

УДК 004.8.72.02

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.37.12>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АРХІТЕКТУРНОМУ ПРОЄКТУВАННІ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Красний Едуард Костянтинович

старший викладач кафедри архітектури та дизайну середовища,
Національний університет «Чернігівська політехніка», Чернігів, Україна,
e-mail: edredddt@gmail.com, orcid: 0009-0008-7988-1512

Анотація. **Мета** дослідження – вивчення наявних тенденцій використання ШІ в проєктуванні будівель та міського середовища для визначення перспектив його застосування у відновленні української архітектури.

Методологія. Основним методом дослідження є аналіз наявних нейронних мереж і програм ШІ, що застосовуються в будівництві. Також використано метод порівняльного аналізу для визначення результативності ШІ порівняно з традиційними методами архітектурного проєктування для виявлення переваг і недоліків застосування ШІ в будівництві.

Результати. Стаття висвітлює роль та перспективи ШІ в модернізації та відновленні української архітектури. Автором розкриваються можливості ШІ в містобудуванні, які можуть бути запозичені українськими архітекторами для відновлення міст України. Висвітлюються можливості ШІ для оптимізації будівельних відходів із метою екології та економії, що дуже актуально в сучасних реаліях України. Дослідження розкриває етапи інтегрування ШІ в архітектурний проєкт, показує український досвід архітектурного проєктування способами параметричних алгоритмів, визначає переваги та ризики використання ШІ в роботі українських архітекторів. Наводяться приклади перспективних інструментів ШІ, які можуть бути задіяні у відновленні архітектури України.

Наукова новизна полягає у визначенні ролі та перспектив використання ШІ для відновлення української архітектури. Дослідження підтвердило актуальність упровадження ШІ для модернізації та відбудови міст в Україні, значно прискорюючи етапи містобудування, а також підвищуючи енергоефективність, екологічність та економічність процесів будівництва. Результати дослідження показали переваги та ризики застосування ШІ в архітектурному проєктуванні, які треба враховувати українським архітекторам. Розкрито перспективи використання ШІ для проєктування ефективної, оптимізованої та стійкої архітектури в Україні.

Практична значущість. Результати даного дослідження можуть бути використані фахівцями в галузі архітектурного проєктування для відновлення та модернізації архітектури України.

Ключові слова: архітектор, архітектура, проєкт, планування, інфраструктура, будівництво, будівлі, технології ШІ, параметрика, 3D-моделювання, нейронні мережі, алгоритми.

ВСТУП

Українська інфраструктура зазнає постійних пошкоджень із боку агресора в умовах збройного конфлікту. Архітектурні об'єкти потребують модернізації та відновлення,

відповідаючи сучасним тенденціям розвитку урбаністики. Штучний інтелект (ШІ) може стати чудовим інструментом для проєктування майбутньої архітектури України. Використання ШІ повністю трансформує

підходи до архітектурного проектування. Можливості архітектора значно розширюються, поєднуючи креативність та технології, між якими межі стають меншими. Алгоритми ШІ в архітектурі здатні проектувати не лише окремі будівлі, а й міські ландшафти, можуть розрахувати трафік та енергоефективність просторів, адаптованих до сучасних потреб людини. Роль ШІ в модернізації української архітектури може бути дуже важливою. У архітекторів з'явилася можливість створювати сучасну та динамічну архітектуру з інтелектуальними системами, адаптованими до потреб людини та навколишнього середовища.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення дослідження розглянуто та вивчено наукові публікації за період із 2020 по 2025 р. Такі автори, як М.О. Бородин, Т.В. Ткач, О.О. Мартиш [1], дослідили організаційні аспекти використання ШІ в будівельній галузі. В.М. Василенко, Т.А. Вакалюк [2] вивчили можливості ШІ в управлінні проектами. В.І. Доненко, А.А. Бобраков, Д.С. Іваненко [3] розкрили проблеми відновлення будівель із використанням ШІ. Л.І. Живцова [4] у своєму дослідженні визначила перспективи розвитку ШІ. С. Іванов-Костецький [5] дослідив переваги та ризики використання ШІ в будівництві. К. Київська [6] визначила моделі та методи ШІ в будівельній галузі. Такі науковці, як К.І. Київська, С.В. Цюцюра, М.Б. Кулеба [7], провели аналіз застосування ШІ в *bi*m-технологіях. Д.Г. Комишев, А.О. Белятинський [8] показали можливості ШІ в 3D-моделюванні будівель. О.Г. Лялюк, Р.С. Осипенко [9] дослідили особливості імплементації штучного інтелекту в будівництві. А. Мацерук [10] розкрив можливості ШІ в контексті сталого розвитку громад. О.В. Ніколаєва [11] висвітлила особливості правового режиму творів архітектури, створених із використанням ШІ. В. Обухов, В. Товбич [12] дослідили процеси архітектурного проектування із застосуванням технологій ШІ. К.Ю. Сурков, О.В. Ізвалов, А.В. Книшук, С.В. Сорокун [13] показали можливості ШІ в 3D-моделюванні. А. Харапан, Д. Індіані, Н. Різкія, Р. Азбі [14] розкрили перспективи використання ШІ в сучасному архітектурному проектуванні. О. Кузьменко, В. Чорна, Л. Кожура [15] дослідили методи ефективного використання ресурсів у будівництві за допомогою ШІ. Ю. Лі, Х. Чень, П. Ю, Л. Ян [16] висвітлили унікальні можливості ШІ для створення енергоефективного дизайну будівель та їх внутрішнього простору. Т. Лукович [17] презентував перспективи та принципово нові можливості ШІ у професійній

діяльності архітектора. М. Нермен, Г. Невін [18] у своєму дослідженні звернули увагу на інтегрування ШІ в різні етапи процесу архітектурного проектування, запропонували концептуальну систему ШІ для роботи як помічника архітектора. Л. Віруп [19] підкреслив у своєму дослідженні синтез творчості людини та ШІ в архітектурному проектуванні, а також роль ШІ у сталому розвитку більш розумних і адаптивних міських просторів. К. Йім [20] запропонував у своєму науковому експерименті застосування чат-ботів зі ШІ для створення концептуальних зображень на етапі ескізного проектування.

МЕТА

Мета статті – вивчити наявні тенденції використання ШІ в проектуванні будівель та міського середовища для визначення перспектив його застосування у відновленні української архітектури. Досягнення мети дослідження дасть змогу українським архітекторам побачити перспективи використання ШІ для проектування сучасної, ефективною, оптимізованою та стійкою архітектури в Україні. Для досягнення мети дослідження задіяно такі методи: емпіричний аналіз діючих нейронних мереж і програм ШІ, що застосовуються в будівництві, порівняльний аналіз для визначення результативності ШІ порівняно з традиційними методами архітектурного проектування, вивчення попередніх досліджень у цій галузі.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Стандартні шаблони та типові проекти відходять у минуле, ШІ дає можливість генерувати архітектурне планування, адаптуючись під конкретного замовника та його потреби. Замість традиційного виконання креслень архітектор може скористатися такими платформами ШІ, як Generative Design of Autodesk, Spacemaker AI, TestFit, Enscape, за допомогою яких можна створювати безліч варіантів планувань на основі заданих параметрів, оптимізуючи за екологічними та економічними показниками, з огляду на ергономіку, інженерні комунікації та будівельні норми. Зараз багато програм можуть проектувати планування кімнат відповідно до введених даних. ШІ може безпосередньо проектувати складні будівлі, архітекторам потрібно лише додати останні штрихи. Окрім того, ШІ також може моделювати навколишнє середовище, EcoDesigner – це програмне забезпечення, яке може це зробити. Архітектори можуть виконувати аналіз будівель та навколишнього середовища, не виходячи

безпосередньо на об'єкт проекту. Доступ до інформації про громаду, який у поєднанні зі ШІ також може полегшити роботу архітекторів [14, с. 4]. Архітектори можуть взаємодіяти з ChatGPT-4, описуючи бажані умови майбутнього проекту, наприклад кількість поверхів, площу, розташування, стиль, енергоощадні та екологічні чинники. ChatGPT-4 здатний надавати детальну інформацію про будівельні технології та матеріали, витрати та економічний складник проекту, що набагато прискорює процес взаємодії із замовником, який може отримати детальну інформацію про майбутній проект на перших етапах планування. Чат-бот використовує семантику та свій навчальний набір даних, перетворює вхідні дані на графічні вихідні дані, пропонуючи низку концептуальних варіантів зображення. Ця роль помічника зі ШІ може значно підвищити ефективність і творчий підхід до архітектурного проектування [20, с. 2209]. Синтез Chatbot із програмами 3D-моделювання відкриває нові можливості візуалізації проектів, створюючи деталізовану 3D-модель проекту; можна показати текстури, матеріали та освітлення об'єкта, також можна бути віртуально присутнім у проєктованому об'єкті, оцінивши його планування зсередини. Такі технології дають змогу краще розуміти ідею проекту і вносити в нього корективи на ранніх етапах.

Архітектурне проектування міських просторів займає доволі багато часу, це дуже складний процес, який відрізняється від звичайного проектування окремих об'єктів, але технології ШІ можуть значно прискорити процес планування міст в Україні, прогнозуючи майбутні сценарії розвитку проекту. ШІ може розрахувати приріст населення, аналізувати інфраструктуру та вуличні потоки, класифікувати дороги, визначати міські зв'язки, визначати пріоритетність проектів та відповідно до цього складати плани. Цей чорновий варіант може бути доопрацьований залученими експертами [17, с. 39]. Алгоритми ШІ здатні допомогти проаналізувати велику інформацію про характеристики матеріалів, їхній вплив на навколишнє середовище з огляду на скорочення будівельних відходів, створюючи проект, спрямований на екологічність. Чудовою платформою ШІ для таких цілей є Spacemaker, яка використовується архітекторами для генерування безлічі варіантів міського проектування для вирішення екологічних завдань. Окрім питань екології, актуальною проблемою у відновленні українських міст є енергоефективність, ураховуючи, що значна частина енергосистеми України пошкоджена і деякі її елементи знищені. ШІ

може допомогти підвищити енергоефективність будівель, транспортних засобів, приладів і промислових процесів, аналізуючи дані та надаючи висновки й рекомендації щодо зменшення споживання та втрат енергії. ШІ може оптимізувати системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря в будівлях, аналізуючи дані з датчиків, термостатів, моделей руху, прогнозів погоди, регулюючи температуру та повітрообмін [15, с. 161]. За допомогою ШІ архітектори мають можливість аналізувати і прогнозувати споживання енергії в будівлях, оптимізувати витрати енергії та підвищити екологічність, використовуючи рекомендовані ШІ енергоефективні матеріали та конструкції. ШІ оптимізує освітлення, якість повітря та контроль температури, підвищуючи комфорт користувача та енергоефективність [16, с. 4]. У перспективі використання ШІ в Україні створення розумних будинків у містах стає більш реальним, архітектори можуть прорахувати енергоспоживання з огляду на звички мешканців та особливості регіону, можуть знайти рішення для економії енергії, сприяючи створенню максимально стійких житлових просторів. Системи розумного дому стали невід'ємною частиною дизайну приміщень, інтегруючи датчики та інтелектуальні алгоритми для комплексного управління навколишнім середовищем. Ці системи вивчають моделі поведінки користувачів та автоматично регулюють освітлення, температуру та безпеку. Вони також пропонують дистанційне керування та планування для забезпечення зручного життя, підвищують енергоефективність і зменшують вплив на навколишнє середовище завдяки аналізу даних [16, с. 17]. Особливо актуальним для України є розроблення модульного будівництва, що передбачає створення модульних блоків та конструкцій, які здатні з легкістю адаптуватися під різні потреби. ШІ застосовується також для оптимізації транспортних систем, нейронні мережі можуть успішно впливати на управління транспортними потоками і створювати умови для плавного руху всіх видів міського транспорту, використовуючи дані про завантаженість доріг, технічний стан магістралей, погодні умови та інші різні чинники з метою регулювання роботи світлофорів, швидкісних режимів. Інформацію збирають за допомогою датчиків, установлених на дорогах та об'єктах міської інфраструктури [3]. Це дає змогу грамотно планувати вулиці міст, які часто в застарілих плануваннях проєктувалися з вузькими незручними тротуарами і повною відсутністю велосипедних доріжок. За сучасного підходу проектування вулиць ШІ

може допомогти розрахувати безліч факторів: транспортний потік, кліматичні умови, демографічні дані, доступність та безбар'єрність, велосипедні доріжки, пішохідні переходи, зупинки громадського транспорту тощо [10]. Такі сучасні підходи архітектурного проектування дуже актуальні для застосування в модернізації міського середовища України.

Українські архітектори почали відтворювати зруйновані будівлі за допомогою ШІ. Наприклад, архітектурна компанія Balbek bureau візуалізує реконструкцію знищених під час бойових дій споруд міського середовища. Архітектори компанії використовують генеративну нейронну мережу Stable Diffusion, яка за запитом архітектора спершу розмиває зображення зруйнованої будівлі, а потім поступово відновлює її конструкції та колірні рішення. ШІ дає змогу відтворювати моделі з кількох простих зображень, а перетворення текстової інформації на 3D вже стає реальністю [13]. Активно впроваджуються в практику застосунки text-to-BIM, що дають змогу користувачам створювати детальні моделі будівель, використовуючи текстові підказки та спеціалізовані інструменти BIM CAD [7]. Важливими тенденціями у відновленні української архітектури є мінімізація нових конструкцій та оптимізація будівельних відходів із метою економії та екології. Вуглецевий слід від руйнувань будівель і будівництва нових споруд приносить негативні наслідки для регіонів України. Традиційний метод утилізації відходів руйнувань потребує колосальних витрат та несе екологічні ризики для довкілля: збільшення смітєвих полігонів, виснаження природних ресурсів, зайвих викидів CO₂. ШІ можна використовувати не лише для втілення свіжих концепцій у нинішніх будівлях, а й для раціонального будівництва без шкоди довкіллю. Українським архітекторам разом зі ШІ вдалося розгледіти в руїнах міст не лише сміття, а й потенційні будівельні матеріали. Нейронні мережі здатні з точністю до 86% розпізнавати цеглу, бетон, дерево, метал та інші матеріали, які можна використовувати повторно. Це новий підхід у реконструкції архітектури, який пропонує бачити в руйнуваннях не лише безповоротну втрату, а й можливість для трансформації руїн у нові форми, стаючи частиною нових просторів. Українські архітектори запустили проєкт «Модель розпізнавання матеріалів на основі ШІ», мета якого – створення відкритої бази даних матеріалів зруйнованих будівель у місті Буча. У цьому проєкті ШІ не просто проводить статистику руйнувань, а пропонує розглянути у цих руїнах новий ресурс для будівництва.

Така ініціатива сприяє значному зменшенню надмірного використання природних ресурсів та створює умови для будівництва стійких міст із перероблених матеріалів. Нейронні мережі допомагають автоматизувати процеси оцінювання руйнувань, скоротити час на опрацювання даних, аналізувати локації з обмеженим доступом, зібрати статистику потенціалу перероблених матеріалів, узятих зі зруйнованих будівель, аналіз яких проводився за допомогою знімків, зроблених безпілотними літальними апаратами. ШІ сегментує і класифікує матеріали, розпізнає на знімках, дає їх відсоткову статистику [6]. У рамках проєкту було задіяно понад 30 проміжних моделей ШІ, кожна з яких проходила 15 етапів навчання. Нейронні мережі навчилися розпізнавати і класифікувати 21 вид будівельних матеріалів на зруйнованих об'єктах, ураховуючи історичні періоди будівництва, типи споруд і особливості регіону. Наприклад, у радянський період під час будівництва використовували бетонні плити та азбестоцементний шифер, які потребують правильної та продуманої утилізації. Виявлення таких матеріалів допомагає раціонально розрахувати процес демонтажу. Перед тим як переробляти будівельні відходи, важливо не лише знати, з чого складається будівля, а й оцінити стан та якість матеріалів. Цей проєкт у перспективі можна застосувати не тільки в Бучі, а й в інших постраждалих від бойових дій містах України. Матеріали з відходів можуть використовуватися у будівництві тимчасового житла у вигляді модульних будинків, для ремонту доріг і вулиць, для інфраструктури, а також для облаштування громадських просторів, зон відпочинку, малих архітектурних форм.

Технології ШІ можуть використовуватися на різних етапах архітектурного проектування. Наприклад, на етапі попереднього аналізу даних проєкту традиційне збирання інформації займає два-три тижні, тоді як робота генеративної моделі ШІ проводить автоматичний аналіз вихідних даних лише за кілька днів. Але ШІ може не тільки прискорювати процес проектування, він здатний підштовхувати архітекторів до нестандартних творчих рішень, особливо на ранніх етапах проєкту. Наприклад, архітектор може запросити у ШІ інформацію про схожі проєкти, щоб побачити, де можна внести свіжі ідеї, які ще не використовувалися. Також можна на ранніх етапах проектування провести стрес-тест початкових ідей, використовуючи можливості перетворення тексту на зображення. Під час розроблення ескізів генеративна модель ШІ досліджує велику кількість різних варіантів для

того, щоб архітектор міг зупинитися на найвищому варіанті концепції проєкту [12]. ШІ допомагає надавати вичерпну інформацію про схожі архітектурні проєкти, їхні елементи та використані технології, що спрощує процес збору архітектурних прецедентів, класифікуючи та сортуєчи всі зображення, полегшуючи ефективну категоризацію зображень та їх подальше використання в процесі проєктування [18, с. 9]. На наступному етапі проєктування ШІ допомагає створювати базовий набір архітектурних креслень, концептуальні плани для макета будівель, визначає шаблони проєктування та вибирає типи будівельних матеріалів, які найбільше підходять для концепції проєкту. ШІ можна використовувати для створення детальних 3D-моделей будівель і середовищ, інтегруючи час, витрати, аналіз навколишнього середовища та управління життєвим циклом будівлі [18, с. 10].

В Україні вже є досвід використання параметричних алгоритмів для архітектурного проєктування. Параметричне моделювання в архітектурі – це метод проєктування об'єктів на основі використання параметрів для створення 3D-моделей. Організація параметричних форм відбувається за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке дає змогу генерувати та оптимізувати складні форми [8].

Етапи організації параметричних форм:

- визначення параметрів, які будуть використовуватися під час генерування форм. Параметри пов'язані з розмірами, формою, матеріалами, енергоефективністю та іншими характеристиками;
- створення базової моделі на основі вже встановлених параметрів;
- оптимізація та аналіз параметричної форми, наприклад аналіз енергоефективності, ергономіки та інших параметрів;
- реалізація форми після розроблення параметричної моделі та її оптимізації.

Наприклад, українські компанії FILD та FORM упроваджують параметричні алгоритми для проєктування інтер'єрів та зовнішнього архітектурного простору. Реконструкція бізнес-центру «Леонардо» компанією FILD – яскравий приклад параметричного моделювання в українській архітектурі. Суть цього проєкту полягає у створенні комфортного та ефективного простору для роботи. Компанія FILD використовувала параметричний аналіз та моделювання для розроблення систем освітлення, вентиляції, які забезпечують економію енергії за допомогою датчиків руху та інших параметрів. Також в інтер'єрах цього бізнес-центру на основі параметричного аналізу

було створено концепцію дизайну меблів, ураховуючи всі ергономічні вимоги. Цей приклад архітектурного проєкту показує, як ефективно можуть бути задіяні параметричні алгоритми для створення інноваційного та багатофункціонального дизайну, який сприяє поліпшенню якості життя людей, що є дуже актуальним зараз в Україні. Використання параметричних алгоритмів в архітектурному проєктуванні значно підвищує ефективність та економічність проєкту, а також зменшує рівень забрудненості навколишнього середовища.

Розглянемо переваги та ризики використання ШІ в роботі українських архітекторів.

Переваги:

- на ранніх етапах проєктування ШІ є чудовим помічником для архітекторів, генеруючи велику кількість варіантів візуалізації ідей проєкту, які відповідають вихідним параметрам, що набагато прискорює пошук оптимального рішення;
- ШІ покращує проєктування на ранніх стадіях. Це дає архітекторам кілька варіантів функціонального дизайну на ранніх стадіях процесу, що може заощадити час і зменшити вартість пізніх змін [19, с. 8055];
- ШІ допомагає автоматично перевіряти проєкт на відповідність нормам та стандартам будівництва, оптимізувати конструкцію будівель, підвищуючи їх енергоефективність, екологічність та економічність;
- ШІ значно полегшує моніторинг стану будівельного обладнання та проєктованих об'єктів, своєчасно виявляючи проблеми та шляхи їх вирішення;
- на стадії експлуатації архітектурних об'єктів ШІ допомагає упроваджувати системи «розумний дім», оптимізуючи енергоспоживання, забезпечуючи безпеку та комфорт. Використовуючи алгоритми нейронних мереж, архітектори можуть прогнозувати терміни експлуатації обладнання та систем, знижуючи ризики передчасного виходу їх із ладу;
- ШІ полегшує вибір оптимальних матеріалів для будівництва, що скорочує витрати та кількість відходів. ШІ може оптимізувати розподіл ресурсів, зменшуючи їх недовикористання та надлишок, що, своєю чергою, зменшує фінансове навантаження, спричинене неефективним управлінням ресурсами [2, с. 64];
- аналізуючи міцність, вартість та характеристики матеріалів, ШІ прогнозує поведінку конструкцій будівель під впливом навантажень різного характеру.

Ризики:

- ШІ неймовірно потужний, але він не є досконалим. Дослідження вказує на такі

проблеми, як упереджені результати та ризик надмірного покладання на автоматизацію [19, с. 8056];

- існує загроза втрати унікальності архітектури, коли алгоритми ШІ пропонують дуже схожі рішення для різних проєктів;

- ШІ не може створити з картинки проєкт, зробити плани фасадів, розрізи, креслення, не може ухвалювати нестандартні рішення на відміну від архітектора, який має критичне мислення і може частково змінювати деталі проєкту, не втрачаючи його суті;

- висока вартість, яка може стати великою проблемою для дрібних архітектурних компаній. Також додаткові витрати можуть бути для регулярного оновлення систем ШІ та підготовки кваліфікованих кадрів для роботи з алгоритмами ШІ;

- робота, яку необхідно виконувати в будівельній галузі за допомогою ШІ, вимагає як технічних, так і предметних знань, щоб отримати бажані результати. Якщо працівник не має чіткого розуміння роботи ШІ, то детальне розроблення всього проєкту у спеціалізованих компаніях та ведення за цим проєктом будівельних робіт зазнають невдачі, що може призвести до значних збитків для інвесторів проєкту [5, с. 232];

- існують ризики, що ШІ може некоректно працювати в процесі реалізації проєкту, де є багато чинників, які важко передбачити. Порушення енергопостачання, випадкові механічні пошкодження можуть викликати різні технічні та програмні збої [4, с. 69];

- ШІ системи можуть не завжди бути сумісними з існуючими будівельними процесами або обладнанням. Це може вимагати значних змін у процесах або додаткових витрат на адаптацію [1, с. 78];

- питання конфіденційності та безпеки даних. Збір та обробка великого обсягу даних можуть викликати питання стосовно конфіденційності та безпеки інформації [9, с. 174];

- існує великий ризик виникнення проблем з авторським правом через використання ШІ в архітектурному проєктуванні [11].

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження проаналізовано та систематизовано дані про використання ШІ в будівництві для визначення перспектив його застосування у відновленні української архітектури. Вивчення цієї теми показало основні принципи впровадження технологій ШІ в архітектурному проєктуванні та перспективи їх використання українськими архітекторами. Розглянуто та вивчено популярні платформи ШІ, за допомогою яких

відбулися революційні зміни в архітектурному плануванні. Дослідження підтвердило актуальність упровадження ШІ для модернізації та відбудови міст в Україні, значно прискорюючи етапи містобудування, а також підвищуючи енергоефективність, екологічність та економічність процесів будівництва. У контексті дослідження розглянуто етапи інтегрування ШІ в архітектурний проєкт – від генерування ідей та візуалізації ескізів до презентації 3D-моделей архітектурних об'єктів. Вивчено український досвід параметричного моделювання в архітектурі на прикладі реконструкції бізнес-центру «Леонардо» українською компанією FILD. Методом порівняльного аналізу досліджено переваги та ризики ШІ в архітектурному проєктуванні.

Результати цього дослідження дають змогу зробити висновок, що використання ШІ українськими архітекторами відкриває перспективи для проєктування ефективної, оптимізованої та стійкої архітектури в Україні. Українським фахівцям у галузі архітектурного проєктування слід активно вивчати технології ШІ, слідкувати за його трансформацією, щоб створювати сучасну та конкурентну архітектуру.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Бородін М.О., Ткач Т.В., Мартиш О.О. Організаційні аспекти використання штучного інтелекту в будівництві. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2025. № 1. 73–80. <https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270225.73.1131>

[2] Василенко В.М., Вакалюк Т.А. Штучний інтелект в управлінні проєктами: аналіз сучасних досліджень та перспектив розвитку. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2024. Т. 35(74). № 4. 60–67. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.4/10>

[3] Доненко В.І., Бобраков А.А., Іваненко Д.С. Удосконалення ресурсозабезпечення під час відновлення будівель із використанням штучного інтелекту. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2023. № 52(1). С. 62–72. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52\(1\).62-72](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52(1).62-72)

[4] Живцова Л.І. Штучний інтелект: сутність та перспективи розвитку. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. № 3(015). С. 66–71. <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.140723.66.956>

[5] Іванов-Костецький С. Революція в будівельній галузі (з 2020 р.): як штучний інтелект формує майбутнє будівництва (на прикладі «ризиків» та «безпеки»). *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. № 67. С. 230–240. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.230-240>

[6] Київська К. Моделі та методи штучного інтелекту в будівельній галузі. *InterConf*. 2021. № 93. С. 531–536. <https://doi.org/10.51582/interconf.21-22.12.2021.056>

[7] Київська К.І., Цюцюра С.В., Кулеба М.Б. Аналіз застосування штучного інтелекту в біт-технологіях. *Інформаційні технології проектування*. 2020. № 43. С. 97–103. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.97-103>

[8] Комишев Д.Г., Белятинський А.О. Інноваційні технології в будівництві: 3D-друк будівель, мобільні програми та штучний інтелект. *Вісник НУВГП. Серія «Технічні науки»*. 2023. Вип. 4(104). С. 22–43. https://www.researchgate.net/publication/381093268-INNOVACIJNI_TEHNOLOGII_V_BUDIVNICTVI_3D-DRUK_BUDIVEL_MOBILNI_PROGRAMI_TA_STUCNIJ_INTELEKT

[9] Лялюк О.Г., Осипенко Р.С. Особливості імплементації штучного інтелекту в будівництві. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2023. С. 172–176. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42648/%D0%9E%D0%A1%D0%9E%D0%91%D0%9B%D0%98%D0%92%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%86%D0%87%20%D0%86%D0%9C%D0%9F%D0%9B%D0%95%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[10] Мацерук А. Застосування штучного інтелекту в контексті сталого розвитку громад. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. № 2. С. 114–120. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-328-17>

[11] Николаева О.В. Правовий режим творів архітектури, створених із використанням штучного інтелекту. *Вісник НТУУ «КПІ». Політологія. Соціологія. Право*. 2023. Вип. 1(57). С. 215–222. [https://doi.org/10.20535/2308-5053.2023.1\(57\).280835](https://doi.org/10.20535/2308-5053.2023.1(57).280835)

[12] Обухов В., Товбич В. Моделювання процесів архітектурного проектування із застосуванням технологій штучного інтелекту. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2025. № 71. С. 197–211. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.197-211>

[13] Сурков К.Ю., Ізвалов О.В., Книшук А.В., Сорокун С.В. 3D-моделювання з використанням штучного інтелекту: виклики сучасності. *Наукові інновації та передові технології*. 2024. № 4(32). С. 1159–1169. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-4\(32\)-1159-1169](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-4(32)-1159-1169)

[14] Harapan A., Indriani D., Rizkiya N., Azbi R. Artificial Intelligence in Architectural Design. *International Journal of Design*. 2021. 1. 1–6. <https://doi.org/10.34010/injudes.v1i1.4824>

[15] Kuzmenko O., Chorna V., Kozhura L. Implementation of artificial intelligence in energy consumption calculations to reduce excess generation in the context of Ukraine's recovery. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2024. Volume 10. № 1. 153–162. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-153-162>

[16] Li Y., Chen H., Yu P., Yang L. A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency. *Appl. Sci*. 2025. 15. 1476. 1–22. <https://doi.org/10.3390/app15031476>

[17] Lukovich T. Artificial intelligence and architecture towards a new paradigm. *Ybl Journal of Built Environment*. 2023. Volume 8. Issue 1. 30–45. <http://dx.doi.org/10.2478/jbe-2023-0003>

[18] Matter N., Gado N. Artificial Intelligence in Architecture: Integration into A rchitectural Design Process. *Engineering Research Journal*. 2024. 181. 1–16. https://www.researchgate.net/publication/378855052_Artificial_Intelligence_in_Architecture_Integration_into_Architectural_Design_Process

[19] Viroop L. Artificial Intelligence in Architecture and Planning. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2024. Volume 5. №11. 8051–8058. <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE11/IJRPR35797.pdf>

[20] Yim K. AI Chatbots in Architectural Design: Exploring the Potential and Limitations in Conceptual Image Development. *International Journal for Infonomics (IJI)*. 2024. Volume 17. Issue 1. 2207–2214. <http://dx.doi.org/10.20533/iji.1742.4712.2024.0232>

REFERENCES

[1] Borodin, M.O., Tkach, T.V., & Martysh, O.O. (2025) Orhanizatsiini aspekty vykorystannia shtuchnoho intelektu v budivnytstvi [Organisational aspects of using artificial intelligence in construction]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury*. 1. 73–80. <https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270225.73.1131> [in Ukrainian].

[2] Vasylenko, V.M., & Vakaliuk, T.A. (2024) Shtuchnyi intelekt v upravlinni proiektamy: Analiz suchasnykh doslidzhen ta perspektyv rozvytku [Artificial intelligence in project management: Analysis of current research and development prospects]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky*. T. 35(74). 4. 60–67. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.4/10> [in Ukrainian].

[3] Donenko, V.I., Bobrakov, A.A., & Ivanenko, D.S. (2023) Udoshkonalennia resursozabezpechennia pry vidnovlenni budivel z vykorystanniam shtuchnoho intelektu [Improving resource management in the restoration of buildings using artificial intelligence]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. 52(1). 62–72. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52\(1\).62-72](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52(1).62-72) [in Ukrainian].

[4] Zhyvtsova, L.I. (2023) Shtuchnyi intelekt: sutnist ta perspektyvy rozvytku [Artificial intelligence: essence and development prospects]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury*. 3(015). 66–71. <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.140723.66.956> [in Ukrainian].

[5] Ivanov-Kostetskyi, S. (2023) Revoliutsiia v budivelni haluzi (z 2020 rr.): yak shtuchnyi intelekt formuie maibutnie budivnytstva (na prykladi «ryzykiv» ta «bezpeky») [The revolution in the construction industry (from 2020): how artificial intelligence is shaping the future of construction (on the example of 'risks' and 'safety')]. *Suchasni problemy Arkhitektury ta Mistobuduvannia*. 67. 230–240. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.230-240> [in Ukrainian].

[6] Kyivska, K. (2021) Modeli ta metody shtuchnoho intelektu v budivelni haluzi [Models and methods of artificial intelligence in the construction industry]. *InterConf*. 93. 531–536. <https://doi.org/10.51582/interconf.21-22.12.2021.056> [in Ukrainian].

[7] Kyivska, K.I., Tsiutsiura, S.V., & Kuleba, M.B. (2020) Analiz zastosuvannia shtuchnoho

intelektu v bim-tehnolohiiakh [Analysis of the use of artificial intelligence in bim technologies]. *Informatsiini tekhnolohii proektuvannia*. 43. 97–103. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.97-103> [in Ukrainian].

[8] Komyshev, D.H., & Bieliatynskyi, A.O. (2023) Innovatsiini tekhnolohii v budivnytstvi: 3d-druk budivel, mobilni prohramy ta shtuchnyi intelekt [Innovative technologies in construction: 3D printing of buildings, mobile applications and artificial intelligence]. *Visnyk NUVHP. Seriya «Tekhnichni nauky»*. V. 4(104). 22–43. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/381093268_INNOVACIJNI_TEHNOLOGII_V_BUDIVNICTVI_3D-DRUK_BUDIVEL_MOBILNI_PROGRAMI_TA_STUCNIJ_INTELEKT [in Ukrainian].

[9] Lialiuk, O.H., & Osypenko, R.S. (2023) Osoblyvosti implementatsii shtuchnoho intelektu v budivnytstvi [Features of the implementation of artificial intelligence in construction]. *Naukovo-tekhnicnyi zhurnal «Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruksii v budivnytstvi»*. 172–176. Retrieved from: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42648/%D0%9E%D0%A1%D0%9E%D0%91%D0%9B%D0%98%D0%92%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%86%D0%87%20%D0%86%D0%9C%D0%9F%D0%9B%D0%95%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [in Ukrainian].

[10] Matseruk, A. (2024) Zastosuvannia shtuchnoho intelektu v konteksti staloho rozvytku hromad [Application of artificial intelligence in the context of sustainable community development]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. 2. 114–120. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-328-17> [in Ukrainian].

[11] Nikolaieva, O.V. (2023) Pravovyi rezhym tvoriv arkhitektury, stvorenykh iz vykorystanniam shtuchnoho intelektu [Legal regime of architectural works created using artificial intelligence]. *Visnyk NTUU «KPI». Politolohiia. Sotsiolohiia. Pravo*. V. 1(57). 215–222. [https://doi.org/10.20535/2308-5053.2023.1\(57\).280835](https://doi.org/10.20535/2308-5053.2023.1(57).280835) [in Ukrainian].

[12] Obukhov, V., & Tovbych, V. (2025) Modeliuvannia protsesiv arkhitekturnoho proektuvannia iz zastosuvanniam tekhnolohii shtuchnoho intelektu [Modelling architectural design processes using artificial intelligence technologies]. *Suchasni problemy Arkhitektury ta Mistobuduvannia*. 71. 197–211. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.71.197-211> [in Ukrainian].

doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.197-211 [in Ukrainian].

[13] Surkov, K.Yu., Izvalov, O.V., Knyshuk, A.V., & Sorokun, S.V. (2024) 3D modeliuvannia iz vykorystannia shtuchnoho intelektu: vyklyky suchasnosti [3D modelling with the use of artificial intelligence: challenges of our time]. *Zhurnal «Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii»*. 4(32). 1159–1169. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-4\(32\)-1159-1169](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-4(32)-1159-1169) [in Ukrainian].

[14] Harapan, A., Indriani, D., Rizkiya, N., & Azbi R. (2021) Artificial Intelligence in Architectural Design. *International Journal of Design*. 1. 1–6. <https://doi.org/10.34010/injudes.v1i1.4824> [in English].

[15] Kuzmenko, O., Chorna, V., & Kozhura, L. (2024) Implementation of artificial intelligence in energy consumption calculations to reduce excess generation in the context of ukraine's recovery. *Baltic Journal of Economic Studies*. V. 10(1). 153–162. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-153-162> [in English].

[16] Li, Y., Chen, H., Yu, P., & Yang, L. (2025) A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency. *Appl. Sci*. 15. 1476. 1–22. <https://doi.org/10.3390/app15031476> [in English].

[17] Lukovich, T. (2023) Artificial intelligence and architecture towards a new paradigm. *Ybl Journal of Built Environment*. V. 8(1). 30–45. <http://dx.doi.org/10.2478/jbe-2023-0003> [in English].

[18] Matter, N., & Gado, N. (2024) Artificial Intelligence in Architecture: Integration into A rchitectural Design Process. *Engineering Research Journal*. 181. 1–16. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/378855052_Artificial_Intelligence_in_Architecture_Integration_into_Architectural_Design_Process [in English].

[19] Viroop, L. (2024) Artificial Intelligence in Architecture and Planning. *International Journal of Research Publication and Reviews*. V. 5(11). 8051–8058. Retrieved from: <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE11/IJRPR35797.pdf> [in English].

[20] Yim, K. (2024) AI Chatbots in Architectural Design: Exploring the Potential and Limitations in Conceptual Image Development. *International Journal for Infonomics (IJI)*. V. 17(1). 2207–2214. <http://dx.doi.org/10.20533/iji.1742.4712.2024.0232> [in English].

ABSTRACT

Krasniy E. Prospects for using ai in architectural design for the restoration of Ukraine.

The purpose of the research is to study the existing trends in the use of AI in the design of buildings and the urban environment to determine the prospects for its application in the restoration of Ukrainian architecture.

Methodology. The main research method is an analysis of existing neural networks and AI programs used in construction. The comparative analysis method is also used to determine the effectiveness of AI compared to traditional architectural design methods, to identify the advantages and disadvantages of using AI in construction.

Results. *This article highlights the role and prospects of AI in the modernisation and restoration of Ukrainian architecture. The author reveals the possibilities of AI in urban planning, which can be used by Ukrainian architects to restore Ukrainian cities. The author also identifies the potential of AI to optimise construction waste for environmental and economic purposes, which is very relevant in the current realities of Ukraine. The study highlights the stages of integrating AI into an architectural project, shows the Ukrainian experience of architectural design using parametric algorithms, and reveals the benefits and risks of using AI in the work of Ukrainian architects. The author provides examples of promising AI tools that can be used to restore Ukraine's architecture.*

The scientific novelty of this publication is to determine the role and prospects of using AI to restore Ukrainian architecture. The study has confirmed the relevance of AI for the modernisation and reconstruction of cities in Ukraine, significantly accelerating the stages of urban planning, as well as increasing the energy efficiency, environmental friendliness and cost-effectiveness of construction processes. The results of the study showed the benefits and risks of using AI in architectural design, which should be taken into account by Ukrainian architects. The prospects for using AI to design efficient, optimised, and sustainable architecture in Ukraine are revealed.

Practical relevance. The results of this study can be used by specialists in the field of architectural design to restore and modernise the architecture of Ukraine.

Keywords: architect, architecture, project, planning, infrastructure, construction, buildings, AI technology, parametrics, 3D modelling, neural networks, algorithms.

AUTHOR'S NOTE:

Krasniy Eduard, Senior Lecturer at the Department of Architecture and Environmental Design, Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine, e-mail: edredddt2017@gmail.com, orcid: 0009-0008-7988-1512.

Стаття подана до редакції 07.07.2025 р.

Стаття прийнята до опублікування 06.08.2025 р.

Стаття опублікована 30.10.2025 р.