

Доненко В.І.

д.т.н., професор кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Кулік М.В.

к.т.н., доцент кафедри будівельного виробництва та управління проектами,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Бобраков А.А.

к.т.н., доцент кафедри будівельного виробництва та управління проектами,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Іваненко Д.С.

аспірант кафедри будівельного виробництва та управління проектами,
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ В ЦИВІЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

***Анотація.** Дослідження спрямоване на використання нейронних мереж для створення нових архітектурних прийомів у цивільному будівництві. Ми прагнемо стимулювати їх розвиток, ґрунтуючись на нейронних мережах та штучному інтелекті, з метою поліпшення якості та ефективності будівельних проектів. Використання нейронних мереж дозволяє фахівцям-проектувальникам створювати інноваційні архітектурні концепції, оптимізувати використання людських ресурсів та впроваджувати архітектурні прийоми, зробивши будівництво стійким, підійшовши до нього з точки зору креативності.*

Можливості використання нейронних мереж у сучасному будівництві та архітектурному дизайні надають потужний інструмент для покращення продуктивності. Однією з перспектив є можливість створення нових архітектурних стилів та дизайну будівель, використовуючи нейронні мережі. Сьогодні ми вже спостерігаємо використання нейромереж для аналізу та розпізнавання різних архітектурних елементів на основі зображень. Це дозволяє створювати нові дизайнерські концепції та архітектурні рішення, враховуючи кращі риси різних стилів. Інженери, архітектори та дизайнери можуть користуватися цими аналітичними інструментами для покращення своїх проектів, забезпечуючи правильні пропорції будівельних елементів, використання орнаментів та оптимальне розташування просторів.

Використання нейронних мереж в процесі оптимізації проектування значно підвищує продуктивність та точність цього процесу. Завдяки цьому можна зменшити витрати на виконання завдань та уникнути необхідності залучення додаткових дизайнерських послуг.

Завдяки подальшому навчанню нейронних мереж на наборі даних архітектурних зображень з'являється можливість генерувати нові проекти, котрі включають в себе формальні характеристики стилів. Прикладом є перенесення декоративних деталей готичної будівлі на модерністський дизайн, тобто створення гібридного стилю, котрий поєднує характеристики обох. Автори зазначають, що успішне застосування нейронних мереж залежить від правильно введеної інформаційної складової (prompts), високоякісних даних, розробки підходів до алгоритмів введення цієї інформації для виводу потрібних моделей зображень та результатів загалом.

Ключові слова: цивільна інженерія, нейронні мережі в будівництві, архітектурні особливості, нейромережеве формування.

Постановка проблеми. У сфері будівництва існує нагальна потреба дослідити та оцінити потенційні можливості застосування нейронних мереж для розповсюдження їх застосування у майбутньому [1]. Нинішнім методам часто бракує витонченості та адаптивності, необхідних для задоволення мінливих вимог сучасних міських ландшафтів та сталої інфраструктури, що знижує ефект від реалізації проєктів та часто не звертає увагу на естетичну складову.

Традиційні практики цивільного будівництва покладаються на ручні процеси проєктування і не можуть повною мірою використовувати нейронні мережі на практиці. Тому існує нагальна потреба в усуненні цих обмежень та застосуванні нейронних мереж для покращення архітектурних особливостей будівель.

Аналіз останніх досліджень. Концепція «грамотності в галузі штучного інтелекту» [2], яка визначає розуміння основних методів і принципів ШІ, має особливу актуальність у будівельній галузі. З огляду на зростаючу роль штучного інтелекту в оптимізації процесу проєктування, управлінні проєктами та обслуговуванні інфраструктури, фахівці в галузі будівництва повинні оволодіти цією методологією, щоб використовувати потенціал штучного інтелекту для реалізації інноваційних, ефективних і економічно вигідних будівельних проєктів.

Перевага дифузійної моделі полягає в її здатності асимілювати попередні знання, отримані з величезних наборів даних, що містять парні зображення і текстові описи [3]. Використовуючи великий обсяг інформації, закодованої в зображеннях і текстових даних, дифузійна модель не тільки покращує розуміння архітектурних елементів, але й прокладає шлях до інновацій у проєктуванні стійких, адаптивних і естетично привабливих структур. Ця синергія між інсайтами на основі даних і творчим архітектурним баченням обіцяє переосмислити ландшафт сучасного будівельного дизайну, відкриваючи еру передових, екологічно свідомих і візуально вражаючих архітектурних елементів.

Наукова робота [4] відрізняється від поширених практик автоматизації проєктування, які часто зосереджуються на окремих аспектах проєктування, оскільки вперше пропонує комплексний наскрізний підхід до генерації дизайну. Завдяки впровадженню моделі дифузії тексту в зображення, вона руйнує тра-

диційний устрій в процесі проєктування, підвищуючи його ефективність та заповнюючи порожнечу креативності, яка перешкоджала традиційним методам.

У проведеному дослідженні [5] вітчизняні науковці прийшли до висновку, що штучні нейронні мережі успішно використовуються для вирішення складних завдань у будівництві та управлінні ним. Ці мережі дозволяють прогнозувати, оцінювати, приймати рішення, оптимізувати процеси та систематизувати інформацію в нелінійних умовах. Отримані результати можуть служити основою для подальшого використання нейромереж у будівництві і сприяти покращенню управління та вирішенню складних завдань галузі.

Формулювання цілей статті. Запропонувати новаторський підхід до розробки зовнішнього вигляду будівельних проєктів, базуючись на текстових описах, який спрямований на дослідження можливостей використання нейронних мереж для генерації дизайну цивільних будівель. Метою даної роботи є підвищення ефективності проєктування завдяки інтеграції технологій нейронних мереж у будівельні організації.

Виклад основного матеріалу. Використання штучного інтелекту в будівництві революціонує цю галузь. Партнерство між інженерами та фахівцями з інформатики відкриває безліч можливостей для покращення продуктивності та зниження витрат на будівельні проєкти. Штучний інтелект допомагає виявляти ефективніші шляхи використання ресурсів, спростовує складні завдання та допомагає раціонально розподілити робочу силу. У результаті цього співробітництва галузь стає більш продуктивною та конкурентоспроможною. Застосування штучного інтелекту в будівництві змінює парадигму галузі та сприяє її ефективному розвитку [6].

Для реалізації поставленої мети наукової роботи необхідно проаналізувати нові підходи до контекстної складової на основі нейронних мереж. Пропонується виконати дослідження шляхом створення фотокарточок у архітектурних напрямках на базі найбільш придатного для цього інструментарію MidJourney. Результати трансформаційного вираження архітектурних рис: функціонального та хайтек стилів двох рухів авангарду, модернізму, а також аналізу творчих процесів.

Почати треба з визначення відмінних рис зазначених архітектурних стилів.

Так, для напрямку авангарду відмінністю є максимально технологічне та ергономічне штучне місце існування людини, в свою чергу, для функціонального стилю проголошено функцію єдиним безперечним джерелом формоутворення. Спостерігається відмова від декору через його утилітарну недоцільність, заперечення звичних з часів Ренесансу композиційних принципів.

Велике значення для функціоналізму є дані сучасної науки, що дозволяють конструювати максимально технологічне та ергономічне штучне місце існування людини. Архітектура прирівнюється до промислового дизайну.

Для інформаційної складової за даним стилем у MidJourney будуть використовуватись наступні текстові, смислові тригери:

- прості геометричні форми (simple geometric shapes);
- паралелепіпед (parallelepiped);
- циліндр (cylinder);
- напівциліндр (half cylinder);
- гладка поверхня фасаду без будь-якого декору, зі стрічковим або суцільним склінням (smooth surface of the facade without any decor, with strip or continuous glazing);
- плоска експлуатована покрівля (flat operated roof);
- будівля піднята над землею на спеціальних конструкціях (the building is raised above the ground on special structures);
- пандуси замість сходів (ramps instead of stairs);
- скупість обробки (stinginess of processing).

Такий підхід спрямований на вдосконалення та усунення недоліків наявних аналітичних інструментів для розміщення складних систем з точки зору залучених команд, складних вимог, інтегрованих технологічних інтерфейсів та великого обсягу інформації, яку необхідно координувати і ефективно інтегрувати між відповідальними сторонами [7].

Нейромережі здатні аналізувати та інтегрувати велику кількість архітектурних даних, допомагаючи розробникам створювати складні стилі. Вони можуть враховувати вимоги замовників та забезпечувати оптимальну координацію між стейкхолдерами, що дозволяє створювати архітектурні рішення, які відповідають сучасним вимогам та інтегрованим технологічним інтерфейсам.

З метою оптимізацію вихідних зображень та досягнення найкращих результатів гене-

рації необхідна невелика кількість доопрацювання тексту та прискіплива увага до деталей. Цей раціональний підхід значно зменшує обсяг навчальних даних і тривалість процесу навчання.

Після налаштування та генерації з'являється можливість для архітекторів без особливих зусиль генерувати комплексні набори архітектурних проєктних пропозицій у великій кількості.

Фахівці можуть просіювати ці різноманітні варіанти дизайну, тим самим підвищуючи не лише ефективність процесу проектування, але й сприяючи створенню середовища появи нових ідей та інновацій. Розширення творчого потенціалу особливо цінне в контексті будівельних проєктів, де свіжі, самобутні дизайнерські концепції можуть призвести до створення новаторських і знакових будівель, які здивують цілий світ.

Розглядаючи зазначені у тематиці наукової роботи архітектурні стилі, можна відзначити, що для напрямку модернізму відмінністю є прямолінійні форми, чисті поверхні, позбавлені декору, вільний внутрішній простір, навісні фасади, котрі приховують несучі конструкції та звільняють простір на рівні землі.

Хай-тек виражає перевагу високотехнологічного виробництва над природою. Це архітектура великих бізнес-корпорацій, які стверджують себе за допомогою нової монументальності, повністю позбавленої ретроспективних асоціацій і спрямованої швидше на образи наукової фантастики.

За допомогою концепції щодо штучного інтелекту [8], ми можемо сприяти поширенню думки серед студентського товариства та навчати здобувачів освіти розуміти принципи та використовувати технології, доступні на сьогоднішній день, для створення інноваційних архітектурних рішень.

Для інформаційної складової за даним стилем у MidJourney будуть використовуватись наступні текстові, смислові тригери:

- голий конструктивний каркас будівлі (the bare structural frame of the building);
- геометрична ясність великої форми (geometric clarity of a large form);
- чисті поверхні без деталізації (clean surfaces without details);
- пластичний мінімалізм (plastic minimalism);
- щедре використання скла та металу (generous use of glass and metal);

– інноваційне інженерне оснащення, яке не ховається від глядача, а також стає елементом дизайну (innovative engineering equipment, which does not hide from the viewer, and also becomes an element of design).

Для вхідного контрольного запиту (рис. 1) у MidJourney було задано два запити з їх подвійним генеруванням, які стосувалися безпосередньо архітектурних стилів функціоналізму та хай-теку на базі головного текстового запиту «адміністративна будівля» та єдиного геометрично-утворюючого текстового запиту «п'ятиповерхова», фінальний запит набув наступних форм:

1. /imagine prompt: five-story administrative building in the style of functionalism

2. /imagine prompt: five-story high-tech administrative building

Розширена грамотність у цій сфері дозволяє фахівцям не лише використовувати технології нейронних мереж, але і критично оцінювати їхні можливості та обмеження.

Ці інновації можуть стати регулярними елементами процесу проектування у майбутньому, допомагаючи архітекторам та будівельникам використовувати потенціал інновацій.

Важливо відзначити, що розуміння ролі нейронних мереж у будівництві підкреслюється дослідженням [9]. З цього можна зробити висновок, що так само, як нейронні мережі, можна використовувати для вивчення взаємозв'язку між міцністю бетону на стиск і змінними в суміші в інженерній справі, їх також можна застосувати для створення зовнішнього вигляду будівель. Змінюється принцип роботи, проте ця можливість залишається для досягнення поставленої мети. Це підтверджує важливість використання нейронних мереж та їх варіативність у різних аспектах будівництва (як конструктивної, так і дизайнерської частин).

Використання точної дифузії в нашому дослідженні відкриває можливості для популяризації методів генеративного дизайну, що призвело до значного підвищення ефективності та креативності дизайну інтер'єру. Ця інноваційна модель здатна модернізувати створення зовнішнього вигляду та додає нові архітектури особливості, гарантуючи, що згенерований контент точно відповідає специфікаціям і цілям проекту (при попередньому написанні необхідних умов).



Рис. 1. Візуалізація п'ятиповерхової адміністративної будівлі MidJourney: у стилі функціоналізму (1) та у хай-тек стилі (2)

Новаторський підхід до генерації нових моделей слугує каталізатором для підвищення рівня креативності в галузі дизайну інтер'єру. Він дає можливість створювати безліч різноманітних зовнішніх просторів, кожен з яких ретельно пристосований до унікальних вимог проекту.

Наше дослідження продемонструвало зміну парадигми в дизайні зовнішнього вигляду будівель, де поєднання тонко налаштованих моделей дифузії викликає творчий ренесанс і підвищує ефективність зусиль архітектора.

Перед вводом запиту, були виставлені наступні налаштування: Mj version 5.1; High quality (2x cost); Style very high.

Далі, для аналізу та дослідження формального вираження двох архітектурних стилів, що розглядаються та представлені у статті (рис. 2), були задані наступні текстові команди з їх потрійним генеруванням кожного:

1. /imagine prompt: five-story administrative building, simple geometric shapes, parallelepiped, cylinder, semi-cylinder, smooth surface of the facade without any decoration, with strip or continuous glazing, flat operated roof, the building is raised above the ground on special structures, ramps instead of stairs, sparse finishing

2. /imagine prompt: five-story administrative building, bare structural frame of the building, geometric clarity of large form, clean surfaces without detail, plastic minimalism, generous use of glass and metal, innovative engineering equipment that does not hide from the viewer, and also becomes an element of design

Для аналізу отриманих результатів візуалізації кожний із заданих геометрично-просторових, оздоблювальних та формальних елементів, що дотичний до відповідного архітектурного стилю та брав участь, як вхідний інформаційний елемент, у вигляді тексту було виписано у таблицю 1 та таблицю 2 для перевірки відповідності творчих результатів цим текстовим смисловим тригерам.

Згідно з отриманими результатами зі створення зображень, було з'ясовано, що майже всі перелічені текстові запити навіть з їх повторним генеруванням не мали декотрих архітектурних елементів, що були задані у стильовому контексті до них. Так, для архітектурного стилю функціоналізму не було згенеровано архітектурних елементів (конструкцій), які могли нагадувати за своєю формою циліндр або напівциліндр.

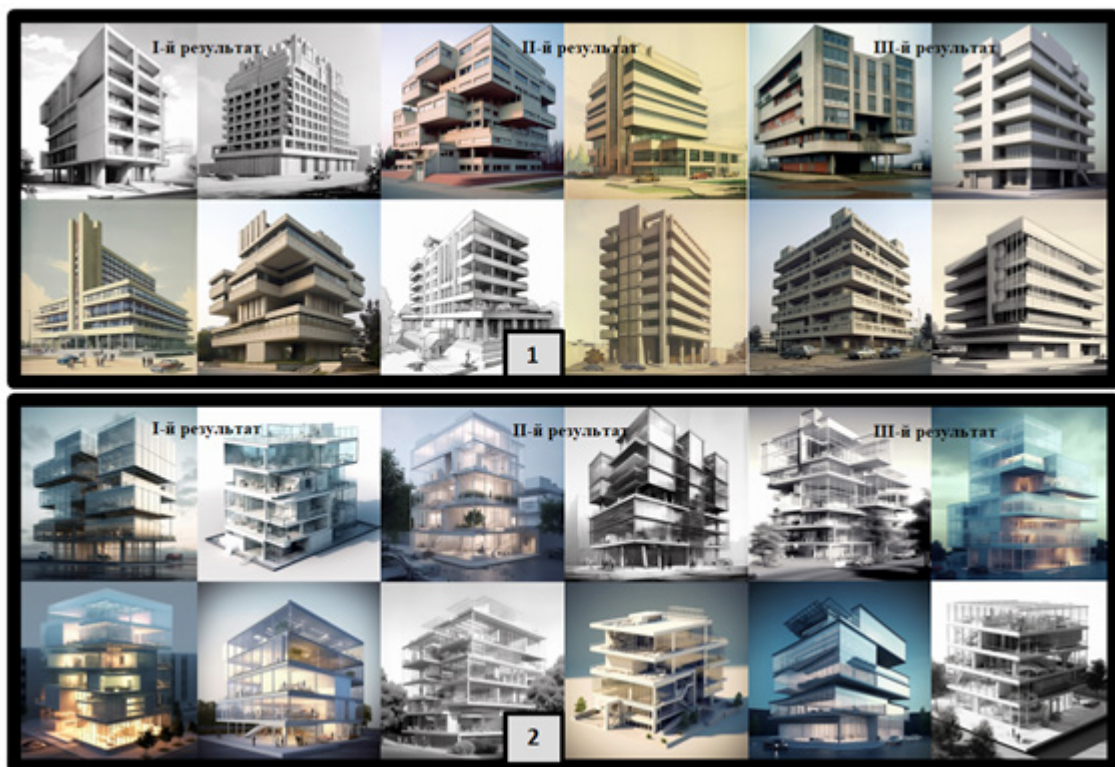


Рис. 2. Візуалізація п'ятиповерхової адміністративної будівлі MidJourney за більш детальними характерними та притаманними рисами функціоналізму (1) або у хай-тек стилі (2)

Таблиця 1. Результати формального вираження ШІ (функціоналізм)

Архітектурний стиль	Текстові, смислові тригери	Вихідні результати MidJourney		
		I-й результат	II-й результат	III-й результат
Функціоналізм	прості геометричні форми	+	+	+
	паралелепіед	+	+	+
	циліндр	-	-	-
	напівциліндр	-	-	-
	гладка поверхня фасаду без будь-якого декору, зі стрічковим склінням	+	+	+
	плоска експлуатована покрівля	+	+	+
	будівля піднята над землею на спеціальних конструкціях	+	+	+
	пандуси замість сходів	-	-	-
	скупість обробки	+	+	+

Таблиця 2. Результати формального вираження ШІ (хай-тек)

Хай-тек	голий конструктивний каркас будівлі	+	+	+
	геометрична ясність великої форми	+	+	+
	чисті поверхні без деталізації	+	+	+
	пластичний мінімалізм	+	+	+
	щедре використання скла та металу	+	+	+
	інноваційне інженерне оснащення, не ховається від глядача, а також стає елементом дизайну	-	-	-

Також не прослідковується зміна елементів: пандус замість сходів. Треба зазначити, що конкретних потрібних результатів можна досягнути, змінивши пріоритети до вхідних текстових смислових тригерів, переставляючи їх місцями та задавши пріоритет потрібному слову (поняттю) за допомогою символів «::2».

Тут символ «::» є роздільником, «2» означає, що це слово (поняття) буде у два рази важливішим. Наприклад, зміна підказки на «cylinder::2» робить слово «циліндр» у два рази пріоритетним для генерації на зображенні.

За своєю природою технології мають свої межі. Для детального отримання результатів

потрібно роботи кілька десятків генерацій з певними уточненнями текстових понятійних тригерів.

Висновки. Зараз, завдяки нейромережеві генерації тексту, можливо створювати архітекторам концепції дизайн-проектів цивільних будівель. Однак у майбутньому, з урахуванням цих можливостей, важливою проблемою може стати генерація будівельних конструкцій.

Використання штучного інтелекту на сьогодні для багатьох фахівців є інструментом який може надихати та безпосередньо оптимізувати роботу, формуючи повне уявлення через текстові описи про архітектурний образ споруди за декілька хвилин. У нейро-

мережевого живопису є різні обмеження, які потрібно аналізувати для їх можливого подолання у майбутньому.

Проведене дослідження сприяє загальному розумінню алгоритму створення архітектурних стилів за допомогою нейронних мереж та їх взаємозв'язку з творчою реакцією, особливо у контексті будівництва. За результатами можна зазначити, що застосування нейронних мереж в будівельній галузі відіграє важливу роль у збереженні майбутньої архітектурної творчості. Складність цього взаємозв'язку між штучним інтелектом і творчим потенціалом людини залишається предметом подальших досліджень.

Для отримання точних результатів та практичного застосування потрібні додаткові детальні дослідницькі експерименти. Таким чином, порівняння опублікованих досліджень у цій області з простими експериментами є потенційним завданням.

Збільшена та докладна документація AI-Art і творчого процесу людини, включаючи розуміння архітектури, використання кольору, а також фізіологічний профіль і настроїв фахівців, враховуючи стать, вік і психологічний стан, сприятиме більш точному порівнянню різних процесів. Це, в свою чергу, може сприяти загальному розумінню творчих процесів у сфері архітектурного проектування.

Метою дослідження було визначити, чи обмежують або сприяють AI-Art стратегії у творчості, пов'язані з архітектурною складовою. Майбутні дослідження щодо того, як можна концептуально використовувати

AI-Art для створення нових матеріалів та методів текстур, є важливими і варто провести їх в галузі будівництва.

Дослідження також виявило потребу в розвитку грамотності у використанні нейронних мереж та у вивченні того, як безпечно використовувати такі інструменти. Також важливо розуміти, що творчість не може бути повністю автоматизованою, принаймні на даний момент. Тому необхідно враховувати виклики, які вносять нові технології, і забезпечити захист творчого потенціалу. Питання про те, чи сприятлива ця демократизація творчості для людства, залишається відкритим.

Кожне нове програмне забезпечення в архітектурній галузі передалене у якості удосконалення основного інструментарію архітектора. Незалежно від того, чи розглядаємо ми Revit, ArchiCAD або 3D Max, всі вони служать одній меті: надати архітекторам зручні та ефективні інструменти станом на XXI сторіччя.

Архітектори минулого століття не могли уявити собі існування програм, які могли б перетворити їхні ідеї на складні тривимірні проекти. Можливо, у найближчі 30 років штучний інтелект та нейронні мережі стануть таким же звичним інструментом, як і наведений вище софт. При цьому необхідно відзначити, архітектор, дизайнер чи інженер-будівельник збережуть свою роль у якості спеціалізованого професіонала, відповідального за пошук оптимальних рішень та втілення їх у реальність. Комп'ютер залишиться безцінним помічником, що допомагає в процесі пошуку цих рішень.

Література

1. Liu S, Chang R, Zuo J, Webber RJ, Xiong F, Dong N. Application of artificial neural networks in construction management: Current status and future directions. *Applied Sciences*. 2021 Oct 15;11(20):9616.
2. Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. *In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE.
3. Aditya Ramesh, Prafulla Dhariwal, Alex Nichol, Casey Chu, & Mark Chen. (2022). Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. *arXiv 2022*, arXiv:2204.06125.
4. Park, B.H.; Hyun, K.H. Analysis of pairings of colors and materials of furnishings in interior design with a data-driven framework. *J. Comput. Des. Eng.* 2022, 9, 2419–2438.
5. Журавель О.Ю., Вельмагіна Н.О. Штучні нейронні мережі в оцінці вартості будівельних. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування*. Випуск 106-2018, м. Дніпро. С. 52-57.
6. Київська К. І. Аналіз застосування штучного інтелекту в BIM-технологіях [Текст] / К. І. Київська, С. В. Цюцюра, М. Б. Кулеба // *Управління розвитком складних систем* – 2020. – № 43. – С. 97 – 103, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.43.97-103.
7. Чернишев Д.О. Впровадження технології моделювання інформаційних об'єктів на етапах життєвого циклу [Текст] / Д.О. Чернишев, К.І. Київська, С.В. Цюцюра, М.І. Цюцюра, В.В. Гоц // *Управління розвитком складних систем*. – 2019. – № 40. – С. 140 – 146; dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11969076.
8. Davy Tsz Kit Ng, Jac Ka Lok Leung, Samuel Kai Wah Chu, Maggie Shen Qjao. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
9. How M-L, Hung WLD (2019). Educing AI-Thinking in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education. *Education Sciences*, 9(3), 184. DOI:10.3390/educsci9030184.
10. Jaruga-Rozdolska A. (2022). Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. *Architectus*, 3(71), 95-104. DOI:10.37190/arc220310

References

1. Liu S, Chang R, Zuo J, Webber RJ, Xiong F, Dong N. Application of artificial neural networks in construction management: Current status and future directions. *Applied Sciences*. 2021 Oct 15;11(20):9616.
2. Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. *In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE.
3. Aditya Ramesh, Prafulla Dhariwal, Alex Nichol, Casey Chu, & Mark Chen. (2022). Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. *arXiv 2022*, arXiv:2204.06125.
4. Park, B.H.; Hyun, K.H. Analysis of pairings of colors and materials of furnishings in interior design with a data-driven framework. *J. Comput. Des. Eng.* 2022, 9, 2419–2438.
5. Zhuravel O.Yu., Velmagina N.O (2018). Shtuchni neyronni merezhi v ocinci vartosti budivelnih. [Artificial neural networks in the valuation of construction projects]. *Budivnictvo, materialoznavstvo, mashinobuduvannya*, 106, 52-57.
6. Kiyivska K. I. Analiz zastosuvannya shtuchnogo intelektu v BIM-tehnologiyah [Analysis of the use of artificial intelligence in BIM technologies]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 43, 97–103.
7. Chernishev D.O. Vprovadzhennya tehnologiyi modelyuvannya informacijnih ob'yektiv na etapah zhittyevogo ciklu [ыбы]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 40, 140–146.
8. Davy Tsz Kit Ng, Jac Ka Lok Leung, Samuel Kai Wah Chu, Maggie Shen Qiao. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
9. How M-L, Hung WLD (2019). Educating AI-Thinking in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education. *Education Sciences*, 9(3), 184. DOI:10.3390/educsci9030184.
10. Jaruga-Rozdolska A. (2022). Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. *Architectus*, 3(71), 95-104. DOI:10.37190/arc220310

APPLICATION OF NEURONET FORMATION OF ARCHITECTURAL FEATURES IN CIVIL ENGINEERING

Abstract. *The research is aimed at using neural networks to create new architectural techniques in civil engineering. We aim to stimulate their development, relying on neural networks and artificial intelligence, to improve the quality and efficiency of construction projects. The use of neural networks allows architectural designers to create innovative architectural concepts, optimize the use of human resources, and implement architectural techniques, making construction sustainable and creative. The possibilities of using neural networks in modern construction and architectural design provide a powerful tool for improving productivity. One of the perspectives is the possibility of creating new architectural styles and building designs using neural networks. Today, we already observe the use of neural networks for the analysis and recognition of various architectural elements based on images. This allows for the creation of new design concepts and architectural solutions, taking into account the best features of different styles. Engineers, architects, and designers can use these analytical tools to enhance their projects, ensuring the correct proportions of building elements, the use of ornaments, and optimal spatial arrangements.*

The use of neural networks in the optimization of design significantly enhances the productivity and accuracy of this process. This allows for a reduction in task execution costs and avoids the need for additional design services.

Furthermore, through further training of neural networks on a dataset of architectural images, the ability to generate new projects with formal style characteristics emerges. An example of this is transferring decorative details from a Gothic building to a modernist design, creating a hybrid style that combines characteristics of both. The authors note that the successful application of neural networks depends on the correct input of informational components (prompts), high-quality data, the development of approaches to algorithmically inputting this information to produce the desired image models and overall results.

Key words: *civil engineering, neural networks in construction, architectural features, neural network shaping.*

Donenko V.I.

Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Civil Engineering,
Urbanism and Spatial Planning,
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv

Kulik M.V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Construction
Production and Project Management,
National University Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia

Bobrakov A.A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Construction
Production and Project Management,
National University Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia

Ivanenko D.S.

Postgraduate Student at the Department of Construction Production and Project Management,
National University Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia