

DOI: 10.32347/2076-815x.2025.88.212-226

УДК 711.4

Стисло О.Р.,

oleh.r.styslo@ukd.edu.ua, ORCID: 0009-0006-0567-8453,

Гребенюк І.В., i.grebeniuk80@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1562-9464,

ЗВО «Університет Короля Данила», м. Івано-Франківськ

ЗАСОБИ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ДОСЛІДНИЦЬКІЙ РОБОТІ АРХІТЕКТОРА

Доведено, що стрімкий розвиток цифрових технологій створює нові можливості для інтеграції засобів штучного інтелекту (ШІ) в архітектурну діяльність. Однією з ключових переваг ШІ є автоматизація рутинних задач, таких як графічне моделювання, аналіз даних і створення візуалізацій, що значно підвищує ефективність проєктної діяльності. Інструменти ШІ забезпечують можливість генерування численних варіантів дизайну на основі заданих параметрів, враховуючи екологічні, економічні та соціальні фактори. Завдяки генеративним алгоритмам архітектори отримують доступ до інноваційних підходів до проєктування, що сприяє створенню сталих, енергоефективних і функціональних рішень. Інтеграція ШІ у процес графічного відображення дозволяє створювати багатошарові візуалізації з високим рівнем деталізації, оптимізуючи комунікацію між учасниками проєктного процесу. Нами також встановлено, що незважаючи на переваги, застосування ШІ несе низку загроз. Надмірна автоматизація може спричинити втрату стильової унікальності архітекторів і перетворити творчий процес на механічний. Залежність від алгоритмів може призвести до втрати традиційних навичок, таких як ручне креслення та критичне мислення. Крім того, алгоритми ШІ можуть відображати упередження, закладені в навчальні дані, що ускладнює створення унікальних і контекстуальних рішень. Зниження емоційного зв'язку архітектора з проєктом також може негативно вплинути на якість кінцевого продукту. Основними рекомендаціями з використання ШІ в роботі архітектора є використання системного підходу при формуванні промптів для ШІ й врахування конкретних потреб проєктування. Чітке визначення цілей, деталізація параметрів і врахування культурного та географічного контексту забезпечують релевантність результатів. Використання ШІ повинно гармонійно доповнювати традиційні методи, сприяючи розвитку інноваційної архітектури.

Ключові слова: штучний інтелект; архітектурне проєктування; графічна візуалізація; автоматизація; генеративний дизайн; сталість; енергоефективність.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток цифрових технологій і потребою адаптації цих інструментів до завдань архітектурної теорії та практики обумовлює дослідження засобів на основі штучного інтелекту для їх застосування в процесі графічного відображення методів дослідження. У сучасних умовах проектна діяльність стає дедалі складнішою через багатофакторність впливів, зокрема екологічних, економічних та соціальних, що потребує ефективних способів аналізу та представлення даних. Традиційні графічні засоби, попри свою фундаментальну цінність, часто не дозволяють у повній мірі інтегрувати великі обсяги інформації або забезпечувати динамічне оновлення результатів аналізу. Засоби на основі штучного інтелекту здатні вирішити ці проблеми, оскільки дозволяють автоматизувати рутинні процеси, інтегрувати різні типи даних та створювати багатопланові візуалізації з високою деталізацією.

Інтеграція таких інструментів у дослідницьку роботу відкриває нові можливості для вивчення проектних ситуацій, моделювання складних сценаріїв та обґрунтування проектних рішень. Зокрема, графічне відображення за допомогою штучного інтелекту дозволяє зосередитися на концептуальних аспектах проектування, делегуючи обробку даних і створення візуалізацій спеціалізованим алгоритмам. Це є важливим для розширення методологічного інструментарію архітекторів та урізноманітнення підходів до проектування. Крім того, сучасні архітектурні практики все частіше зосереджуються на інтеграції міждисциплінарних підходів, що вимагає використання інструментів для ефективного комунікування між фахівцями з різних галузей.

Засоби на основі штучного інтелекту також сприяють вирішенню проблеми візуалізації процесів у динамічному середовищі, таких як зміна міських територій або адаптація архітектурних рішень до кліматичних змін [21]. Їх використання в архітектурній теорії сприяє не лише створенню інноваційних проектів, але й формуванню нових підходів до навчання майбутніх архітекторів. Актуальність дослідження також підтверджується зростаючим інтересом до технологій доповненої та віртуальної реальності, які можуть бути інтегровані з інструментами штучного інтелекту для створення інтерактивних візуалізацій.

Дослідження проблематики використання штучного інтелекту для графічного відображення проектної ситуації є важливим не лише для теорії архітектури, але й для практичного впровадження інновацій у проектну діяльність. Це дозволить підвищити якість проектування, скоротити час на аналіз даних і покращити комунікацію між усіма учасниками проектного процесу. Враховуючи ці аспекти, тема дослідження є надзвичайно актуальною для сучасної архітектурної науки та практики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження ШІ і способів його застосування в різних сферах, зокрема архітектурі, набувають популярності. Закономірно, що іноземні вчені приділяють цій темі значно більше уваги, оскільки у провідних країнах світу спостерігається активна інтеграція ШІ у наукові дослідження, що зумовлюється високим рівнем фінансування інновацій та міждисциплінарного співробітництва. Крім того, у навчальних програмах провідних університетів активно впроваджуються технології ШІ, що сприяє розширенню дослідницьких можливостей та появі нових ідей у сфері архітектури. В цьому контексті, вартими уваги є публікації О.Нервана «Вплив штучного інтелекту на креативність у процесі дизайну: «Дослідження використання тексту в зображення за допомогою ШІ в архітектурі» (2023) [16] чи З. Нісара «Огляд трансформаційної ролі штучного інтелекту в архітектурі: підвищення креативності, ефективності та сталості за допомогою передових інструментів і технологій» (2024) [17]. Окремо досліджуються перспективи, переваги і загрози ШІ для архітектури, зокрема в публікації «Генеративні додатки ШІ в архітектурі, інженерії та будівництві: тенденції, наслідки для практики, освіти та імперативи підвищення кваліфікації – огляд» (2024) [18], а також «Архітектурна творчість на проміжному шляху? Оцінка творчого потенціалу промтів і зображень у генеративному штучному інтелекті» (2024) [8]. Автори останньої Н.Д'Соуза та М. Дагмалчі вказують, що використання ШІ є не викликом, а потребою.

В Україні ця тема залишається недостатньо дослідженою через обмежені ресурси для впровадження інновацій та менший рівень міждисциплінарної співпраці, проте саме це створює значний потенціал для подальших досліджень і впроваджень. З-поміж українських дослідників вартою уваги є публікація Л.Живцової «Штучний інтелект: сутність та перспективи розвитку» (2023) [3]. Дослідниця справедливо звертає увагу на те, що не зважаючи на скепсис серед науковців до використання ШІ, його впровадження має позитивні результати, в тому числі й архітектурі [3, с. 69].

Мета статті полягає у визначенні та аналізі ефективності застосування засобів на основі штучного інтелекту для графічного відображення методів дослідження проектної ситуації в дослідницькій роботі, а також розробці рекомендацій щодо їх інтеграції у науково-дослідницький процес.

Розкриття мети можливе шляхом вирішенню низки завдань: 1) загального огляду й аналізу сучасних засобів штучного інтелекту для графічного відображення (створення діаграм, схем, 3D-візуалізацій) та визначити їхні переваги й недоліки у контексті проектної діяльності; 2) розробка методики інтеграції засобів ШІ у процес графічного моделювання, проведення експериментального тестування цих методів на прикладах реальних

дослідницьких завдань; 3) розробка практичних рекомендацій для науковців і проєктантів щодо впровадження ШІ в процес візуалізації даних, враховуючи специфіку різних типів досліджень.

Основна частина. Зараз можна говорити про існування десятків технічних засобів на основі штучного інтелекту, які можуть бути застосовані в проєктній діяльності архітекторів. На нашу думку, варто звернути увагу на десять наступних застосунків. Насамперед варто говорити про застосунки, що дозволяють працювати або генерувати графічні об'єкти. Чи не найпопулярнішою є платформа «Midjourney» – інструмент генерації зображень за допомогою штучного інтелекту, який створює фотореалістичні зображення на основі текстових описів [14]. Архітектори можуть використовувати його для швидкої візуалізації концептуальних ідей, що допомагає в презентаціях клієнтам та розробці проєктів. Можливість створення різних стилів дозволяє досліджувати різноманітну дизайнерську естетику. Хоч цей інструмент не замінює детальні рендери, він слугує корисним прототипом на ранніх етапах проєктування. Інтеграція у робочий процес сприяє творчості та кращій комунікації.

Іншим цікавим і ефективним ресурсом є генеративний інструмент штучного інтелекту в складі Adobe, а саме «Adobe Firefly» [10]. Останній може бути використаний для створення зображень та текстових ефектів за запитом користувача. Він спрощує створення візуального контенту, що корисно для підготовки презентаційних матеріалів та концептуальних дизайнів. Інтеграція з екосистемою Adobe забезпечує сумісність із іншими дизайнерськими інструментами. Інструмент поступово розширює функціональність для архітекторів. Наразі він допомагає у швидкій візуалізації ідей для підтримки проєктування.

Цікавою платформою генеративного дизайну на основі штучного інтелекту, яка допомагає створювати та оцінювати кілька варіантів дизайну є «Maket» [13]. За допомогою цього застосунку архітектори можуть вводити параметри проєкту, щоб отримати оптимізовані варіанти дизайну, що прискорює концептуальну фазу. Інструмент допомагає досліджувати різні планувальні рішення, покращуючи процес прийняття рішень. Дані, що лежать в основі його роботи, підтримують створення сталих і ефективних рішень. Автоматизація рутинних завдань дозволяє більше зосередитися на творчості.

Для перетворення 2D-ескізи в точні 3D-моделі варто користуватися програмним забезпеченням «Kaedim» [12]. Цей сервіс прискорює процес моделювання, сприяючи швидкому розвитку дизайнерських концепцій. Архітектори можуть використовувати його для візуалізації просторових форм та тестування різних ідей. Інструмент знижує час на ручне моделювання,

підвищуючи ефективність. Підтримка різних форматів файлів забезпечує сумісність із існуючими дизайнерськими програмами.

Ще одним додатком візуалізації на основі штучного інтелекту, який покращує рендери, додаючи різні стилі та ефекти є «Veras» [24]. За допомогою цього додатка архітектори можуть експериментувати з різними візуальними представленнями, не змінюючи основну модель. Інтеграція з популярними програмами для проєктування полегшує включення інструмента у робочий процес. Миттєвий рендеринг дозволяє робити швидкі візуальні коригування. Інструмент забезпечує різноманітні варіанти візуалізації, допомагаючи ефективно передавати ідеї клієнтам і зацікавленим сторонам.

Цікавим сервісом рендерингу на основі штучного інтелекту, який створює високоякісні фотореалістичні зображення з 3D-моделей є «ArkoAI» [5]. Цей сервіс архітектори можуть використовувати насамперед для створення вражаючих візуалізацій для презентацій і маркетингових матеріалів. Хмарна платформа забезпечує швидку обробку, що підвищує продуктивність. Простий інтерфейс робить процес рендерингу доступним навіть для користувачів з обмеженим досвідом. Завдяки аутсорсингу рендеринг-завдань архітектори отримують більше часу для розробки дизайну.

Ще одним інструментом рендерингу, що орієнтований на архітектурне та інтер'єрне проєктування, з функціями миттєвого переходу від ескізу до рендера є «mml.ai» [15]. Це програмне середовище оптимізує процес візуалізації, сприяючи швидкому створенню дизайнерських ідей. Архітектори можуть легко генерувати стилізовані зображення, що сприяє ефективному спілкуванню з клієнтами та ітерації дизайну. Ефективність інструмента сприяє більш гнучкому та динамічному проєктуванню.

Цікавим інструментом на основі штучного інтелекту, що є оптимальним для планування офісних просторів й генерує оптимізовані плани поверхів і 3D-віртуальні тури є «qbiq» [20]. Він використовує дані з різних джерел для створення планувальних рішень на основі аналітики. Архітектори можуть вводити вимоги та обмеження будівлі, щоб отримати ефективні макети. Швидка генерація планів і візуалізацій сприяє прийняттю швидких рішень. Автоматизація планувальних процесів підвищує продуктивність і точність проєктів.

Ще однією платформою автоматизації дизайну, яка дозволяє створювати та ділитися логікою проєктування для будівельних проєктів є «Nurag» [11]. Ця платформа полегшує співпрацю між архітекторами, інженерами та підрядниками через хмарну систему. Бібліотека систем будівель платформи інтегрується у дизайн, сприяючи швидкому створенню концепцій. Інтеграція даних і функція рендерингу в реальному часі покращують координацію

проектів. Інструмент автоматизує рутинні завдання, дозволяючи архітекторам більше зосереджуватися на творчих аспектах.

Інструментом, що дозволяє проводити техніко-економічні дослідження і на їх основі формувати міське планування, генерувати макети для різних типологій будівель є «TestFit» [23]. Платформа в своїй роботі використовує дані про ділянку та будівельні норми для створення оптимізованих проектних сценаріїв. Архітектори можуть швидко оцінити життєздатність проекту, що є важливим на початкових етапах прийняття рішень. Миттєві ітерації підтримують дослідження кількох варіантів дизайну. Автоматизація аналізу даних спрощує процес планування та покращує результати проектів.

Ще одним інструментом, який перетворює дані аналізу ділянок у корисну аналітику через візуальні представлення є «Aino» [4]. Архітектори можуть ставити запити щодо характеристик ділянки, отримуючи карти та діаграми на основі даних. Це допомагає краще розуміти умови ділянки та приймати обґрунтовані дизайнерські рішення. Інтерактивний інтерфейс покращує співпрацю та комунікацію між учасниками проекту. Забезпечуючи комплексний аналіз ділянки, інструмент сприяє створенню контекстуально чутливих проектів.

Інструмент, який використовує штучний інтелект для створення адаптивних планувальних рішень, що враховують контекст проектування – це «Finch» [9]. Архітектори можуть вводити основні параметри, такі як форма ділянки, висота будівлі чи щільність забудови, щоб отримати автоматизовані планувальні варіанти. Цей інструмент спрощує ранні стадії проектування, дозволяючи швидко тестувати ідеї. Його інтерактивний інтерфейс підтримує зміну параметрів у реальному часі, що сприяє динамічному процесу планування. Використання «Finch» допомагає економити час на аналізі та забезпечує більш інноваційні підходи до дизайну.

Ефективною платформою штучного інтелекту, яка допомагає архітекторам аналізувати ділянки забудови для оптимального використання простору є «Sracemaker» [22]. Вона об'єднує дані про природні умови, будівельні обмеження та транспортну інфраструктуру, щоб створити детальні аналітичні звіти. Архітектори можуть використовувати цей інструмент для планування забудови з урахуванням сонячного освітлення, вітрових потоків і шумового впливу. Результати аналізу дозволяють створювати екологічно стійкі та функціонально ефективні проекти. Sracemaker також сприяє співпраці між архітекторами, інженерами та девелоперами на ранніх етапах проекту.

Схожою до «Sracemaker» є платформа «Dreamcatcher», яка опирається на проектне середовище Autodesk [7]. Ця платформа генеративного дизайну аналізує задані параметри та створює оптимізовані рішення для дизайну.

Архітектори можуть визначити ключові критерії, такі як матеріали, вартість чи функціональні вимоги, щоб отримати кілька варіантів дизайну. «Dreamcatcher» сприяє більш швидкому пошуку інноваційних ідей завдяки автоматизації процесів. Інтеграція з іншими продуктами «Autodesk» дозволяє легко використовувати створені моделі у подальших етапах проєктування. Інструмент особливо корисний для проєктів, які потребують оптимізації складних систем чи компонентів.

Цей перелік технічних застосунків не є вичерпним. Більше того кількість цих застосунків і їх функціонал постійно зростає, а сам ШІ адаптується до потреб архітекторів.

Власне, наступним нашим завданням є демонстрація можливостей окремих з цих платформ й оцінка їхньої ефективності. В цьому випадку мова йде про зміст промту – текстового відображення умов проєкту.

Для прикладу візьмемо платформу Midjourney, якій задамо наступний промт: «сучасний футуристичний будинок з витонченим мінімалістичним дизайном. Він має вигнуті краї, фасад обшитий дерев'яними панелями зі скляним вікном у центрі та темне зовнішнє оздоблення. Будівля розташована на трав'янистій, відкритій місцевості, загальна естетика – чиста і сучасна». Як наслідок, отримаємо результат як на Рис. 1.

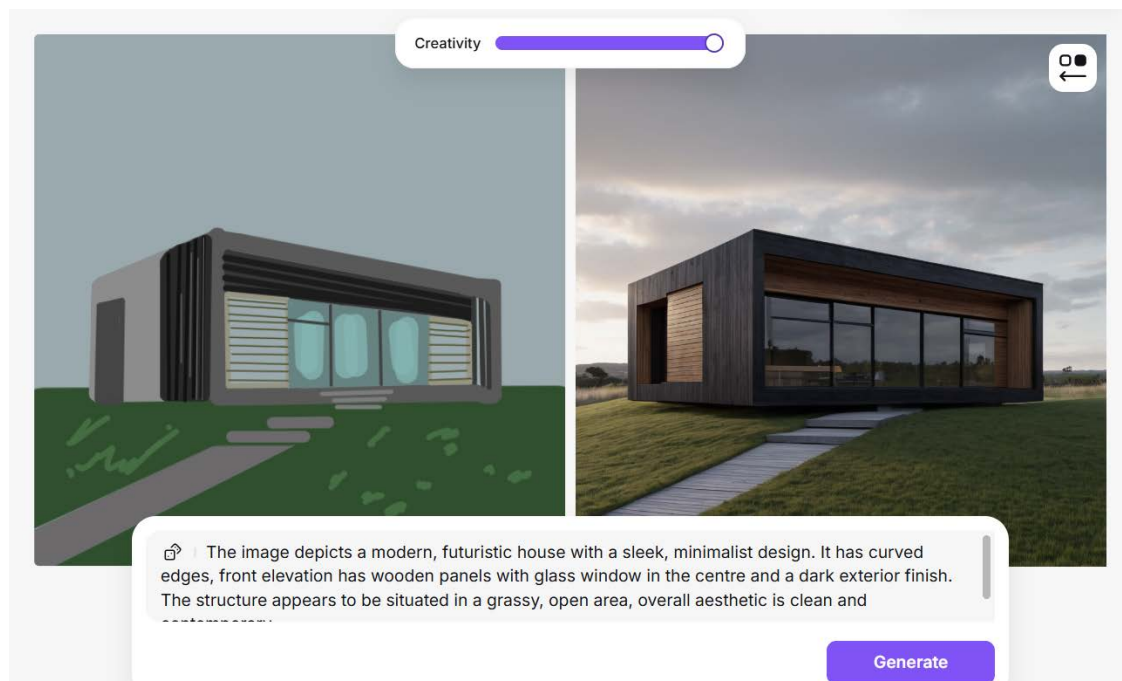


Рис. 1. Проєкт будинку згенерований сервісом Midjourney

На перший погляд вийшов цікавий проєкт, але він не містить жодних деталей і не відрізняється унікальністю. Це є наслідком того, що промт сформовано без врахування специфіки технічних засобів на основі ШІ.

Формування промтів і запитів до технічних платформ на основі штучного інтелекту для генерування архітектурних проєктів вимагає системного підходу, що забезпечує максимальну точність та релевантність результатів. По-перше, важливо чітко визначити мету запиту, щоб платформа могла генерувати дизайн відповідно до заданих параметрів [19]. По-друге, промт має бути сформульований максимально деталізовано, включаючи інформацію про розміри, функціональні вимоги, матеріали та контекст забудови. Використання чітких і зрозумілих формулювань сприяє зменшенню ймовірності неоднозначного трактування запиту. По-третє, важливим підходом є застосування ключових слів, які допомагають платформі ідентифікувати необхідні стилі, текстури чи планувальні рішення. По-четверте, слід усвідомлювати адаптацію промту до технічних можливостей конкретної платформи, що передбачає врахування її алгоритмів обробки даних. По-п'яте, архітектору слід уникати надмірно складних чи багатозадачних запитів, розділяючи їх на кілька окремих промтів для забезпечення високої якості результатів [16]. По-шосте, запит має бути ітераційним, тобто промт формується з можливістю уточнення чи зміни параметрів на основі отриманих проміжних результатів. По-сьоме, корисним є інтегрування в запит параметрів, пов'язаних із стійкістю, енергозбереженням та екологічністю [8, р. 227]. По-восьме, архітектор має враховувати культурний і географічний контекст об'єкта, щоб результат був релевантним місцевим умовам. По-дев'яте, допоможе підвищити якість генерованого контенту, використання візуальних підказок, таких як ескізи чи референс-зображення. Насамкінець, слід враховувати можливість перевірки та коригування отриманих результатів для досягнення відповідності концептуальним і функціональним вимогам проєкту.

Прикладом такого промту можна взяти наступний: «Створи концептуальний дизайн двоповерхового житлового будинку, розташованого в Івано-Франківську, Україна. Будівля має відповідати сучасним тенденціям архітектури, включаючи мінімалістичний стиль, відкриті простори та великі панорамні вікна. Враховуй принципи екологічності та сталого розвитку: використання натуральних матеріалів (дерево, камінь), зелений дах, сонячні панелі, системи збору дощової води та енергоефективну ізоляцію. Проєкт повинен включати інтеграцію смарт-технологій, таких як автоматичне управління освітленням, клімат-контролем і системою безпеки. Також передбач місця для зарядки електромобілів та простори для роботи вдома (домашній офіс із високотехнологічним обладнанням)». Окрім цього варто дати такі додаткові параметри:

- Загальна площа будинку: 150–200 м².;
- Ділянка: 10 соток із передбаченим ландшафтним дизайном;

- Перший поверх: вітальня, кухня-їдальня, гостьова кімната, санвузол;
- Другий поверх: три спальні, два санвузли, кабінет;
- У контексті зовнішнього вигляду: фасад із натурального каменю та деревини, сучасне освітлення екстер'єру.

Ну і насамкінець, якщо є потреба то варто конкретизувати саме запит: «Згенеруй 3D-візуалізацію фасаду та інтер'єру з урахуванням описаних параметрів, а також презентуй планування першого та другого поверхів».

В цьому випадку буде зображення як на Рис. 2.



Рис. 2. Проект будинку за заданими параметрами.

Аналогічно, можна отримати візуалізацію внутрішнього планування об'єкта. Варіанти планів для першого та другого поверхів представлено на Рис. 3 та Рис. 4, відповідно.



Рис. 3. План першого поверху будинку, який згенерував ШІ на основі конкретного запиту



Рис. 4. План другого поверху будинку, який згенерував ШІ на основі конкретного запиту

Закономірно, що такий варіант є винятково демонстраційним. Зрештою, на процес його створення було затрачено не більше п'яти хвилин часу, що в жодному випадку не співмірно з ресурсом, які повинен затратити архітектор для подібної візуалізації.

Назагал, вважаємо, що застосування штучного інтелекту (ШІ) в архітектурній діяльності відкриває нові можливості для підвищення ефективності та творчості у процесі проєктування. Однією з основних переваг є автоматизація рутинних задач, таких як створення планувань, оптимізація простору чи аналіз технічних вимог, що дозволяє архітекторам зосередитися на інноваційних аспектах проєкту. ШІ забезпечує швидке генерування численних варіантів дизайну на основі заданих параметрів, що скорочує час розробки та сприяє прийняттю обґрунтованих рішень [2, с. 6]. Використання алгоритмів аналізу даних дозволяє враховувати такі фактори, як енергоефективність, сталість чи екологічний вплив ще на етапі концептуального проєктування.

Крім того, інструменти ШІ сприяють підвищенню точності виконання складних розрахунків, що зменшує ризик помилок у будівництві. Візуалізаційні платформи, інтегровані зі штучним інтелектом, дозволяють швидко створювати фотореалістичні 3D-моделі, які значно полегшують комунікацію з клієнтами та іншими учасниками проєкту. Інтеграція смарт-технологій у архітектурні рішення забезпечує створення «розумних» будівель, які відповідають сучасним вимогам цифровізації [6, р. 8]. ШІ також здатен аналізувати великий обсяг даних про ділянку забудови, враховуючи кліматичні умови, транспортну інфраструктуру та навколишнє середовище, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень.

Біоміметичні та генеративні інструменти, засновані на ШІ, дають змогу розробляти архітектурні форми, які важко реалізувати традиційними методами [17, р. 35]. Застосування ШІ сприяє створенню енергоефективних і сталих рішень, що відповідають глобальним трендам у галузі архітектури. Крім того, адаптивність таких інструментів дозволяє гнучко реагувати на зміни вимог замовників чи регуляторних норм. Таким чином, використання ШІ значно розширює творчі й технічні можливості архітектора, сприяючи якісному покращенню архітектурної діяльності.

Одночасно, застосування штучного інтелекту в архітектурній діяльності, попри численні переваги, несе в собі певні загрози, які варто враховувати. Однією з ключових проблем є втрата унікальності та стильового смаку. Надмірна залежність від алгоритмів ШІ може призводити до уніфікації архітектурних рішень, адже ШІ, базуючись на статистичних даних, часто пропонує типові або шаблонні рішення. Це може негативно вплинути на індивідуальне бачення та авторський стиль архітектора, перетворюючи проєктування на механічний процес [1].

Ще однією загрозою є надмірна залежність від технологій, яка може спричинити втрату традиційних навичок, таких як ручне креслення, критичне мислення та інтуїтивний підхід до вирішення складних задач [3, с. 68]. У разі технічних збоїв чи обмежень алгоритмів архітектори ризикують втратити здатність самостійно вирішувати проєктні проблеми. Крім того, алгоритми ШІ можуть мати вбудовані упередження, що впливають із навчальних даних. Це може призводити до відтворення застарілих чи обмежених рішень, які не враховують сучасні тенденції або локальний культурний контекст.

Інша важлива загроза полягає у зниженні емоційного зв'язку архітектора з проєктом. Коли більшість творчих процесів автоматизується, архітектор може втратити глибину розуміння простору та відчуття задоволення від створеного проєкту [18, р. 880]. Це перетворює архітектурний дизайн із творчого процесу на технічний продукт, що може вплинути на якість кінцевого результату.

Висновки. Таким чином, застосування штучного інтелекту в архітектурній діяльності відкриває широкі можливості для оптимізації процесу проєктування, забезпечуючи високу ефективність і гнучкість у створенні архітектурних рішень. Інструменти ШІ дозволяють автоматизувати рутинні завдання, скорочуючи час виконання проєктів та підвищуючи точність технічних розрахунків. Завдяки генеративним алгоритмам архітектори отримують доступ до численних варіантів дизайну, що сприяє пошуку інноваційних ідей і врахуванню таких важливих факторів, як сталість, енергоефективність та екологічний вплив. Інтеграція ШІ у візуалізацію і смарт-технології сприяє

створенню «розумних» будівель, які відповідають сучасним тенденціям цифровізації та інноваційності.

Водночас слід враховувати можливі ризики, такі як втрата стильової унікальності, залежність від технологій і зниження емоційного зв'язку архітектора з проєктом. Надмірна автоматизація може негативно вплинути на творчий процес, перетворюючи дизайн на шаблонний технічний продукт. Крім того, можливі обмеження алгоритмів, викликані упередженими даними, можуть ускладнити створення проєктів, які враховують локальний контекст і культурні особливості.

Бібліографія

1. Архітектура та штучний інтелект: як нейронна мережа проникає у творчі індустрії. URL: <https://www.arthuss.com.ua/books-blog/arkhitektura-ta-shtuchnyy-intelekt-yak-neyronna-merezha-pronykaye-u-tvorchi-industriyi>.
2. Данішевський В. Що таке AI, можливості застосування у різних сферах, приклади готових рішень. Лекція. Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2023/07/SEKTSIYA-2.-Danishevskiy-V.V.SHHo-take-AI-mozhlyvosti-jogo-zastosuvannya-u-riznyh-sferah-praktychni-pryklady-gotovyh-rishen-.pdf>.
3. Живцова Л.І. Штучний інтелект: сутність та перспективи розвитку. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. №3(015). С. 66-71. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.140723.66.956>.
4. Aino. URL: <https://aino.world/>.
5. ArkoAI. URL: <https://arko.ai/>.
6. Borglund C. Artificial Intelligence in Architecture and its Impact on Design Creativity – A Study on how Artificial Intelligence Affect Creativity in the Design Process. Stockholm. 2022. URL: <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678575/FULLTEXT01.pdf>.
7. Dreamcatcher. URL: <https://www.research.autodesk.com/projects/project-dreamcatcher/>.
8. D'Souza N., Dastmalchi M. Architectural Creativity Stranded at Mid Journey? Evaluating Creative Potential of Prompts and Images in Generative AI. *Design Computing and Cognition*. 2024. Volume 24. P. 224-240. DOI:10.1007/978-3-031-71922-6_15.
9. Finch. URL: <https://www.finch3d.com/>.
10. Firefly. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/firefly.html>.
11. Hypar. URL: <https://hypar.io/>.
12. Kaedim3d. URL: <https://www.kaedim3d.com/>.
13. Maket. URL: <https://www.maket.ai/>.
14. Midjourney. URL: <https://www.midjourney.com/>.
15. Mnml.ai. URL: <https://mnml.ai/>.

16. Nervana O. H. Artificial intelligence's effects on design process creativity: «A study on used A.I. Text-to-Image in architecture». *Journal of Building Engineering*. 2023. Volume 80. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107999>.
17. Nisar Z. A Review of the Transformative Role of Artificial Intelligence in Architecture: Enhancing Creativity, Efficiency, and Sustainability through Advanced Tools and Technologies. *African Journal of Biomedical Research*. 2024. P. 31-39. DOI: 10.53555/AJBR.v27i6S.5055.
18. Onatayo D., Onososen A., Oyediran A. O., Oyediran H., Arowoija V., Onatayo E. Generative AI Applications in Architecture, Engineering, and Construction: Trends, Implications for Practice, Education & Imperatives for Upskilling-A Review. *Architecture*. 2024. 4(4). P. 877-902. URL: <https://doi.org/10.3390/architecture4040046>.
19. Prompting Creativity: The Role of AI in Visualization and Design Tools for Architects. URL: <https://www.archdaily.com/1010426/prompting-creativity-the-role-of-ai-in-visualization-and-design-tools-for-architects>.
20. Qbiq. URL: <https://qbiq.ai/>.
21. Revolutionizing Architecture with Generative Design. URL: <https://icg.co/generative-ai-architecture-design/>.
22. Spacemaker. URL: <https://www.autodesk.com/products/forma/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
23. TestFit. URL: <https://www.testfit.io/>.
24. Veras. URL: <https://www.evolve-lab.io/veras>.

Styslo Oleh, Grebeniuk Ivan,
Higher Educational Institution «King Danylo University», Ivano-Frankivsk

TOOLS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE RESEARCH WORK OF AN ARCHITECT

The article proves that the rapid development of digital technologies creates new opportunities for the integration of artificial intelligence (AI) tools into architectural activities. One of the key advantages of AI is the automation of routine tasks such as graphical modeling, data analysis, and visualization, which significantly increases the efficiency of project activities. AI tools provide the ability to generate numerous design options based on specified parameters, taking into account environmental, economic, and social factors. Thanks to generative algorithms, architects have access to innovative design approaches that help create sustainable, energy-efficient, and functional solutions. Integration of AI into the graphical display process allows creating multi-layered visualizations with a high level of detail, optimizing communication between participants in the design process.

However, despite its benefits, the use of AI poses a number of threats. Excessive automation can lead to the loss of architects' stylistic uniqueness and turn the creative process into a mechanical one. Dependence on algorithms can lead to the loss of traditional skills, such as hand drawing and critical thinking. In addition, AI algorithms can reflect biases embedded in training data, making it difficult to create unique and contextualized solutions. Reducing the architect's emotional connection to the project can also negatively affect the quality of the final product.

Considering these aspects, it is important to formulate AI programs according to the specific needs of the design using a systematic approach. Clearly defining goals, detailing parameters, and taking into account the cultural and geographical context ensure the relevance of the results. The use of AI should harmoniously complement traditional methods, contributing to the development of innovative architecture.

Keywords: artificial intelligence; architectural design; graphic visualization; automation; generative design; sustainability; energy efficiency.

REFERENCES

1. Arkhitektura ta shtuchnyi intelekt: yak neironna merezha pronykaie u tvorchi industrii [Architecture and Artificial Intelligence: How Neural Networks Penetrate Creative Industries]. URL: <https://www.arthuss.com.ua/books-blog/arkhitektura-ta-shtuchnyy-intelekt-yak-neyronna-merezha-pronykaye-u-tvorchi-industriyi>. {in Ukrainian}.
2. Danishevskiy V. Shcho take AI, mozhlyvosti zastosuvannya u riznykh sferakh, pryklady hotovykh rishen. Lektsiia. [What Is AI, Its Applications in Various Fields, and Examples of Ready-Made Solutions. Lecture]. Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2023/07/SEKTSIYA-2.-Danishevskiy-V.V.SHHo-take-AI-mozhlyvosti-jogo-zastosuvannya-u-riznyh-sferah-praktychni-pryklady-gotovyh-rishen-.pdf>. {in Ukrainian}.
3. Zhivtsova L.I. (2023). Artificial Intelligence: Essence and Prospects of Development [Shtuchnyi intelekt: sutnist ta perspektyvy rozvytku]. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture [Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury]*. No. 3(015). Pp. 66–71. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.140723.66.956>. {in Ukrainian}.
4. Aino. URL: <https://aino.world/>. {in English}.
5. ArkoAI. URL: <https://arko.ai/>. {in English}.
6. Borglund C. (2022). Artificial Intelligence in Architecture and its Impact on Design Creativity – A Study on how Artificial Intelligence Affect Creativity in the Design Process. Stockholm. URL: <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678575/FULLTEXT01.pdf>. {in English}.

7. Dreamcatcher. URL: <https://www.research.autodesk.com/projects/project-dreamcatcher/>. {in English}.
8. D'Souza N., Dastmalchi M. (2024). Architectural Creativity Stranded at Mid Journey? Evaluating Creative Potential of Prompts and Images in Generative AI. *Design Computing and Cognition*. Volume 24. P. 224-240. DOI:10.1007/978-3-031-71922-6_15. {in English}.
9. Finch. URL: <https://www.finch3d.com/>. {in English}.
10. Firefly. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/firefly.html>. {in English}.
11. Hypar. URL: <https://hypar.io/>. {in English}.
12. Kaedim3d. URL: <https://www.kaedim3d.com/>. {in English}.
13. Maket. URL: <https://www.maket.ai/>. {in English}.
14. Midjourney. URL: <https://www.midjourney.com/>. {in English}.
15. Mnml.ai. URL: <https://mnml.ai/>. {in English}.
16. Nervana O. H. (2023). Artificial intelligence's effects on design process creativity: «A study on used A.I. Text-to-Image in architecture». *Journal of Building Engineering*, Volume 80. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107999>. {in English}.
17. Nisar Z., 2024. A Review of the Transformative Role of Artificial Intelligence in Architecture: Enhancing Creativity, Efficiency, and Sustainability through Advanced Tools and Technologies. *African Journal of Biomedical Research*. P. 31-39. DOI: 10.53555/AJBR.v27i6S.5055. {in English}.
18. Onatayo, D., Onososen, A., Oyediran, A. O., Oyediran, H., Arowoia, V., Onatayo E. (2024). Generative AI Applications in Architecture, Engineering, and Construction: Trends, Implications for Practice, Education & Imperatives for Upskilling-A Review. *Architecture*, 4(4). P. 877-902. URL: <https://doi.org/10.3390/architecture4040046>. {in English}.
19. Prompting Creativity: The Role of AI in Visualization and Design Tools for Architects. URL: <https://www.archdaily.com/1010426/prompting-creativity-the-role-of-ai-in-visualization-and-design-tools-for-architects>. {in English}.
20. Qbiq. URL: <https://qbiq.ai/>. {in English}.
21. Revolutionizing Architecture with Generative Design. URL: <https://icg.co/generative-ai-architecture-design/>. {in English}.
22. Spacemaker. URL: <https://www.autodesk.com/products/forma/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. {in English}.
23. TestFit. URL: <https://www.testfit.io/>. {in English}.
24. Veras. URL: <https://www.evolvelab.io/veras>. {in English}.