

УДК 004.93:72

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260324.18.1038

## НЕЙРОМЕРЕЖІ В АРХІТЕКТУРІ : ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ

БЕЙНЕР Н. В.<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
БЕЙНЕР П. С.<sup>2\*</sup>, канд. техн. наук,  
КУЛІК М. В.<sup>3</sup>, канд. техн. наук,  
ІВАНЕНКО Д. С.<sup>4</sup>, асп.

<sup>1</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.: +38 (050) 670-68-07, e-mail: [beynern@gmail.com](mailto:beynern@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6695-577X

<sup>2\*</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.: +38 (066) 471-40-00, e-mail: [beyner@icloud.com](mailto:beyner@icloud.com), ORCID ID: 0000-0002-3488-767X

<sup>3</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.: +38 (099) 088-22-83, e-mail: [starwarskmv4@gmail.com](mailto:starwarskmv4@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4880-5217

<sup>4</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.: +38 (068) 528-67-86, e-mail: [d.sergeevich108@gmail.com](mailto:d.sergeevich108@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1635-1214

**Анотація. Постановка проблеми.** В сучасному процесі проектування дедалі більше використовуються передові технології, що дозволяють створювати складні та інноваційні будівельні проекти. Нейромережі відіграють важливу роль у розвитку автоматизованих методів генерації зображень в архітектурній сфері, враховуючи різноманітні стилі, форми та текстури. Однак, незважаючи на швидкий розвиток цих технологій, існують серйозні проблеми, які гальмують їх повноцінне впровадження в архітектурну практику. Генерація красивих картинок-концепцій за допомогою нейромереж залишається далекою від реалізації. Ці зображення можуть бути інспіраційними, але не вирішують технічних аспектів, таких як розроблення 3D-моделей, підготовка креслень та виконання розрахунків, які необхідні для успішного втілення проекту в життя. Необхідно забезпечити баланс між естетикою та функціональністю, що є ключовим моментом для успішної реалізації будівельних проектів. **Мета статті** – розглянути проблематику, пов'язану з генерацією картинок-концепцій у сфері архітектури з використанням MidJourney та інших аналогічних платформ. Основний фокус – це аналіз того, чому генерація картинок-концепцій стала лише першим кроком в архітектурному проектуванні. Потрібні додаткові етапи, такі як розробка 3D-моделей, підготовка креслень і виконання розрахунків. Це дозволить перетворити ідеї, представлені на картинках, на конкретні тривимірні об'єкти, враховуючи технічні аспекти та інженерні системи.

**Ключові слова:** нейромережі; MidJourney; архітектурне проектування; 3D-моделювання; штучний інтелект

## NEURAL NETWORKS IN ARCHITECTURE: FROM IDEA TO IMPLEMENTATION

BEINER N.V.<sup>1</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
BEINER P.S.<sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
KULIK M.V.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
IVANENKO D.S.<sup>4</sup>, *Postgraduate Student*

<sup>1</sup> Department of Construction Production and Project Management, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., Zaporizhzhia, 69063, Ukraine, tel. +38 (050) 670-68-07, e-mail: [beynern@gmail.com](mailto:beynern@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6695-577X

<sup>2\*</sup> Department of Construction Production and Project Management, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., Zaporizhzhia, 69063, Ukraine, tel. +38 (066) 471-40-00, e-mail: [beyner@icloud.com](mailto:beyner@icloud.com), ORCID ID: 0000-0002-3488-767X

<sup>3</sup> Department of Construction Production and Project Management, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., Zaporizhzhia, 69063, Ukraine, tel. +38 (099) 088-22-83, e-mail: [starwarskmv4@gmail.com](mailto:starwarskmv4@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4880-5217

<sup>4</sup> Department of Construction Production and Project Management, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., Zaporizhzhia, 69063, Ukraine, tel. +38 (068) 528-67-86, e-mail: [d.sergeevich108@gmail.com](mailto:d.sergeevich108@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1635-1214

**Abstract. Problem Statement.** In the modern design process, advanced technologies are increasingly being utilized to create complex and innovative architectural projects. Neural networks play a crucial role in the development of automated image generation methods in the architectural field, considering various styles, forms, and textures. However, despite the rapid advancement of these technologies, there are significant issues hindering their full integration into architectural practice. Generating beautiful concept images using neural networks remains far from realization. These images may be inspirational but do not address technical aspects such as developing 3D models, preparing drawings, and performing calculations necessary for the successful implementation of projects. Striking a balance between aesthetics and functionality is a key factor for the successful realization of construction projects. **The aim of the article** is to examine the issues related to image concept generation in architecture using MidJourney and similar platforms. The primary focus is on analyzing why generating concept images is only the initial step in architectural design. Additional stages are required, such as developing 3D models, preparing drawings, and performing calculations. This will transform the ideas presented in images into tangible three-dimensional objects, considering technical aspects and engineering systems.

**Keywords:** neural networks; MidJourney; architectural design; 3D-modeling; artificial intelligence

**Постановка проблеми.** У сучасній архітектурній практиці з'явилися інноваційні технології, що дозволяють генерувати красиві картини-концепції за допомогою нейромереж. Платформи, такі як MidJourney, DALL-E, NightCafe надають можливість швидко створювати вражаючі візуалізації будівельних проектів, що допомагає архітекторам та клієнтам отримати уявлення про вигляд майбутніх споруд.

Проте, незважаючи на естетичну привабливість та інспіраційну цінність згенерованих зображень, виникає проблема з їх фактичною придатністю для використання в архітектурному проектуванні. Генерація концепцій за допомогою нейромереж залишається далекою від реалізації, оскільки ці зображення не вирішують технічних аспектів, критичних для успішного будівництва.

Генерація картинок-концепцій – це лише перший етап в архітектурному процесі. По завершенні цього етапу необхідно переходити до більш конкретних технічних завдань, таких як розроблення 3D-моделей, підготовка креслень та виконання розрахунків.

Відсутність технічної інформації постає суттєвим недоліком. Згенеровані картини не містять достатньої технічної інформації, необхідної для вирішення інженерних аспектів проекту, таких як конструкція, електрика, вентиляція та інші.

Такі картини-концепції можуть бути корисними для загального уявлення про

проект, але для прийняття рішень та роботи над деталями потрібні більш обґрунтовані технічні дані та аналіз. Отже, важливо зберігати баланс між естетичністю та технічною реалізованістю проекту.

**Мета роботи** – визначити необхідні додаткові етапи у процесі архітектурного проектування за допомогою нейромереж, такі як розробка 3D-моделей, підготовка креслень та виконання розрахунків, які відіграють ключову роль у конкретизації та успішній реалізації будівельних проектів.

**Основна частина.** Сучасна архітектура постійно розвивається, прагнучи поєднати естетику, функціональність та інноваційний підхід. Розглянемо роль нейромереж в архітектурі, зокрема, використання методів генерації концепцій, які надають можливість отримувати унікальні концептуальні форми та ідеї, які можна реалізувати на практиці. Для аналізу та дослідження цих аспектів використовували MidJourney, потужний інструмент, який надає можливості для швидкої та ефективного генерації вражаючих візуалізацій (рис. 1).

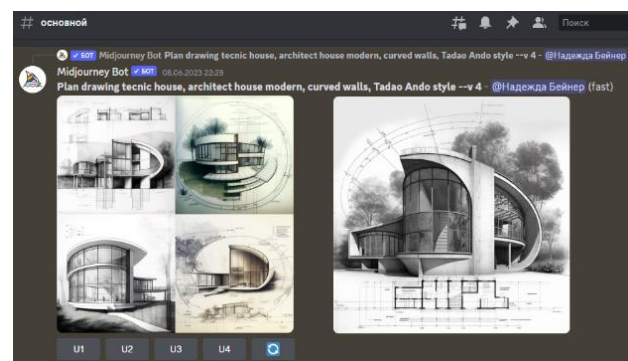


Рис. 1. Процес генерації архітектурних концепцій за допомогою нейромереж

У рамках дослідження виконувався пошук органічних форм. Проводилось уточнення геометрії окремих архітектурних елементів.

Використання нейромереж для генерації концепцій дозволяє створювати будинки та споруди, які важко було б уявити наочно [1]. Вони можуть бути надзвичайно складними та органічними, або, навпаки, мінімалістичними та функціональними [2]. Прикладом може бути створення футуристичних конструкцій або архітектурних елементів, які ідеально вписуються в природні ландшафти (рис. 2).

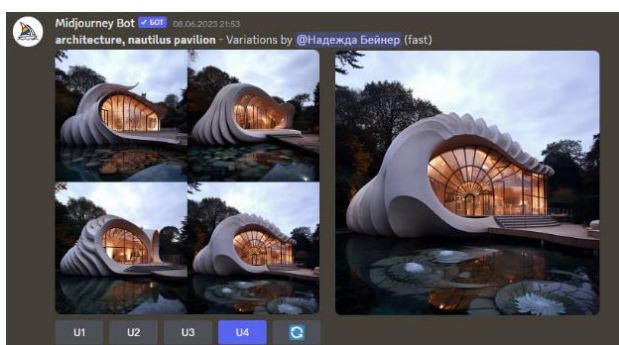


Рис. 2. Інноваційні концепції проектування за допомогою MidJourney

Найважливіша перевага використання нейромереж у проектуванні – можливість реалізувати згенеровані ідеї в реальному житті. Це відкриває перспективи для створення архітектурних шедеврів, які вражають своєю оригінальністю та естетикою.

Цей процес ґрунтується на використанні складних моделей штучного інтелекту [3]. Багато зображень опрацьовується в контексті використання глибокого навчання для архітектурного моделювання. Ці зображення можуть включати фотографії різних споруд, будівель, пейзажів і дизайнерських концепцій. Крім того, до опрацьованого набору даних можуть входити різноманітні типи архітектурних елементів, такі як фасади будівель, внутрішні приміщення, плани поверхів, розміщення меблів та інше. Це дозволяє нейромережі створювати більш точні та реалістичні візуалізації будівельних проектів на основі вхідних даних [4].

Використання нейромережі MidJourney дозволяє забезпечити індивідуалізацію архітектурних проектів. Жоден об'єкт не буде порушувати авторські права (рис. 3).



Рис. 3. Результат пошуку органічних форм у нейромережі

Ця нейромережа базується на великому обсязі даних та алгоритмів глибокого навчання, що дозволяє їй створювати унікальні концепції, враховуючи специфіку місця та функціональні потреби об'єкта [2].

MidJourney аналізує та опрацьовує набори архітектурних параметрів, такі як розміри, форма, матеріали та функціональність, і генерує різноманітні концепції, які відповідають унікальним вимогам кожного проекту [4].

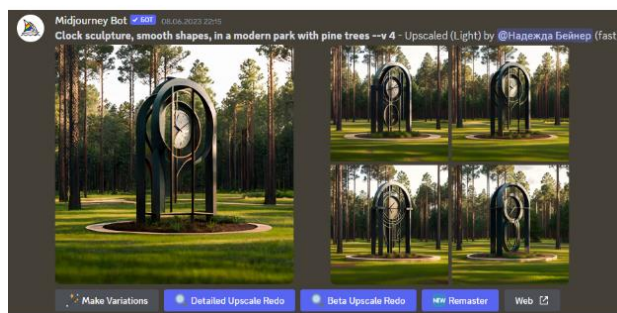


Рис. 4. Приклад використання нейромережі MidJourney

Врачування особливостей місцевості надає можливість відображати ідентичність та культурний дух кожного конкретного місця. MidJourney може адаптувати архітектурні концепції до природних пейзажів, місцевих кліматичних умов, культурних особливостей та історичного контексту. Наприклад, для генерації

скульптури годинника для ландшафтно-рекреаційної зони було вказано параметр оточення «сосновий ліс» (рис. 4).

Кожен результат має незначні відмінності. Картинку, що згенерована, можна уточнювати та корегувати для отримання більш оптимального результату.

Нейромережа враховувала це в своїх алгоритмах та створила скульптуру, яка гармонійно доповнює простір (рис. 5).



Рис. 5. Приклад урахування особливостей місцевості при генерації скульптури годинника

Використання нейромереж в архітектурному проектуванні дозволяє досягти більшої творчості, ефективності та неповторності [5]. Застосування MidJourney дає такі переваги:

1. Можна створювати концепції та форми, які можуть бути абсолютно унікальними. Вони допомагають розробникам розглядати нові архітектурні ідеї та підходи, що раніше були недоступні.

2. Використання нейромереж для генерації концепцій може зменшити час, потрібний для розроблення проекту, оскільки алгоритми можуть працювати над кількома варіантами одночасно. Це сприяє підвищенню продуктивності [6].

3. Є можливість адаптувати архітектурні рішення до конкретного середовища або контексту, такого як локація будівництва, кліматичні умови, енергоефективність тощо.

4. Нейромережі можуть бути налаштовані на генерацію архітектурних форм з високою екологічною сумісністю,

допомагаючи зменшити негативний вплив будівництва на навколишнє середовище.

5. Архітектурні концепції, створені за допомогою нейромереж, можуть бути легко модифіковані й адаптовані в процесі розроблення проекту [7].

6. Використання нейромереж може поліпшити робочий процес архітекторів та дозволити їм концентруватися на творчості та інноваціях [5].

Таким чином, створення архітектурних форм за допомогою нейромереж, які не обмежені традиційними підходами, відкриває можливість для архітекторів експериментувати із структурою, функціональністю та естетикою. Такий підхід сприяє появі неповторних та інноваційних архітектурних рішень, які привертають увагу та стають символами креативності. Головною перевагою стала здатність генерації унікальних та естетичних архітектурних концепцій, які важко було б моделювати іншими засобами.

За допомогою нейромережі MidJourney сформовано такі архітектурно-композиційні рішення:

1. Літній кінотеатр – архітектурний об'єкт, розрахований на проведення кінопоказів просто неба. Його концепція має органічні форми.

2. Фонтан «Хвиля часу» – унікальний фонтан, який має символічне значення та створює враження руху часу.

3. Виставковий павільйон – архітектурна споруда, призначена для проведення виставок і подій. Його форма та структура представлена у вигляді сучасної інноваційної споруди з використанням скляних панелей та металевих конструкцій, що створює враження легкості та прозорості.

Розглянемо процес створення літнього кінотеатру. На початковому етапі застосовувалася нейромережа MidJourney, яка запропонувала чотири різні варіанти для пошуку оптимальної форми структури. Кожен із цих варіантів враховував естетичні та функціональні аспекти кінотеатру, які були отримані за рахунок запиту по чіткому алгоритму. Були задані критерії, які

включають органічну архітектуру та оточення (рис. 6).

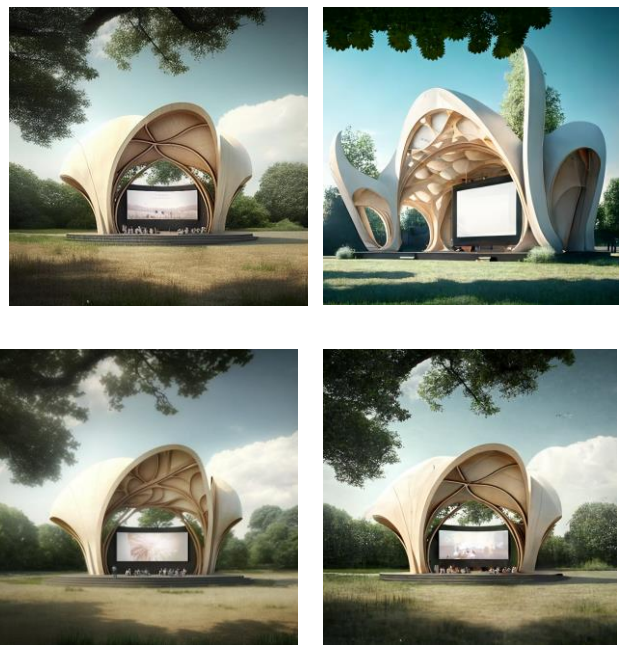


Рис. 6. Генерація концепцій літнього кінотеатру

Забезпечуючи комфорт та естетичність у просторі відкритого неба, концепція літнього кінотеатру враховувала такі важливі аспекти як зонування простору для оптимального розміщення глядачів та забезпечення зручності перебування. Крім того, споруда була адаптована до погодних умов, забезпечуючи захист від сонця, вітру та дощу, щоб глядачі могли насолоджуватися кінопоказами в будь-яку погоду.

Згенеровані зображення та концепції були оцінені і найбільш оптимальні рішення обрані для подальшого розвитку. Після цього була створена точна 3D-модель кінотеатру, яка являла собою комбінацію фрагментів з отриманих зображень. Для цього використано високодеталізовану сітку моделі, що дозволила точно відтворити органічні форми споруд; а також спеціалізоване програмне забезпечення для скульптингу ZBrush.

На цьому етапі моделювання були внесені корективи, щоб забезпечити відповідність кожного елемента його оригінальному вигляду та пропорціям. Комп'ютерний скульптинг складної форми вимагає креативного бачення. Після

комбінації різних фрагментів виникла принципово нова споруда, яка відображала не лише реалістичність, а й властиві стилістичні та функціональні риси літнього кінотеатру (рис. 7).

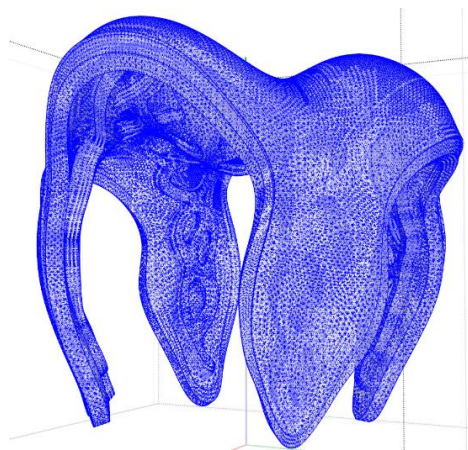


Рис. 7. 3D-створення високодеталізованої сітки моделі

ZBrush – це програмне забезпечення, що дозволяє архітекторам і дизайнерам створювати високополігональні мережі, які докладно відтворюють складні органічні форми, характерні для ландшафтно-архітектури. Завдяки використанню ZBrush можна ретельно відобразити всі деталі, включаючи текстури та рельєфи.

Після створення високодеталізованої 3D-моделі кінотеатру вона імпортується в інші програми для подальшої обробки. У рамках цієї роботи використано SketchUp. У SketchUp моделі оптимізуються за допомогою плагіна Skimp, щоб зменшити кількість полігонів і поліпшити продуктивність роботи з ними. Ця оптимізація дозволяє зберегти деталізацію моделей, але робить їх більш легкими для обробки (рис. 8).

Після оптимізації у SketchUp на моделі накладаються текстури та матеріали. Цей етап важливий для створення фотореалістичних візуалізацій, оскільки текстури додають моделям колір, структуру та реалістичний вигляд.

На основі 3D-моделі літнього кінотеатру створено точні технічні креслення з відповідними розмірами та деталями. Цей етап важливий для переходу від концепції та

візуалізації до робочої документації, необхідної для реалізації проекту.

Завдяки точним технічним кресленням визначено всі важливі параметри та розміри споруди. Це включає в себе розташування елементів, конструкційні деталі та матеріали, які будуть використані (рис. 8).

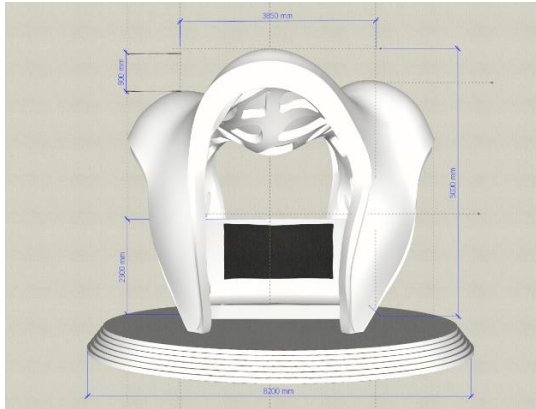


Рис. 8. Креслення та 3D-модель кінотеатру

У результаті цього процесу вдалося отримати докладну та реалістичну 3D-модель літнього кінотеатру, яка стала основою для подальших проектних рішень і візуалізацій проекту (рис. 9).

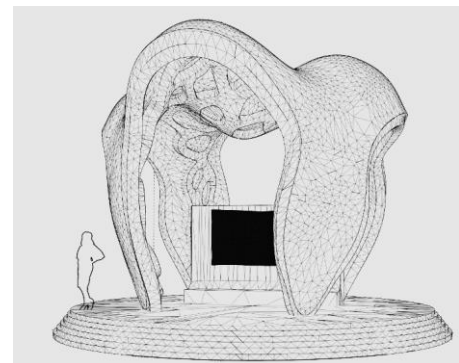
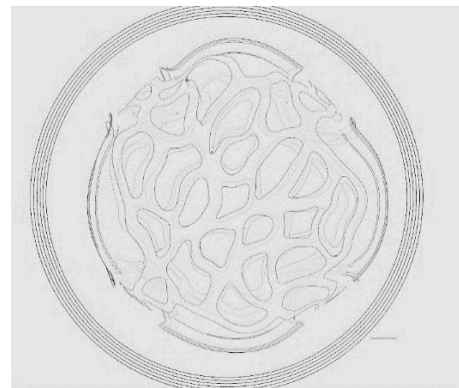
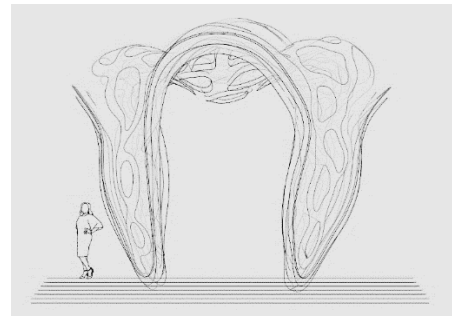


Рис. 9. Готове архітектурне рішення

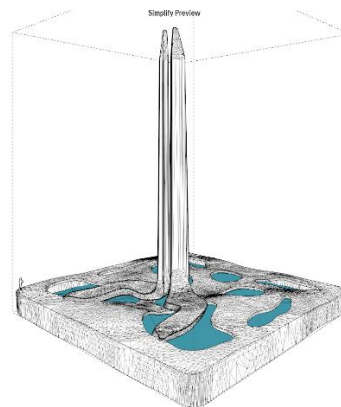
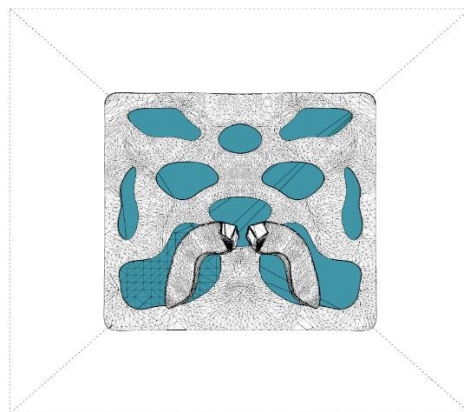
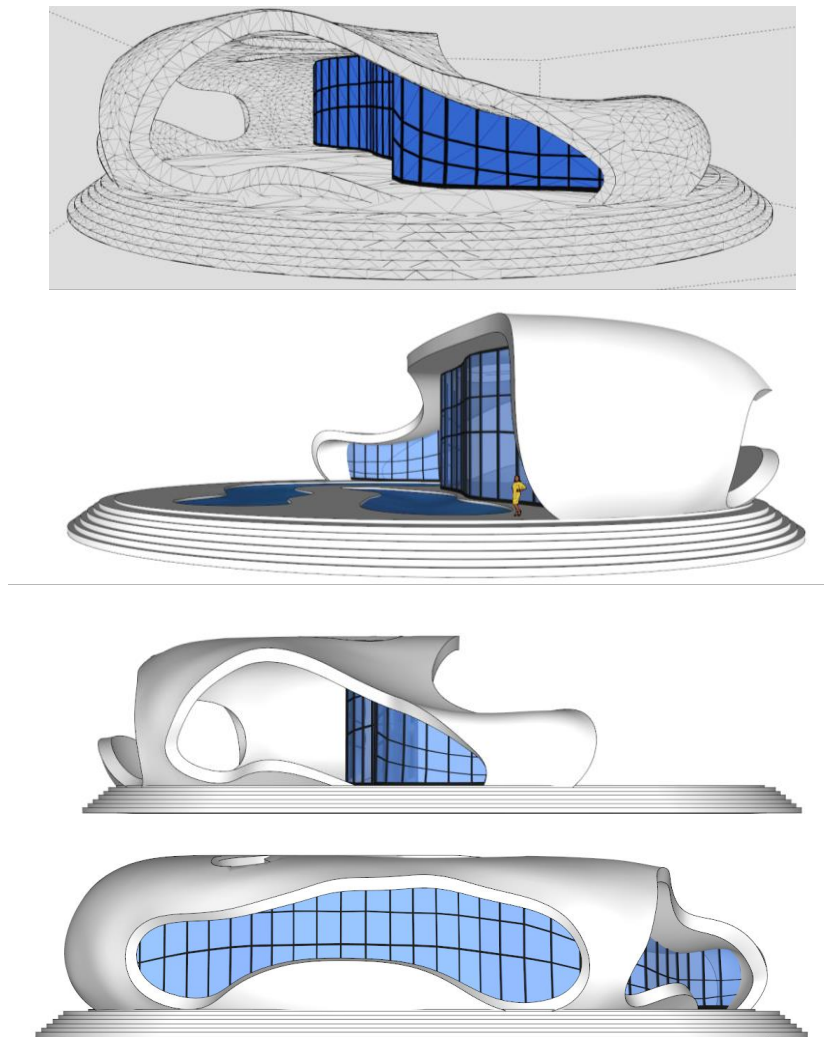


Рис. 10. Фонтан «Хвиля часу»



*Рис. 11. Проект виставкового павільйону*

Таким чином, на стадії створення літнього кінотеатру, фонтану «Хвиля часу» та павільйону застосовано методику, що базується на використанні нейромереж для генерації концептуальних ідей. Такий підхід дозволив ефективно експериментувати з різноманітними формами, текстурами та композиціями, щоб швидко отримувати візуальні результати.

Проект фонтану «Хвиля часу» наведено на рисунку 10, виставковий павільйон – на рисунку 11.

### **Висновки**

Розглянуто проблематику використання генерації картинок-концепцій у сфері архітектури за допомогою платформи MidJourney та інших аналогічних інструментів, які використовують нейромережі для створення візуалізацій будівельних проектів.

Важливо розуміти, що для успішної роботи з генерацією картинок-концепцій в архітектурі необхідно мати глибокі знання в сфері архітектури та будівництва. Розуміння архітектурних принципів, конструкційних особливостей та технічних вимог – ключове для ефективного використання згенерованих візуалізацій у проектуванні.

Крім того, необхідно мати навички роботи з прикладними програмами для моделювання та візуалізації в тривимірному просторі, такими як ZBrush, SketchUp, Revit або Archicad, а також знання програм для роботи з графікою та обробки зображень, наприклад, Adobe Photoshop або Adobe Illustrator.

Бути фахівцем у сфері архітектури передбачає вміння поєднувати технічні знання з художнім баченням та творчістю. Тільки поєднуючи ці аспекти можна

створити візуалізації, які не лише естетично привабливі, а й відповідають вимогам та потребам конкретного архітектурного проекту.

Отже, для успішного використання генерації картинок-концепцій в архітектурі, необхідно мати комплексне розуміння архітектурного процесу, технічні навички роботи з програмним забезпеченням для моделювання та візуалізації, а також творчий підхід до виконання завдань проектування.

Цей підхід дозволяє архітекторам експериментувати з різноманітними стилями, структурами та об'ємами, швидко

та ефективно перетворюючи ідеї на конкретні образи. Візуалізації можуть слугувати джерелом натхнення для вирішення конкретних архітектурних проблем або стати основою для створення повноцінних проектів.

Таким чином, генерація картинок-концепцій відкриває безліч можливостей для творчого процесу та дозволяє архітекторам створювати інноваційні та унікальні проекти. Кожна картинка може бути вихідною точкою для нового проекту, а її елементи – будівельними блоками для формування найбільш вдалого та ефективного рішення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Як епоха нейромереж змінює архітектуру. URL: <https://pragmatika.media/tsyfrochento-iak-epokha-neiromerezh-zminiuiie-arkhitekturu/> (дата звернення: 16.02.2024).
2. Як MidJourney перетворився на нескінченне джерело архітектурного натхнення. URL: <https://mpost.io/uk/how-midjourney-turned-into-an-endless-source-of-architectural-inspiration/> (дата звернення: 15.02.2024).
3. Живцова Л. І. Штучний інтелект: сутність та перспективи розвитку. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. № 3. С. 66–71.
4. Про всі можливості MidJourney. URL: <https://freelancehunt.com/blog/pro-vsi-mozhливosti-midjourney/> (дата звернення: 25.02.2024).
5. Божко Т., Ареф'єв В. Нейронні мережі як інструмент графічного дизайну. *Вісник КНУКіМ. Серія: Мистецтвознавство*. 2023. № 48. С. 125–135.
6. Mustafa B. The Impact of Artificial Intelligence on the Graphic Design Industry. *Res Militaris*. 2023. № 3. Рр. 243–255. URL: <https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/3333> (дата звернення: 27.02.2024).
7. Цаценко Е. Як AI змінює архітектуру. URL: <https://skvot.io/uk/blog/yak-ai-zminyuye-arhitekturu> (дата звернення: 10.02.2024).

## REFERENCES

1. *Yak epokha neyromerezh zminyuye arhitekturu* [How the age of neural networks changes architecture]. URL: <https://pragmatika.media/tsyfrochento-iak-epokha-neiromerezh-zminiuiie-arkhitekturu/> (date of application: 26.02.2024) (in Ukrainian).
2. *Yak MidJourney peretvoryvsya na neskinchenne dzherelo arkhitekturnoho natkhennya* [How MidJourney turned into an endless source of architectural inspiration]. URL: <https://mpost.io/uk/how-midjourney-turned-into-an-endless-source-of-architectural-inspiration/> (date of application: 15.02.2024) (in Ukrainian).
3. Zhyvtsova L. I. *Shtuchnyy intelekt: sutnist' ta perspektyvy rozvytku* [Artificial intelligence: essence and development prospects]. *Ukrayins'kyy zhurnal budivnytstva ta arhitektury* [Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture]. 2023, no. 3, pp. 66–71. (in Ukrainian).
4. *Pro vsi mozhlyvosti MidJourney* [About all MidJourney features]. URL: <https://freelancehunt.com/blog/pro-vsi-mozhливosti-midjourney/> (date of application: 25.02.2024) (in Ukrainian).
5. Bozhko T. and Aref'yev V. *Neyronni merezhi yak instrument hrafichnoho dyzaynu* [Neural networks as a graphic design tool]. *Visnyk KNUKіM. Seriya: Mystetstvoznavstvo* [Bulletin of KNUKіM. Series: Art History]. 2023, no. 48, pp. 125–135. (in Ukrainian).
6. Mustafa B. The Impact of Artificial Intelligence on the Graphic Design Industry. *Res Militaris*. 2023, no. 3, pp. 243–255. URL: <https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/3333> (date of application: 27.02.2024).
7. Tsatsenko E. *Yak AI zminyuye arhitekturu* [How AI is changing architecture]. URL: <https://pragmatika.media/tsyfrochento-iak-epokha-neiromerezh-zminiuiie-arkhitekturu/> (date of application: 10.02.2024) (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 20.02.2024.