтерес до використання нейромереж в різних сферах дизайну [4], зокрема в архітектурному [5]. Нейромережі дозволяють генерувати нові ідеї, аналізувати великі обсяги даних про існуючі будівлі та міські середовища, а також автоматизувати рутинні завдання. Також встановлена відповідність нейронних мереж кожному з видів продукції графічного дизайну [6]. Можливості, які пропонує технологія нейромереж, дозволяють оптимізувати робочий процес дизайнерів, заощадити час і кошти [2]. У дослідженні [7] з'ясовано ступінь впливу ШІ на графічний дизайн на прикладі операціоналізації нейромереж, які уможливили генеративну графіку, дозволили використовувати високу варіативність параметрів, також регулювати кольорову гаму, контраст та геометричні пропорції об'єктів, що створюються. Вплив штучного інтелекту на індустрію дизайну, зокрема на наслідки для ролей і кар'єр дизайнерів наведено також у [3]. Отримані результати у дослідженні [9] доводять перспективність штучного інтелекту в реалізації рішень у графічному дизайні, а саме результати генерування «Midjourney» доречні в архітектурі, моделюванні, маркетингу. У [10] порівнюються якісні параметри візуального контенту, створеного на базі штучного інтелекту програмою Midjourney з використанням різних її версій. Автори [8] розробили модель, яка поєднує згорткові нейронні мережі для аналізу візуальних даних та рекурентні нейронні мережі для обробки текстових запитів, що уможливорює комплексно опрацьовувати інформацію і створювати персоналізовані дизайнерські рішення. За допомогою нейромереж у [1] створено загальнодоступний набір даних різноманітних дрібнозернистих текстур для інтер'єрів приміщень.

Однак, незважаючи на значний потенціал, застосування нейромереж в архітектурному дизайні та дизайні інтер'єрів все ще залишається відносно новим і малодослідженим напрямком. Існує багато відкритих питань щодо ефективності різних типів нейромереж, їх інтеграції в існуючі процеси проектування, а також етичних аспектів використання штучного інтелекту в творчій діяльності.

Метою цієї наукової статті є комплексне дослідження застосування нейромереж в дизайн-проектах. Для цього необхідно проаналізувати сучасний стан досліджень в цій галузі, визначити основні напрямки розвитку та існуючі проблеми. Описати різноманітні способи використання нейромереж в архітектурі та дизайні інтер'єрів, оцінити потенційні переваги та ризики застосування нейромереж. Розробити рекомендації щодо ефективного використання нейромереж в практиці архітектурного проектування та проектування інтер'єрів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Тема використання нейромереж в архітектурному дизайні є відносно новою, але вже активно досліджується. Сучасні дослідження свідчать про значний потенціал нейромереж у генерації нових архітектурних форм, оптимізації будівель та створенні персоналізованих житлових просторів.

Ключовими напрямками досліджень на сьогодні є:

- Генеративний дизайн: Нейромережі використовуються для створення нових архітектурних концепцій на основі великих обсягів даних про існуючі будівлі, стилі та матеріали. Дослідники застосовують такі моделі як GANs (Generative Adversarial Networks) для генерації різноманітних архітектурних форм.

- Створення візуалізацій: Нейромережі дозволяють створювати реалістичні візуалізації проектів, що значно покращує комунікацію між архітекторами та замовниками.

При використанні нейромереж існує ряд проблем та викликів, з якими стикаються дизайнери. Основною проблемою для початку формування задачі та створення початкового ескізу з використанням нейромереж є недостатня кількість даних – для ефективного навчання штучного інтелекту потрібні великі обсяги високоякісних даних. Генерування неочікуваних результатів на базі цих даних створює складності у розумінні того, як нейромережа прийняла те чи інше рішення. Також виникають питання щодо авторського права, відповідальності за прийняття рішень та впливу на міське середовище.

Штучний інтелект відкриває нові можливості для дизайнерів та архітекторів, дозволяючи швидко і ефективно генерувати різноманітні варіанти проектів. Існує багато програм, які використовують ШІ для цих цілей. Нові горизонти в архітектурному дизайні відкривають генеративно-змагальні мережі

(GAN), пропонуючи інноваційні підходи до створення будівель та міських середовищ. Наприклад, GAN дозволяють генерувати нові архітектурні стилі та форми, їх можна навчити на великій кількості зображень різних архітектурних стилів, щоб генерувати нові, унікальні стилі. Також GAN можуть створювати нові форми будівель, які не мають аналогів в існуючій архітектурі, можуть генерувати зображення будівель з різноманітними матеріалами та текстурами, що допомагає архітекторам експериментувати з новими матеріалами та комбінаціями. Важливою проблемою є пошук оптимальних рішень для складних архітектурних задач, таких як розміщення вікон, дверей, колон тощо, і GAN можуть допомогти знайти оптимальні рішення. GAN можуть моделювати різні варіанти будівель та аналізувати їх енергоефективність, допомагаючи архітекторам створювати більш екологічні будівлі. Крім того, GAN можуть допомогти оптимізувати планування внутрішніх просторів, враховуючи функціональні та естетичні вимоги.

Важливою є можливість GAN створювати високоякісні, фотореалістичні візуалізації проектів, що дозволяє замовникам краще уявити кінцевий результат, генерувати інтерактивні візуалізації, які дозволяють користувачам досліджувати проект з різних ракурсів, створення динамічних параметричних моделей будівель, які можуть адаптуватися до змінних умов. GAN можуть генерувати велику кількість варіантів дизайну на основі заданих параметрів, що дозволяє архітекторам швидко оцінити різні рішення, можуть створювати проекти, які максимально відповідають індивідуальним потребам і вподобанням клієнтів. При цьому GAN можуть враховувати контекст проекту, такий як місце розташування, клімат, культурні особливості.

Приклади програмного забезпечення таких нейромереж:

StyleGAN: Спеціалізується на генерації високоякісних зображень облич, але може бути адаптований для генерації архітектурних елементів.

Pix2Pix: Використовується для перетворення зображень з одного домену в інший, наприклад, для створення архітектурних візуалізацій на основі фотографій.

Deep Convolutional GAN (DCGAN): Застосовується для генерації зображень високої роздільної здатності, що може бути корисним для створення детальних візуалізацій будівель.

Основною проблемою для аналізу тих чи інших прогам, їх порівняння є те, що всі вони є платними і для отримання адекватного оцінювання необхідно використовувати професійні версії, що є достатньо коштовним.

В даній роботі розглянемо можливість використання онлайн лабораторії **Midjourney** для створення початкової візуальної ідеї певного архітектурного проекту. Midjourney – це потужна нейромережа, яка перетворює текстові описи на деталізовані зображення. Вона працює за принципом генеративного штучного інтелекту, тобто здатна створювати нові, унікальні зображення на основі отриманої інформації. Основною базою для створення зображень є *prompt* – словесне пояснення для майбутнього зображення. При цьому існують додаткові налаштування і функції, які суттєво впливають на остаточний результат і які необхідно врахувати при формуванні задачі

Основні напрямки використання Midjourney в архітектурному дизайні:

Швидка візуалізація ідей: Замість тривалого процесу створення 3D-моделі, архітектор може швидко отримати візуальне представлення своєї ідеї, описавши її текстом. Це дозволяє генерувати безліч варіантів дизайну та обирати найкращий.

Створення концептуальних артоб'єктів: Midjourney здатна генерувати нестандартні та креативні архітектурні рішення, які можуть надихнути архітектора на нові ідеї.

Розроблення презентаційних матеріалів: Якісні зображення, створені за допомогою Midjourney, можуть бути використані для створення ефектних презентацій проектів.

Дослідження різних стилів та епох: Можна експериментувати з різними архітектурними стилями та епохами, генеруючи зображення в стилі модернізму, готики, футуризму тощо.

Важливо розуміти, що Midjourney є інструментом, який допомагає архітектору, але не замінює його. Архітектор все одно повинен мати глибокі знання про архітектуру, будівництво та дизайн, щоб оцінити якість згенерованих зображень та приймати рішення щодо проекту.

При всіх перевагах використання Midjourney, а це – швидкість генерації зображень, креативність та нестандартність рішень, можливість експериментувати з різними стилями, спрощення процесу візуалізації ідей існує ряд обмежень в точності пропорцій та масштабу готових зображень, а також в необхідності багаторазових уточнень для отримання бажаного результату

Основою роботи з Midjourney є текстові описи – промти (*prompt*), які детально описують майбутнє зображення. Промпт – це текстовий опис, який треба надати нейромережі Midjourney, для створення зображення. Промти можуть використовувати загальні фрази, проте для точного відтворення бажані деталізовані та розгорнуті описи всіх бажаних елементів. Описи потрібно вводити іноземною (бажано англійською) мовою.

Задамося розгорнутим промтом для реалізації архітектурного проекту відпочинкового будиночку – шале в горах: «A luxury private chalet nestled in the mountains, showcasing a breathtaking contrast of interplaying light and shadow across its elegant architecture. The chalet's warm, ambient lights glow through large windows, casting soft golden hues that reflect off rich wooden and stone textures. The surrounding mountains are wrapped in a dramatic mix of sunlight and shadows, enhancing the chalet's opulent yet cozy appeal. Crisp mountain air and a peaceful twilight sky add to the serene, high-end atmosphere, creating a perfect retreat in nature».

В перекладі українською мовою: «Розкішне приватне шале, розташоване в горах, демонструє захоплюючий контраст взаємодії світла й тіні в елегантній архітектурі. Тепле навколишнє світло шале світиться крізь великі вікна, відливаючи м'які золотисті відтінки, які відбиваються від багатих дерев'яних і кам'яних текстур. Навколишні гори оповиті драматичною сумішшю сонячного світла та тіней, що підсилює розкішну, але затишну привабливість шале. Чисте гірське повітря та спокійне сутінкове небо додають безтурботної високоякісної атмосфери, створюючи ідеальний відпочинок на природі» (в подальшому будемо використовувати тільки переклад опису). Результат генерації наведено на (рис. 1).

В більшості випадків задаємося налаштуваннями промту такими як стилістика та варіації зміни типу генеративного зображення. Для отримання максимально якісного результату використовуємо останню версію Midjourney V6.1.

При виборі якогось конкретного результату генеративна мережа дозволяє вносити додаткові зміни та редагування, замальовуючи області картинки, які необхідно змінити при цьому вносячи зміни в промт. Також для користувачів з більшою кількістю генерацій та вищим тарифним планом є можливість редагування власних фотографій (рис. 2).



Рис. 1. Варіанти генерації Midjourney для першого промту

Для подальшої генерації використали першу картинку зі змінами прибудинкового ландшафтного дизайну та дещо зменшеним масштабом та отримали наступні зображення (рис. 3).

В подальшому доцільно редагувати і правити якісь конкретні елементи, змінюючи промт і використовуючи панель редагування. Так, в наступних згенерованих зображеннях використовувались зміни в промті, де зазначався змінений дах та зображення в зимовий період (рис. 4).

Відповідні генерації можуть проводитися і для дизайну інтер'єру. Як і в першому варіанті задамося розгорнутим описом для генерації зображень внутрішньої частини шале: «Простора вітальня з дво-рівневою стелею і великим вікном у підлогу в зрубі. Надворі засніжений пейзаж. Вітальня обставлена

пишними сучасними диванами та кріслами нейтральних тонів, згрупованими навколо низького центрального журнального столика. Колірна гамма кімнати складається з світло-бежевих і теплих відтінків, а м'яке освітлення різними лампами створює затишну атмосферу» (рис. 5).

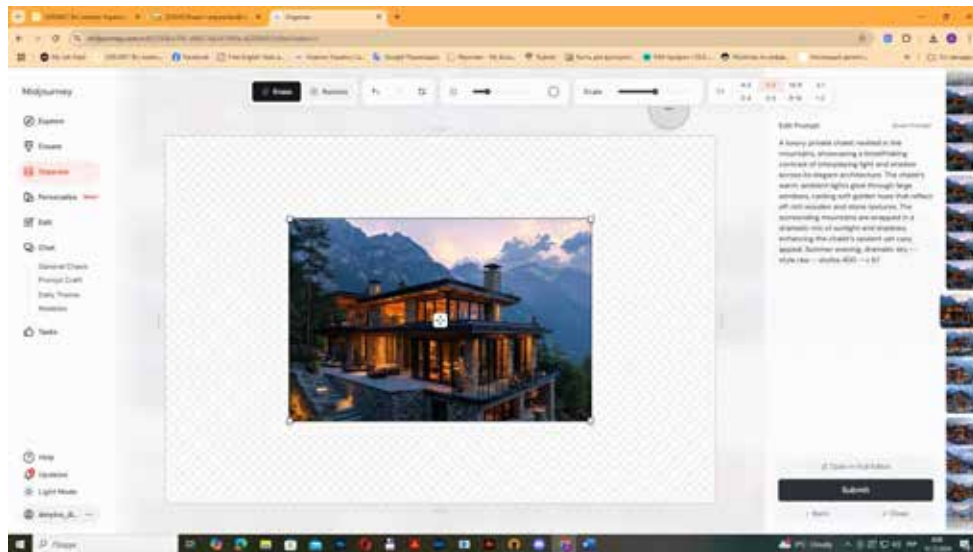


Рис. 2. Панель редагування у Midjourney

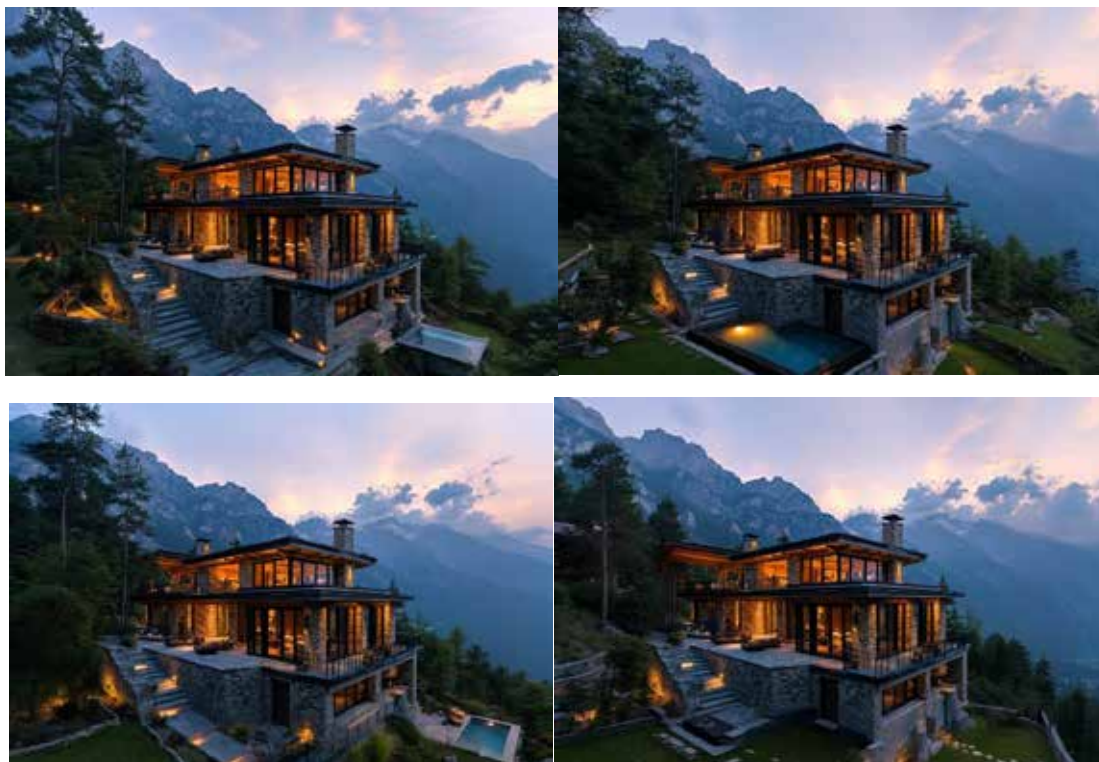


Рис. 3. Варіації зміни ландшафтного дизайну

При виборі третього варіанту вносимо необхідні зміни за допомогою панелі редагування, шляхом видалення елементів, які підлягатимуть повторній генерації (рис. 6).

Повторною генерацією отримали варіанти, наведені на (рис. 7).



Рис. 4. Варіації зміни архітектурних елементів та пори року



Рис. 5. Варіанти генерації внутрішнього дизайну

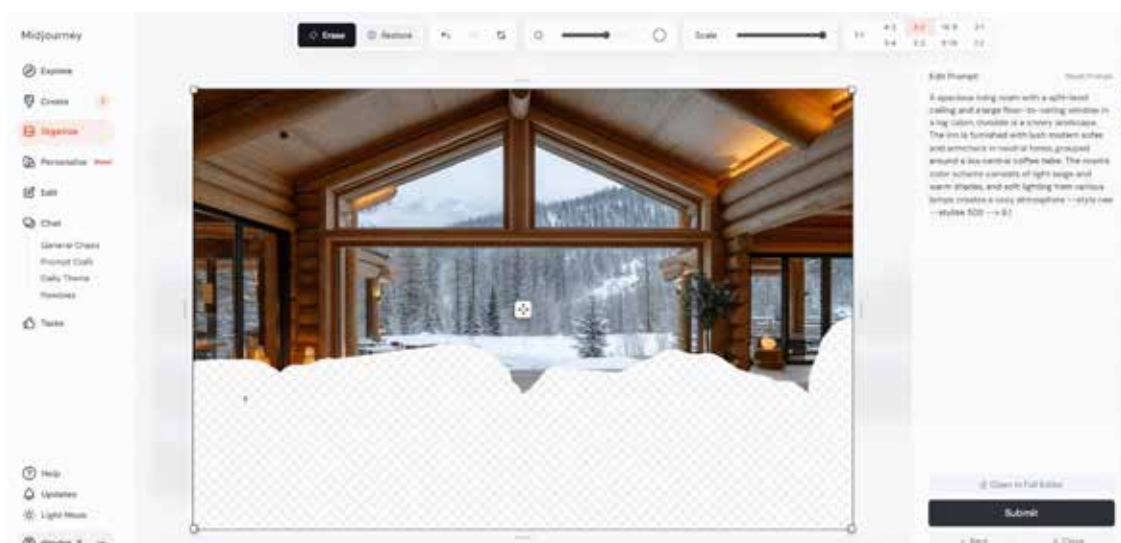


Рис. 6. Видалення елементів для подальшої генерації в інтер'єрі будинку



Рис. 7. Варіації зміни внутрішнього дизайну

Одним з практичних напрямків застосування генеративних зображень у дизайні архітектурних об'єктів є створення текстур та зображень, які можуть бути використані безпосередньо у реальних проєктах. Для прикладу згенеруємо текстуру меблів та постери для 3-D візуалізації квартири у програмі SketchUp (рис. 8).

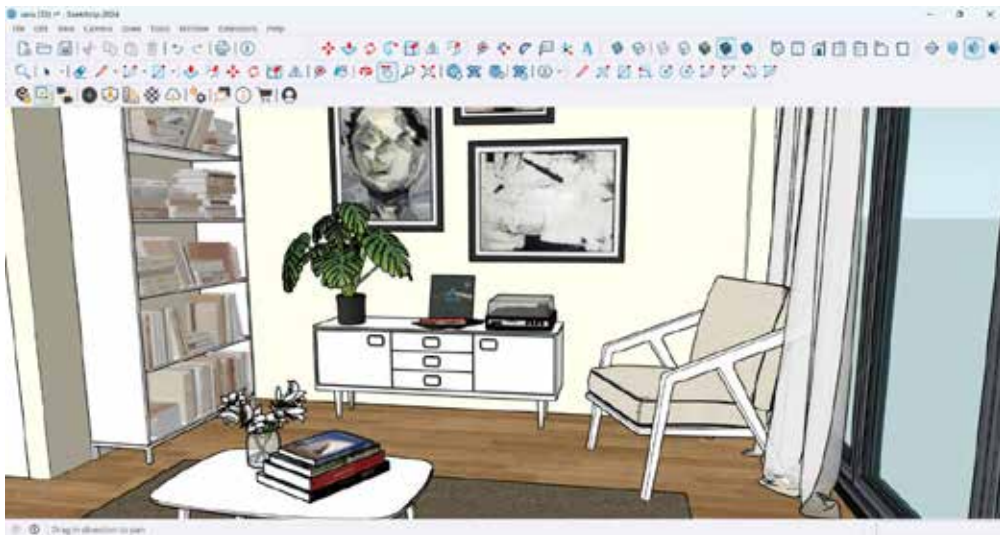


Рис. 8. Початкова візуалізація

Програма Midjourney має можливість створювати безшовні текстури різного спрямування. Для цього в описовому промті необхідно вибрати співвідношення стрін 1:1 та в налаштуванні додати розширення `--tile`. Промт буде мати наступний вигляд «`wooden furniture texture, cherry wood color --tile --stylize 300`». Результат генерації наведений на (рис. 9).

При поєднанні всіх вище вказаних задач отримаємо відповідний результат (рис. 12).



Рис. 9. Згенерована текстура

Також для певної персоналізації проекту створимо оригінальні постери певної вінтажної стилістики (рис. 10, 11).

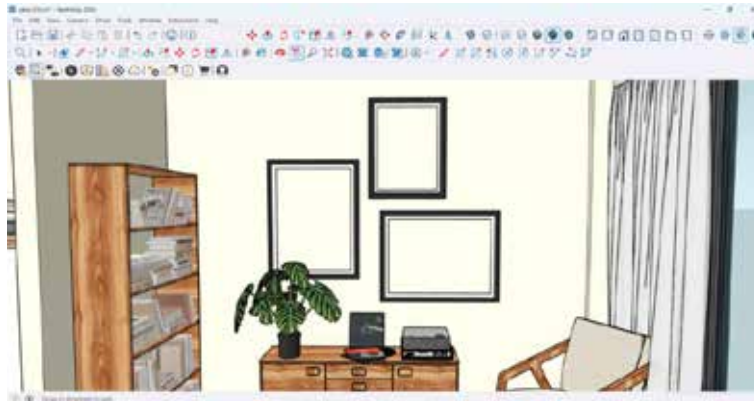


Рис. 10. Місця під постери



Рис. 11. Згенеровані постери для персоналізації подальшої візуалізації кімнати



Рис. 12. Кінцевий варіант моделювання

Висновки. Використання нейромереж у архітектурному проектуванні та дизайні інтер'єрів та екстер'єрів дедалі набуває широкого застосування. Розвиток генеративного створення зображень стрімко розвивається і активно застосовується у цих сферах. Елементи редагування за допомогою штучного інтелекту використовують все більше відомих програм для дизайну і потребують попереднього

аналізу та вивчення для створення певних рекомендацій у їх застосуванні. В роботі детально проаналізовані напрямки майбутнього розвитку мереж на базі штучного інтелекту та запропоновані практичні засоби для їх використання. Слід відмітити, що тотальна інвазія штучного інтелекту не применшує креативної діяльності людини та не може бути замінена. ШІ слід сприймати як невідворотнє майбутнє у сферах проектування і як помічника-асистента для значного пришвидшення відповідної роботи.

Список використаних джерел:

1. Chen J., Shao Z., Cen C. et al. HyNet: A novel hybrid deep learning approach for efficient interior design texture retrieval. *Multimed Tools Appl* 83, 28125–28145 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11042-023-16579-0>
2. Irbite A., Strode, A. Artificial intelligence vs designer: the impact of artificial intelligence on design practice. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*, 4. 2021. 539–549. <https://doi.org/10.17770/sie2021vol4.6310>
3. Nguyen H. Impact of artificial intelligence in design [Thesis, LAB University of Applied Sciences]. Theseus. 2023. URL: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/804369/Nguyen_Hien.pdf?sequence=2&isAllowed=y
4. Petryna D., Kornuta V., Kornuta O. Using neural network tools to accelerate the development of Web interfaces. *Information Technologies and Computer Engineering*. 2024. 21(2). 42–50. <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2024-60-2-42-50>
5. Бейнер Н. В., Бейнер П. С., Кулік М. В., Іваненко Д. С. НЕЙРОМЕРЕЖІ В АРХІТЕКТУРІ : ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2024. № 2 (020)
6. Божко Т., Ареф'єв В. Нейронні мережі як інструмент графічного дизайну. *Вісник КНУКіМ. Серія: Мистецтвознавство*. 2023. № 48. С. 125–135. doi:10.31866/2410-1176.48.2023.282475
7. Геренко С. Штучний інтелект у графічному дизайні: кейс генеративних нейромереж. *Деміург: ідеї, технології, перспективи дизайну*. 2024. 7(1), 78–91. <https://doi.org/10.31866/2617-7951.7.1.2024.300924>
8. Крук П., Гончаренко Т. Застосування глибокого навчання для прогнозування й автоматизації просторових рішень у дизайні інтер'єру. *Управління розвитком складних систем*. 2024. (58), 103–109. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.103-109>
9. Нейромережа Midjourney як інструмент для генерування дизайн графіки / О. В. Колісник, Р. Д. Михайлова, О. С. Береговий, В. В. Власюк, Д. В. Куровська. *Art and Design*. 2023. № 1 (21). С. 106–115.
10. Петрина Д., Корнута О. Порівняння різних версій додатку MIDJOURNEY та його використання в різних сферах створення візуального контенту. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. 2024. Том 333 № 2. с. 212–217. DOI 10.31891/2307-5732-2024-333-2-34