

Н.С. Вергунова

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АРХІТЕКТУРІ

У статті розглянуто наявні програмні продукти з підтримкою штучного інтелекту (ШІ) в додатку до архітектурної діяльності. Цей процес обумовлений повсюдною цифровою трансформацією, що стимулює перетворення в архітектурі. Завдяки систематизації розглянутого програмного забезпечення та виокремленню трьох його різних груп було охарактеризовано перспективи подальшого розвитку та використання ШІ-інструментарію в архітектурному проєктуванні.

Ключові слова: штучний інтелект, програмне забезпечення, плагін, архітектура.

Постановка проблеми

Архітектурна індустрія постійно перебуває під тиском, що зростає: це і пристосування до приросту населення, і допомога у боротьбі зі зміною клімату – як результат, відповідність більш суворим вимогам і стандартам. Щоб відповісти на всі ці виклики, архітектурна галузь переживає технологічні зміни. Так, на додаток до 3D-моделювання архітектори починають надавати перевагу більш орієнтованому на результат способу роботи, що базується на штучному інтелекті (далі ШІ) та його використанні для автоматизації і функціонування програмних застосунків, що підтримують роботу з проєктними даними.

За останні два десятиліття новий інструментарій трансформувалася спосіб роботи архітекторів: від ручних ескізів до створення креслень в САД-програмах, потім до спільної роботи над створенням інформаційних моделей (BIM), що відтепер підключені до хмарних технологій. А оскільки архітектори завжди були першопрохідцями в цифровій трансформації, поєднуючи творчість з технологічними інноваціями, то і все більша розповсюдженість ШІ все частіше відображається в їх роботі для автоматизації рутинних завдань, надаючи проєктантам можливість вирішувати ще більш складні завдання проєктування.

Незважаючи на великий обсяг досліджень, що окреслюють цю тематику, все ще простежується роз'єднаність та розрізненість публікацій у фахових виданнях щодо відповідного програмного інструментарію, без злагодженої системності та комплексного розкриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнє десятиліття характеризується активним розвитком ШІ завдяки доступності великих масивів даних і значному поліпшенню обчислювальних потужностей. Все це вивело можливості ШІ за межі теоретичних досліджень до практичних галузевих

застосувань, зокрема і в архітектурній діяльності.

Згідно з Яном Ле Куном (Yann LeCun), Йошуа Бенгіо (Yoshua Bengio) та Джеффри Хінтоном (Geoffrey Hinton), відродження нейронних мереж і глибокого навчання (Deep Learning) з початку 2010-х років значно розширило можливості ШІ, дозволивши йому виконувати складні завдання розпізнавання і прогнозування з небувалою точністю [1]. Це, зі свого боку, сприяло розкриттю потенціалу ШІ для використання в архітектурному проєктуванні, дозволяючи проводити складні аналізи: від структурних оцінок до досліджень впливу на навколишнє середовище. Історично поширення ШІ в архітектурі обмежувалося наявністю великих масивів даних. Однак, на думку Ібрагіма Абакера Тарджіо Хашема (Ibrahim Abaker Targio Hashem), Віктора Чанга (Victor Chang) та ін., впровадження інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM) за останні два десятиліття значно збільшило доступність детальних архітектурних компонентів, включно із 3D-моделями і властивостями матеріалів, і особливо великомасштабних наборів міських даних [2]. Гіріш Састрі (Girish Sastry), Леннарт Хайм (Lennart Heim) та ін. зазначають, що в поєднанні з досягненнями в технології графічних процесорів і хмарних обчислень ці розробки різко скоротили час, необхідний для архітектурного моделювання та оптимізації [3].

У нещодавньому дослідженні Королівського інституту британських архітекторів (Royal Institute of British Architects, RIBA), опублікованому навесні 2024 року, зазначається, що 41 % британських архітекторів вже застосовує технологію ШІ «принаймні в окремих проєктах» [4]. Роль штучного інтелекту в процесі архітектурного проєктування представлено в публікації Еміне Зейтін (Emine Zeytin), Каміле Озтюрк Кьосенчіг (Kamile Öztürk Kösençig), Ділана Онера (Dilan Öner) [5]. Окремий сегмент становлять дослідження, що розкривають використання ШІ при формуванні архітектурних візуалізацій [6–8].

Мета статті

Мета дослідження полягає у виявленні та систематизації даних щодо комп'ютерного інструментарію з використанням алгоритмів штучного інтелекту та перспектив його розвитку в архітектурній діяльності. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- розглянути наявні програмні продукти з підтримкою ШІ в додатку до архітектурної діяльності;
- систематизувати розглянуті дані та охарактеризувати перспективи використання ШІ-інструментарію в архітектурі.

Виклад основного матеріалу

Однією з тенденцій, що має потенціал для розвитку архітектурної професії, є удосконалення інструментарію архітектора, що, хоч і експериментальним порядком, але активно використовує алгоритми ШІ [9]. Якщо використання обчислювальних технологій в комп'ютерному інструментарії архітектора традиційно зосереджується на оптимізації та прискоренні процесів проектування, ШІ відкриває можливості для динамічних та нових проектних рішень. ШІ не лише підвищує ефективність процесу, але і здатний генерувати дво- та тривимірні проектні матеріали на основі апроксимацій, керованих даними, а також вирішувати, яке рішення є найбільш прийнятним серед згенерованих, використовуючи метод самонавчання, що базується на зворотному зв'язку. Поточний виклик і можливість полягає в інтеграції контекстних архітектурних даних – як-от екологічні, соціальні та культурні фактори – в системи ШІ для створення не лише інноваційних, але й контекстуально відповідних проектів [10].

Застосування алгоритмів ШІ в архітектурному проектуванні характерне для всіх його етапів: від концептуальної стадії і основних проектних рівнів до деталізації, розробки проектної документації та майбутньої реалізації, чим обумовлена наявність різноманітного комп'ютерного інструментарію. Загалом всі ці програмні продукти можна розділити на три групи. До першої групи належить основне програмне забезпечення для архітектурної діяльності з функціоналом, заснованим на використанні ШІ. Друга група включає додаткові плагіни з ШІ-алгоритмами, тобто незалежно компільовані програмні модулі, що встановлюються та підключаються до основної програми, розширюючи її можливості. Третя група передбачає ШІ-платформи в режимі «онлайн», велика кількість яких вже представлена в мережі Інтернет і продовжує розширятися; ці сервіси зазвичай не пов'язані з професійним програмним забезпеченням, але можуть використовуватися для виконання певних архітектурних проектних завдань. Розглянемо кожен з груп більш детально.

Перша група включає програмне забезпечення

для архітекторів, що здебільшого охоплює комплексну роботу над проектом. В контексті таких програмних продуктів слід зауважити, що на сьогоднішньому етапі ми говоримо не про повністю нові структури програм, де рушієм є виключно ШІ, але про їх оновлене подання та постійне вдосконалення активними дослідженнями відповідних компаній.

Так, одна з найбільших американських компаній-постачальників програмного забезпечення «Autodesk», яка випускає програмний комплекс «Revit», що реалізує принцип інформаційного моделювання будівель (BIM), також пропонує спеціально створені програмні продукти із задіянням алгоритмів ШІ:

- «Autodesk Forma» є програмою для галузей архітектури, інженерії, будівництва та експлуатації (Architecture, Engineering, Construction, and Operations, AECO). Ця програма зосереджена на розширенні роботи з BIM вже на ранніх стадіях планування, а її хмарні можливості забезпечують інструментами концептуального проектування, прогнозної аналітики та автоматизації етапів, що дає змогу проектанту закласти міцний фундамент для своїх проектів;

- «Autodesk Fusion» інтегрує різноманітні дані CAD, CAM, CAE, PCB, а також управління даними PLM/PDM, MES і багато іншого в єдине проектне середовище, забезпечуючи просунуту автоматизацію та оптимізацію робочих процесів;

- «Autodesk Flow» спрямована на швидке створення різноманітного контенту щодо проекту та його просування в цифровому і реальному середовищі [11].

Слід зазначити, що ці програми належать до SaaS (Software as a Service) – різновиду моделей хмарного обчислювання (Cloud Computing), що передбачає використання програмного застосунку, розгорнутого на відповідній хмарній платформі. Цікавим є той факт, що «Autodesk Forma» була розроблена на основі ШІ-платформи «Spacemaker AI», запущеної ще в 2016 році як стартап в Осло Говардом Гаукеландом (Havard Haukeland) і Карлом Крістенсенем (Carl Christensen). У 2020 році платформа «Spacemaker AI», що забезпечує формування та аналіз оптимальних рішень для проектування багатоквартирної житлової забудови на основі фізичних даних, нормативних документів та проектних вимог, була придбана компанією «Autodesk», і в травні 2023 року було опубліковано реліз «Autodesk Forma», що поєднала можливості «Spacemaker AI» з багатьма інструментами концептуального моделювання іншого продукту компанії – «FormIt».

Також в компанії «Autodesk» працюють і над оновленням вже наявного програмного забезпечення, удосконалюючи його роботу за допомогою ШІ. Так, випущений навесні 2024 року «AutoCAD 2025» оснащений персональним помічником (Autodesk Assistant), що відтепер працює на основі генератив-

ного ШІ (Generative AI), тому має надавати більш правильні та докладніші відповіді користувачу і сприяти ефективній проектній роботі.

Серед іншого ПЗ першої групи можна зазначити «Voyage Control», що оптимізує всі логістичні процеси на будівництві, спрощуючи управління та координацію руху матеріалів та ресурсів, та «Versatile», що спрямована на покращення роботи будівельної техніки (запобігання надмірному простою та перевантаженню).

Друга група комп'ютерного інструментарію ШІ передбачає додаткові плагіни, що розширюють можливості основної програми. Сам плагін може бути створений безпосередньо компанією-розробником ПЗ або сторонньою організацією. Компанія «Graphisoft», що випускає доволі розповсюджений програмний продукт для архітекторів «Archicad», також пропонує до нього програмний модуль «Archicad AI Visualizer» для швидкого та ефективного формування архітектурних візуалізацій на початковій стадії роботи над проектом. У цьому випадку головне призначення «Archicad AI Visualizer» передбачається у використанні візуалізацій в концептуальному пошуку майбутнього проекту [12].

Аналогічна ситуація з не менш популярною програмою для архітектури та інтер'єру «SketchUp» від розробника «Trimble Navigation». Спеціальний плагін «SketchUp Diffusion» також використовує алгоритми ШІ для формування візуалізацій архітектурного проекту, проте наразі він виступає більш експериментальним та допоміжним інструментом рендеру, тобто не може замінити традиційний візуалізаційний плагін «V-Ray» [13].

На відміну від плагінів «Archicad AI Visualizer» та «SketchUp Diffusion», ШІ програмний модуль «Veras», що також призначений для створення архітектурних візуалізацій, є розробкою сторонньої компанії «Evolve Lab» [14]. Цей модуль підтримує версії програмного забезпечення «SketchUp», «Revit», «Rhino», «Autodesk Forma» та «Vectorworks». Окрім різноманітних опцій рендерингу, «Veras» також містить функції перевизначення геометрії та матеріалів, що забезпечують повний контроль над візуальним представленням архітектурного проекту із гнучким налаштуванням для кожного його елемента. Можна зазначити, що функціонал цього плагіну більш наближений до повноцінних програмних модулів рендеру, що використовуються в архітектурній діяльності.

Серед інших плагінів із задіянням ШІ, що можуть бути використані у зв'язці з «Revit», як одного з найбільш популярних професійних програмних продуктів для архітекторів слід зазначити «Finch» (для створення планів архітектурного проекту); «Drafter» та «Smart Annotation» (для спрощення роботи з кресленнями та іншою проектною документацією);

конвертери «WiseBIM AI» (перетворення 2D-планів в елементи «Revit») та «Print2CAD 2024 AI» (перетворення 2D/3D/PDF-файлів у повністю редаговані креслення CAD); «Kreo Fixer» (для інтеграції даних проекту з «Revit» до хмарного сервісу «Kreo Plan», що дозволяє створювати точні кошториси витрат і планувати реалістичні часові рамки для реалізації); «R2R» (для узгодження елементів каркасу будівлі «Revit» та «RAM Structural System» – програми аналізу майбутньої будівлі на різні типи навантажень та отримання іншої технічної інформації) [15].

Третя група включає онлайн-платформи ШІ або вебпрограми, що безпосередньо не пов'язані з професійним програмним забезпеченням, але можуть бути використані в архітектурному проекті.

Наприклад, віртуальний проектний простір «Fabrie», що дозволяє не тільки створювати візуалізації, зокрема архітектурні, але і в подальшому працювати над їх вдосконаленням, документувати, прототипувати, оцінювати, працювати як одноосібно, так і в команді. Ця ШІ-платформа також надає професійні шаблони та об'єкти, які можна змінювати, систематизувати та зв'язувати один з одним.

На відміну від «Fabrie», алгоритми «Mnml AI» розроблений саме для роботи з архітектурною візуалізацією, пропонуючи низку інструментів для створення та редагування інтер'єрних та екстер'єрних просторів, ландшафтних проектних рішень, об'єктів містобудування. Ця платформа постійно розвивається, так, одним з останніх нововведень є інструмент «Style Transfer AI», що генерує візуалізацію на основі вихідника: скетчу, 3D-моделі або іншого зображення архітектурного об'єкта – та візуального референсу до бажаної стилістики.

«LookX AI Cloud» позиціонується як ШІ-інструмент, створений та тренований виключно для архітектурної діяльності. Засновниця компанії «LookX» Ванью Хе (Wanyu He) в інтерв'ю для «Dezeen» зазначила, що головною метою створення «LookX AI Cloud» було «перетворення проектного процесу так, щоб архітектори могли повністю зосередитися на творчому самовираженні, а не на виконанні операційних завдань, що повторюються» [16].

Фотореалістичний генератор архітектурних візуалізацій «ReRender AI» містить десятки різних стилів для обробки і створення зображень різноманітних типів будівель: приватних або громадських. Як вихідник може бути використаний скетч, 3D-модель або візуалізація архітектурного об'єкта.

Окрім базових функцій у генеруванні зображень архітектурних об'єктів, інструментарій платформи «ProteAI» містить додаткові функції доробки оброблених або згенерованих візуалізацій: видалення та перестановка елементів, змінення освітлення, коригування фону і т. д.

Наведені програмні продукти дозволяють ствер-

джувати, що технології ШІ здатні трансформувати традиційні підходи до проєктування та будівництва, пропонуючи архітекторам потужні інструменти для підвищення ефективності та креативності. Проте слід зауважити, що в професійному архітектурному середовищі існують значні сумніви щодо того, чи варто повністю впроваджувати та використовувати штучний інтелект. Це пов'язано з невизначеністю впливу ШІ на традиційні ролі в архітектурній галузі, витісненням з робочих місць, а також надійністю та етичними наслідками прийняття рішень на основі саме цих алгоритмів. Так, в результатах опитування «RIBA AI Survey», проведеного серед британських архітекторів, третина респондентів «згодні з тим, що ШІ стане загрозою для професії, а третина вважає, що ШІ призведе до скорочення персоналу» [4]. Ця невизначеність призводить до відносно повільних темпів впровадження ШІ та його інтеграції в архітектурну галузь.

Висновки і перспективи подальших досліджень

У науковій статті наведені та розглянуті наявні програмні продукти з підтримкою ШІ в додатку до архітектурної діяльності. Їх систематизація дозволила виокремити три групи програмного забезпечення, що може бути використано на різних етапах архітектурного проєкту.

Першу групу становлять основні програмні продукти для архітекторів, функціонал яких передбачає використання алгоритмів ШІ. На сьогодні ще зарано казати про повністю оновлені структури таких програм, де рушієм є виключно ШІ, але його певна інтеграція вже відбулася, і, що більш важливо, дослідження щодо цього проводяться активно як у великих компаніях, як «Autodesk», так і в невеликих лабораторіях, як «Evolve Lab». Також слід зазначити, що ця група найменша за кількістю відомих та використовуваних на сьогодні програмних продуктів, проте саме вона є найперспективнішою для майбутнього розвитку архітектурної професії, оскільки передбачає повноцінні програми з комплексним підходом до архітектурної діяльності.

Розкриття справжньої цінності штучного інтелекту буде досягнуто не шляхом оптимізації традиційних способів роботи або за допомогою ВІМ-моделювання, а шляхом зміни самої суті процесу проєктування, і для цього необхідне переосмислення формотворчих концепцій в архітектурі. І хоча ШІ пропонує можливість швидко збирати, аналізувати та генерувати нові проєктні дані, необхідність приймання важливих рішень на основі власних суджень все ще буде зберігатися. Архітектор, в традиційному розумінні професії, не зникне найближчим часом, хоча завдяки доповненню поточних знань і навичок людини знаннями від ШІ з'являться

нові ціннісні пропозиції. Таке партнерство може призвести до непередбачуваних наслідків, тому, щоб впоратися з ними, в галузі архітектури має з'явитися коло нових професіоналів, що вільно оперують великими обсягами даних і відповідним програмним інструментарієм.

Друга група розглянутих програмних продуктів є додатковими плагінами з ШІ-алгоритмами, що підключаються до основної програми та розширюють її можливості, наприклад, в частині рендерингу або роботи з кресленнями. Існує багато різноманітних ШІ-модулів до професійного комп'ютерного інструментарію («SketchUp», «Revit», «Archicad» та інші), проте поки що переважає їх експериментальний характер. У контексті перспективи зміни основного програмного забезпечення з першої групи такі плагіни від самого початку можуть бути в них інтегровані, забезпечуючи комплексний підхід до проєктної діяльності.

З погляду професійного рівня програмного забезпечення для архітекторів, третя розглянута в статті група, що передбачає ШІ-платформи та веб-програми, є найменш доцільною. Проте навіть сьогодні деякі з цих ресурсів можуть бути корисними для виконання певних архітектурних завдань, тому ця група може розглядатися або як додатковий до основної програми інструментарій, або з часом може лягти в основу програми для архітекторів, наприклад, як платформа «Spacemaker AI», більше відома сьогодні як «Autodesk Forma».

Отримані результати можуть бути використані для переосмислення алгоритмів архітектурного проєктування на сучасному етапі в контексті використання комп'ютерного інструментарію з підтримкою ШІ.

Подальші дослідження плануються направити на більш детальний розгляд ПЗ, що охоплює технології імерсивного дизайну у формуванні архітектурного середовища.

Література

1. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *Nature*, 521(7553), 436-444.
2. Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., & Chiroma, H. (2016). *The role of big data in smart city*. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748-758.
3. Sastry, G., Heim, L., Belfield, H., Anderljung, M., Brundage, M., Hazell, J., O'Keefe, C., Hadfield, G. K., Ngo, R., Pilz, K., Gor, G., Bluemke, E., Shoker, S., Egan, J., Trager, R. F., Avin, S., Weller, A., Bengio, Y., & Coyle, D. (2024). *Computing Power and the Governance of Artificial Intelligence [Електронний ресурс]* // Official website «Cornell University». — Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/2402.08797>
4. *RIBA Artificial Intelligence Report [Електронний ресурс]* // Official website «Royal Institute of British Architects». — Режим доступу: <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-ai-report-2024>
5. Zeytin, E., Kösençig, K.Ö., & Öner, D. (2024). *The Role of AI Design Assistance on the Architectural Design Process: An Empirical Research with Novice Designers*. *Journal of Com-*

putational Design, 1, 1-30.

6. Castro Pena, M. L., Carballal, A., Rodríguez-Fernández, N., Santos, I., & Romero, J. (2021). Artificial intelligence applied to conceptual design. A review of its use in architecture. *Automation in Construction*, 124, 103550.

7. Rodrigues, R., Alzate-Martinez, F. A., Escobar, D., & Mistry, M. (2021). Rendering Conceptual Design Ideas with Artificial Intelligence: A Combinatory Framework of Text, Images and Sketches. *Proceedings of the 41st Annual Conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture*, 1, 572-575.

8. As, I., Pal, S., & Basu, P. (2018). Artificial intelligence in architecture: generating conceptual design via deep learning. *International Journal of Architectural Computing*, 16(4), 306-327.

9. Вергунова Н.С. Тенденції застосування штучного інтелекту та імерсивного дизайну при формуванні архітектурного середовища [Текст] / Н.С. Вергунова, М.Ю. Блінова // *Комунальне господарство міст. Серія: архітектура*. - 2024. - №3(184). - С. 59-64.

10. Zeshan, A. H. (2024). *Transcending Object: A Critical Evaluation of Integration of AI with Architecture* [Електронний ресурс] // Official website «University of Arizona». — Режим доступу: <https://repository.arizona.edu/handle/10150/672583>

11. Autodesk platform [Електронний ресурс] // Official website «Autodesk». — Режим доступу: <https://www.autodesk.com/company/autodesk-platform>

12. Archicad AI Visualizer [Електронний ресурс] // Official website «Graphisoft». — Режим доступу: <https://graphisoft.com/solutions/innovation/archicad-ai-visualizer>

13. SketchUp Diffusion [Електронний ресурс] // Official website «SketchUp». — Режим доступу: <https://help.sketchup.com/en/sketchup-diffusion>

14. Veras [Електронний ресурс] // Official website «Evolve Lab». — Режим доступу: <https://www.evolve-lab.io/veras>

15. Best Revit plugins for Artificial Intelligence [Електронний ресурс] // Official website «RVT Plugins». — Режим доступу: <https://rvtplugins.com/category/artificial-intelligence>

16. Yao, C. (2024). "Only by embracing AI can you be involved in controlling it" says LookX founder Wanyu He [Електронний ресурс] // Official website «Dezeen». — Режим доступу: <https://www.dezeen.com/2023/07/14/lookx-wanyu-he-ai-interview-aitopia/>

References

1. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.

2. Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., & Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748-758.

3. Sastry, G., Heim, L., Belfield, H., Anderljung, M., Brundage, M., Hazell, J., O'Keefe, C., Hadfield, G. K., Ngo, R., Pilz, K., Gor, G., Bluemke, E., Shoker, S., Egan, J., Trager, R. F., Avin, S., Weller, A., Bengio, Y., & Coyle, D. (2024). Computing Power and the Governance of Artificial Intelligence. Official website «Cornell University». Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2402.08797>

4. RIBA Artificial Intelligence Report. Official website «Royal

Institute of British Architects». Retrieved from <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-ai-report-2024>

5. Zeytin, E., Köseenciğ, K.Ö., & Öner, D. (2024). The Role of AI Design Assistance on the Architectural Design Process: An Empirical Research with Novice Designers. *Journal of Computational Design*, 1, 1-30.

6. Castro Pena, M. L., Carballal, A., Rodríguez-Fernández, N., Santos, I., & Romero, J. (2021). Artificial intelligence applied to conceptual design. A review of its use in architecture. *Automation in Construction*, 124, 103550.

7. Rodrigues, R., Alzate-Martinez, F. A., Escobar, D., & Mistry, M. (2021). Rendering Conceptual Design Ideas with Artificial Intelligence: A Combinatory Framework of Text, Images and Sketches. *Proceedings of the 41st Annual Conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture*, 1, 572-575.

8. As, I., Pal, S., & Basu, P. (2018). Artificial intelligence in architecture: generating conceptual design via deep learning. *International Journal of Architectural Computing*, 16(4), 306-327.

9. Vergunova, N. S., & Blinova, M. Yu. (2024). Trends in the use of artificial intelligence and immersive design in the formation of architectural environment. *Municipal economy of cities*, 3(184), 59-64.

10. Zeshan, A. H. (2024). *Transcending Object: A Critical Evaluation of Integration of AI with Architecture*. Official website «University of Arizona». Retrieved from <https://repository.arizona.edu/handle/10150/672583>

11. Autodesk platform. Official website «Autodesk». Retrieved from <https://www.autodesk.com/company/autodesk-platform>

12. Archicad AI Visualizer. Official website «Graphisoft». Retrieved from <https://graphisoft.com/solutions/innovation/archicad-ai-visualizer>

13. SketchUp Diffusion. Official website «SketchUp». Retrieved from <https://help.sketchup.com/en/sketchup-diffusion>

14. Veras. Official website «Evolve Lab». Retrieved from <https://www.evolve-lab.io/veras>

15. Best Revit plugins for Artificial Intelligence. Official website «RVT Plugins». Retrieved from <https://rvtplugins.com/category/artificial-intelligence>

16. Yao, C. (2024). "Only by embracing AI can you be involved in controlling it" says LookX founder Wanyu He. Official website «Dezeen». Retrieved from <https://www.dezeen.com/2023/07/14/lookx-wanyu-he-ai-interview-aitopia/>

Рецензент: д-р арх., проф. кафедри інноваційних технологій у дизайні архітектурного середовища М.Ю. Блінова, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ВЕРГУНОВА Наталія Сергіївна кандидат мистецтвознавства, доцент, завідувач кафедри дизайну та 3D-моделювання

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – natalia.vergunova@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8470-7956>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN ARCHITECTURE

N. Vergunova

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Lately, architects have begun to favour a more result-oriented way of working based on artificial intelligence (AI) and its use for automation and software applications operation that support work with design data.

The research aims to identify and systematise data on computer tools using artificial intelligence algorithms and the prospects for its development in architectural activities.

The use of AI algorithms in architectural design is characteristic of all its stages, from the conceptual phase and basic design levels to detailing, development of design documentation, and future implementation, which is why various computer tools are available.

The scientific paper describes three groups of AI software products. The first group includes software for architectural activities with AI-based functionality. The second group involves additional plug-ins with AI algorithms, i.e., independently compiled software modules installed and connected to the main programme, expanding its capabilities. The third group comprises online AI platforms, many of which are already available on the Internet and continue to grow in number. These services are usually not associated with professional software but can be used to perform specific architectural design tasks.

The reviewed software products suggest that artificial intelligence technologies can transform traditional approaches to architecture and construction, offering architects powerful tools to increase efficiency and creativity. However, it is necessary to note significant doubts in the professional architectural community about whether to implement artificial intelligence fully. It is due to uncertainty about the impact of AI on traditional roles in the architectural industry, displacement from jobs, and the reliability and ethical implications of decision-making based on these particular algorithms. We should also note that the first group of software is the most promising for the future development of the architectural profession, as it provides full-fledged programmes with a comprehensive approach to architectural activities.

Keywords: *artificial intelligence, software, plugin, architecture.*