

2. Deep Learning for Detecting Building Defects Using Convolutional Neural Networks - PMC. *PMC Home*. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6720984/> (дата звернення: 15.05.2025)

3. AI in Construction: Enhancing Design, Risk Management & Monitoring. *Encardio Rite*. URL: <https://www.encardio.com/blog/ai-in-construction-design-monitoring> (дата звернення: 15.05.2025)

УДК 721:69:004.925.84

Друзь О.В., здобувач вищої освіти
diana615213@stu.cn.ua

Ткачук Д.В., здобувач вищої освіти

Національний університет «Чернігівська політехніка», tkachukdima@stu.cn.ua

3D-ДРУК У БУДІВНИЦТВІ: ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

У XXI столітті глобальні технологічні зрушення спричинили появу нових підходів до організації будівельних процесів. Однією з найперспективніших інновацій у цій сфері є технологія тривимірного друку (3D-друку), що належить до адитивних методів виробництва. Вона дозволяє створювати будівельні елементи або цілі об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу відповідно до цифрової моделі, що відкриває широкі можливості для автоматизації будівництва, зниження витрат і реалізації складних архітектурних форм [1].

Незважаючи на активне поширення 3D-друку в будівництві у США, Китаї, Нідерландах та інших країнах, в Україні ця технологія досі перебуває на етапі становлення. Основними бар'єрами для її впровадження є відсутність нормативної бази, обмежений доступ до високоякісного обладнання та матеріалів, а також недостатній рівень інтеграції цифрового проектування в практику проектних організацій [2; 3].

Водночас, потенціал застосування 3D-друку в українському будівництві є надзвичайно високим: від виготовлення малих архітектурних форм і елементів фасадного декору до спорудження житла, інфраструктурних об'єктів і тимчасових будівель для зон надзвичайних ситуацій [1; 3]. Особливої актуальності дана технологія набуває в умовах воєнного та післявоєнного відновлення, коли виникає потреба у швидкому зведенні житлового фонду з мінімальними витратами ресурсів.

Актуальність дослідження

В умовах потреби у швидкому, економному та технологічно ефективному відновленні будівельної інфраструктури, зокрема в післявоєнний період, 3D-друк розглядається як перспективний інструмент трансформації галузі. Ця технологія дозволяє зводити об'єкти з мінімальними витратами часу та ресурсів, забезпечуючи при цьому архітектурну різноманітність і точність виготовлення конструкцій [1; 2]. Зважаючи на світовий досвід та зростання інтересу до адитивних технологій, дослідження потенціалу їх впровадження в Україні є вчасним і суспільно значущим.

Основна частина

Технологія 3D-друку належить до класу адитивного виробництва, що передбачає пошарове нанесення матеріалу відповідно до тривимірної цифрової моделі. У будівництві це дозволяє створювати об'ємні елементи конструкцій із високим рівнем точності та складністю геометрії без потреби у традиційній опалубці або значних трудових затратах [1]. Серед найбільш поширених технологічних підходів — екструзійний метод із використанням бетонних сумішей, лазерна стереолітографія (SLA) та селективне лазерне спікання (SLS) [1; 2].

У світовій практиці 3D-друк знаходить застосування у спорудженні житлових будинків, об'єктів інфраструктури, малих архітектурних форм та навіть у реставраційних проєктах. Приклади успішного використання цієї технології демонструють компанії **WinSun** (Китай),

Apis Cor (США), **DUS Architects** (Нідерланди), які впроваджують інноваційні моделі друку з використанням композитів, бетонів із вторинної сировини та полімерних сумішей [2; 3].

Згідно з дослідженнями, основними перевагами технології 3D-друку в будівництві є:

- скорочення тривалості зведення об'єктів до кількох днів;
- зменшення кількості будівельних відходів;
- можливість автоматизації значної частини процесу;
- зниження вартості спорудження на 30–50% у порівнянні з традиційними методами.

Водночас для успішного впровадження технології в Україні необхідно подолати низку викликів. Найважливішим серед них є відсутність нормативно-правової бази, яка регулює проектування та будівництво за допомогою 3D-принтерів. Також відзначається потреба в адаптації матеріалів до кліматичних умов України та розвиток інженерно-технологічної компетентності фахівців [2; 3].

З огляду на значні обсяги післявоєнного відновлення житлової інфраструктури, доцільно розглядати технологію 3D-друку як частину державної політики у сфері будівництва. В умовах дефіциту ресурсів та необхідності оперативного зведення житла, адитивне виробництво має всі шанси стати одним з пріоритетних напрямів [3].

Окрему увагу слід приділити використанню локальних матеріалів для 3D-друку — таких як цементно-піщані суміші з додаванням армуючих волокон або матеріали вторинної переробки, що не лише знижують собівартість будівництва, а й відповідають сучасним вимогам сталого розвитку [1].

Таким чином, міжнародний досвід і потенціал вітчизняної науково-технічної бази свідчать про наявність реальних передумов для запровадження 3D-друку в будівництві України. Необхідною умовою є інтеграція технології в нормативну систему та систематична підтримка з боку держави й приватних інвесторів [2].

Висновок.

Технологія 3D-друку в будівництві відкриває нові можливості для удосконалення процесів зведення споруд, зменшення витрат матеріалів і трудових ресурсів, а також забезпечення гнучкості архітектурних рішень. Світовий досвід засвідчує ефективність цієї технології при будівництві житла, інфраструктурних об'єктів і малих архітектурних форм, що є особливо актуальним в умовах потреби швидкого будівництва [1; 2].

В Україні 3D-друк може відіграти важливу роль у післявоєнному відновленні, однак на шляху до його впровадження стоять низка викликів: відсутність нормативного забезпечення, потреба в спеціалізованих матеріалах та недостатній рівень технічної підготовки [2; 3].

Таким чином, широке використання 3D-друку в українському будівництві можливе за умови інтеграції цієї технології у державну політику, підтримки досліджень і розвитку матеріально-технічної бази галузі.

Список посилань

1. Іванов-Костецький С., Гуменник І., Воронкова І. Шляхи застосування технологій 3D-друку у створенні сучасних об'єктів архітектури // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: «Архітектура». – № 1 (7), 2022. – С. 54–58.
2. Згалат-Лозинська Л.О., Згалат-Лозинський О.Б. Розвиток та впровадження інноваційних технологій 3D-друку у будівництві // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. – 2020. – Т. 31 (70), № 5. – С. 45–48.
3. Заяць Є.І., Богданов І.В., Невгомонний Г.У. та ін. Особливості використання технологій 3D-друку в будівництві // Містобудування та територіальне планування. – 2021. – № 76. – С. 83–93.