

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.74.345-353>

УДК 728.22.02-222.221:[681.625.9:004.9]

Дмитренко Андрій Юрійович,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри архітектури будівель та дизайну

Національного університету

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ab.Dmytrenko_AU@nupp.edu.ua

<http://orcid.org/0000-0003-4757-5218>

Чорний Олексій Олександрович,

аспірант кафедри основ архітектури і архітектурного проектування

Київського національного університету будівництва і архітектури

chorny_i_oo-2024@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0009-0009-1563-3728>

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ 3D ДРУКУ

Анотація. в умовах російсько-української війни загострилася житлова проблема: існуючі традиційні методи будівництва не можуть забезпечити недорогим швидко зведеним житлом велику кількість вимушених переселенців, людей в містах, які втратили житло через влучання дронів, ракет, авіабомб, а також ветеранів із родинами. На тлі економічної кризи, яка загострюється, виходом з ситуації може стати запозичення закордонного досвіду інноваційних технологій зведення недорогого швидкозведеного житла, яке відповідає вимогам функціональності, ергономічності, екологічності, енергоефективності і має привабливий вигляд. Автори проаналізували існуючі сьогодні типи таких жител і особливо дослідили можливості проектування і будівництва на основі 3D друку.

Ключові слова: методичний підхід; архітектурно-планувальна організація; малоповерхове житло; технологія прискореного будівництва; використання 3D друку.

Постановка проблеми. Поширення житла, виготовленого засобами 3D друку зумовлене соціально-економічними потребами, коли виникає потреба в дешевому житлі, яке зводиться швидко. Саме тому такий інноваційний підхід до архітектурного проектування масового індивідуального житла є актуальним для умов України, коли виникає потреба в зведенні великої кількості нового житла для вимушених переселенців, жителів міст, які втратили житло і ветеранів з родинами. На наш погляд, цей напрям буде набувати ще більшої актуальності

при післявоєнній відбудові України. До переваг такої сучасної технології належить:

- можливість масштабувати відновлення житлового фонду за рахунок економічного швидкого до зведення житла;
- уніфікація процесів – від проєктування до реалізації;
- мінімізація кількості задіяних працівників;
- ергономічність і екологічність.

Таким чином, на наш погляд, саме такі технології будівництва стануть масовими при післявоєнному відновленні міст і сіл України, особливо враховуючи повернення біженців з-за кордону, які також потребуватимуть житла. Як свідчить досвід закордонних країн, в будівлях, виготовлених за допомогою 3D-друку вдається зберегти оригінальність архітектурного образу, оскільки така технологія дозволяє виготовляти форми різного рівня складності. На наш погляд, таким способом з часом можна буде виготовляти і будівлі іншого функціонального призначення.

Варто зазначити, що закордонні фірми, які займаються зведенням таких типів житла, зацікавлені просувати свої наробки при відбудові України, тобто це відкриває можливості для залучення інвесторів і виробників сучасних технологій будівництва. Залученню іноземних інвестицій сприятиме також екологічність такого типу будівництва з мінімізацією будівельного сміття і шкідливих викидів до атмосфери. Наприклад, Німеччина, Нідерланди та Люксембург розробили програми скорочення вуглецевих викидів і зменшення витрат цементу в будівництві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема дослідження визначила відповідну джерельну базу таких напрямків:

- статті, які висвітлюють руйнування об'єктів архітектури в часи російсько-української війни [1 – 5];
- статті, присвячені відбудові після Другої світової війни [6];
- технології 3D друку в проєктуванні й будівництві [7 – 11];
- інші технології прискореного будівництва [12 – 14].

Опрацювання джерельної бази і ознайомлення на практиці одного з авторів – О. Чорного – з вітчизняним досвідом таких технологій засвідчив, що в Україні ця галузь перебуває поки що в стані зародку і така технологія знайшла втілення лише в поодиноких об'єктах.

Метою публікації є дослідження можливостей 3D друку в архітектурному проєктуванні і будівництві, його місця серед інших технологій прискореного будівництва, ознайомлення із закордонним досвідом і аргументація його використання в умовах України.

Основна частина. За кордоном постійно розробляють нові технології для швидкого будівництва житла. Технологія 3D друку в сучасному архітектурному проєктуванні й будівництві, таким чином, виникла не на порожньому місці, а використала існуючі інноваційні досягнення. Першим з них є модульне будівництво у США та Канаді. Такі модульні системи отримали поширення в житловому і комерційному будівництві.

Повністю інтегровані модульні конструкції дозволяють скоротити строки будівництва до 50% [12]. Розроблені технології мають максимальну стандартизацію процесів, що знижує вартість будівництва. Такі модульні будинки були розроблені як житло в екстрених ситуаціях для тимчасових переселенців.

Масовим будівництвом модульних будинків займається і Китай, який є лідером швидкого будівництва. Нові технології швидкого будівництва застосовуються навіть в масштабних нових об'єктах, як-то 30-поверховий готель у місті Чанша із збірних модулів (проєкт компанії Broad Group). У місті Ухань технології швидкого будівництва використовувалися для зведення лікарень під час пандемії COVID-19.

Другим напрямком є енергоефективне будівництво. Тут варто назвати приклад технології BoKlok, розробленої компанією ІКЕА у партнерстві з Skanska, коли збірні енергоефективні житлові будинки виготовляються на заводах і збираються на місці за кілька тижнів. Такий тип житла оптимальний для молодих сімей.

До швидкозбірних типів будівель належить так звана контейнерна архітектура. Прикладом можна назвати контейнерний котедж C-Home Hudson як прототип нової серії збірних будинків для Нью-Йорку (проєкт студії Lot-Ek (США), яка спеціалізується на житлових і громадських будівлях з морських контейнерів) [13].

Із 1000 контейнерів побудовано й студентське містечко Keetwonen в Амстердамі (Нідерланди), побудоване з контейнерів.

Ще одним типом швидко зведеного економічного житла є надувні та каркасно-тентові споруди, які знайшли використання в військовій сфері, наукових експедиціях і як тимчасові укриття (мобільні шпиталі під час пандемії COVID-19, забудова таборів для біженців).

До швидких типів будівництва варто віднести і швидкокомтовані сталеві модульні конструкції, які можна застосовувати навіть в висотних будівлях (57-поверховий хмарочос в Китаї, розробка компанії Broad Sustainable Building (Китай), застосування легких металевих каркасів у житловому й громадському будівництві країн Європи (фірма Kattera / Lindab (Європа)).

До інноваційних варто віднести технології cross-laminated timber CLT, де застосовується будівництво з багатошарових дерев'яних панелей. Така конструктивна схема відзначається міцністю, жорсткістю і стабільністю конструкцій і може успішно застосовуватись в будівлях різної поверховості. CLT-панелі є екологічними, енергоефективними та дозволяють значно прискорити будівництво завдяки готовим елементам і відсутності вологих процесів. Ця технологія знайшла застосування в Австрії, Німеччині, Норвегії (18-поверховий житловий будинок «Mjøstårnet» у Норвегії).

Якщо ж говорити безпосередньо про використання технологій 3D-друку, то різні країни використовують їх з різною метою: в Польщі це вирішення проблем соціального житла, а в Люксембургу – як інноваційно-екологічний експеримент. Таке будівництво має певні особливості, пов'язані з переміщенням принтера (Рис.1, 2).

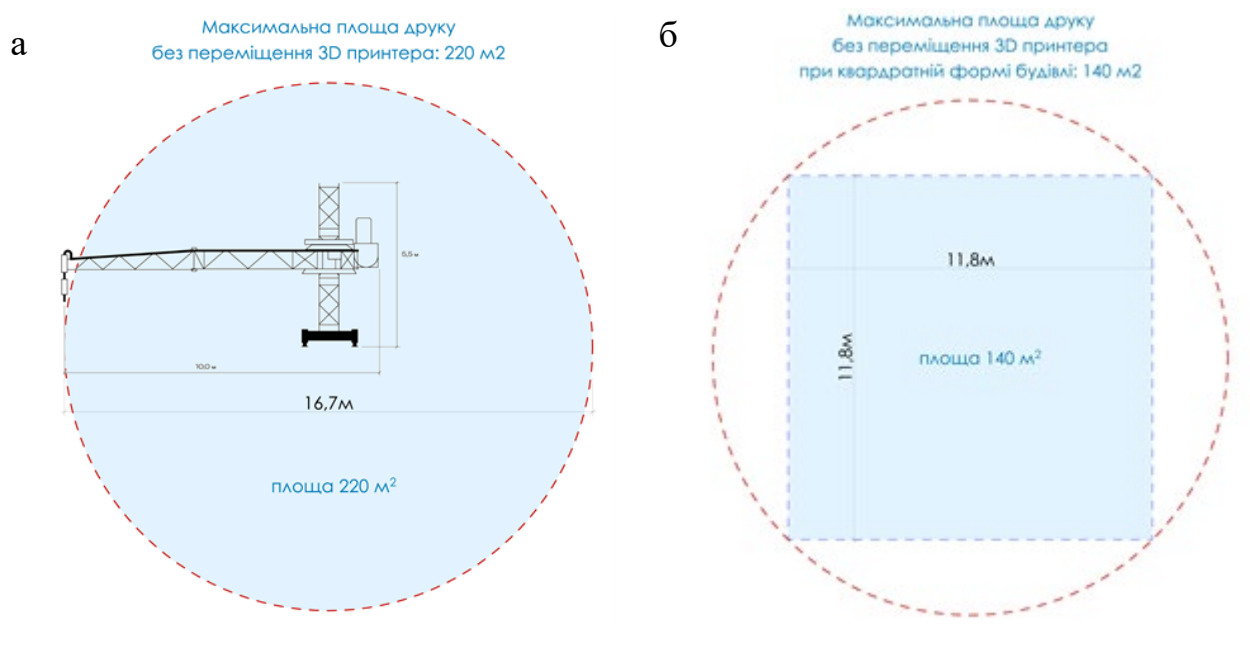


Рис.1. Схема 3D-друку з визначенням площі: а – максимальна площа друку без переміщення 3D принтера 220 м²; б – максимальна площа друку без переміщення принтера при квадратній формі будівлі 140 м². Автор О. Чорний

Серед реалізованих прикладів назовемо проєкт «Community First! Village» (перший у світі квартал з надрукованих будинків у Техасі, компанія ICON (США) [14], соціальне житло в Ірландії та житлові комплекси у Німеччині (компанія COBOD (Данія), адміністративна будівля у Дубаї площею понад 600 м² (компанія Apis Cor (США/ОАЕ)).



Рис.2. Етапи будівництва за допомогою 3D-друку. Автор О. Чорний

Висновки. Аналіз закордонних розробок в галузі економічного житлового будівництва засвідчує, що існуючі конструктивні схеми можна адаптувати до умов України і сприяти тим самим вирішенню житлових проблем. Для внутрішньо переміщених осіб можна використовувати модульні системи за зразком США і Швеції. Розроблені в Китаї і ОАЕ технології 3D-друку, дозволяють будувати економічні будівлі з унікальним дизайном. До того ж, ці технології є енергоефективними і екологічними, що є актуальним для України на шляху до Європи і дефіциту енергоресурсів. Утім, аналіз зарубіжної практики доводить, що там одночасно мають місце різні типи швидкого будівництва, спільна мета яких полягає у скороченні часу й вартості будівництва, а також адаптації до кризових чи масових житлових потреб.

Список літератури

1. Ivashko Y., Tovbych V., Hlushchenko A., Belinskyi S., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments // *Muzeológia a kultúrne dedičstvo*. 2023. Vol. 11, No. 1. P. 53–71. DOI: <https://doi.org/10.46284/mkd.2023.11.1.4>
2. Ivashko Y., Mykhailovskyi D., Tovbych V., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A., Kharaborska Y., Sandu A. V. Problems of plants revitalization in the east of Ukraine after the war // *International Journal of Conservation Science*. 2023. Vol. 14, No. 2. P. 551–562. DOI: <https://doi.org/10.36868/IJCS.2023.02.12>
3. Ivashko Y., Dmytrenko A., Pawlowska A., Lisińska-Kuśnierz M., Krupa M., Tišliar P., Hlushchenko A., Serafin A., Shpakov A. Destruction of the architectural heritage as a result of war: The experience of reconstruction (conservation and logistical aspects) // *International Journal of Conservation Science*. 2024. Vol. 15, Special Issue 1. P. 17–30. DOI: <https://doi.org/10.36868/IJCS.2024.SI.02>
4. Ivashko Y., Dmytrenko A., Molodid O., Ivashko O., Molochko V., Belinskyi S., Bigaj P. The destruction of the established urban environment of Borodianka and Irpen as a result of the Russian-Ukrainian war // *International Journal of Conservation Science*. 2024. Vol. 15, No. 2. P. 785–800. DOI: <https://doi.org/10.36868/IJCS.2024.02.03>
5. Kozłowski T., Ivashko Y., Belinskyi S., Ivashko O., Dmytrenko A. Theoretical and legal rules for the reconstruction of architectural monuments in Ukraine that suffered during the Russian military aggression // *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury O/PAN w Krakowie (Urbanism and Architecture Files of the Polish Academy of Sciences, Krakow Branch)*. 2022. Vol. L. P. 391–408. DOI: <https://doi.org/10.24425/tkuia.2022.144859>
6. Nadolny A., Ivashko Y., Śluchocka K., Sandu I. G., Bigaj P. In-fill development architecture, as element of post second war reconstruction of city of Poznan. Case study of Joseph Stübben's extension plan of the city from years 1902–1918 // *International Journal of Conservation Science*. 2023. Vol. 14, No. 1. P. 57–74. DOI: <https://doi.org/10.36868/IJCS.2023.01.05>
7. What is 3D printing in construction (and is it worth the hype)? [Electronic resource] // *University of the Built Environment*. 16.04.2025. URL: <https://www.ube.ac.uk/whats-happening/articles/3d-printing-construction/> (дата звернення: 08.09.2025).
8. Pan Y., Zhang Y., Zhang D., Song Y. 3D printing in construction: state of the art and applications // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. Vol. 115. P. 1329–1348. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07213-0>

9. Tabassum T., Mir A. A. A review of 3d printing technology—the future of sustainable construction // *Materials Today: Proceedings*. 2023. Vol. 93, Pt. 3. P. 408–414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.013>
10. Banihashemi S., Akbarnezhad A., Sheikhhoshkar M., El Haouzi H. B., Bernard A. 3D printing in construction: sustainable technology for building industry // *Progress in Additive Manufacturing*. 2025. Vol. 10. P. 11729–11762. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40964-025-01314-y>
11. Hassan H. H., Rodriguez-Ubinas E., Al Tamimi A., Trepce E., Mansouri A., Almehairbi K. Towards innovative and sustainable buildings: A comprehensive review of 3D printing in construction // *Automation in Construction*. 2024. Vol. 163. Art. 105417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105417>
12. Doe R. M. An open, integrated modular format: For flexible and intelligible architecture, engineering and construction design and production // *International Journal of Architectural Computing*. 2020. Vol. 19, No. 1. P. 23–36. DOI: <https://doi.org/10.1177/1478077120943795>
13. C-Home / LOT-EK [Electronic resource] // ArchDaily. 10.01.2021. URL: <https://www.archdaily.com/954412/c-home-lot-ek> (дата звернення: 08.09.2025).
14. Community First! Village [Electronic resource] // Mobile Loaves & Fishes. URL: <https://mlf.org/community-first/> (дата звернення: 08.09.2025).

References

1. Ivashko, Y., Tovbych, V., Hlushchenko, A., Belinskyi, S., Kobylarczyk, J., Kuśnierz-Krupa, D., & Dmytrenko, A. (2023). Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo*, 11(1), 53–71. <https://doi.org/10.46284/mkd.2023.11.1.4> (in English).
2. Ivashko, Y., Mykhailovskyi, D., Tovbych, V., Kobylarczyk, J., Kuśnierz-Krupa, D., Dmytrenko, A., Kharaborska, Y., & Sandu, A. V. (2023). Problems of plants revitalization in the east of Ukraine after the war. *International Journal of Conservation Science*, 14(2), 551–562. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2023.02.12> (in English).
3. Ivashko, Y., Dmytrenko, A., Pawlowska, A., Lisińska-Kuśnierz, M., Krupa, M., Tišliar, P., Hlushchenko, A., Serafin, A., & Shpakov, A. (2024). Destruction of the architectural heritage as a result of war: The experience of reconstruction (conservation and logistical aspects). *International Journal of Conservation Science*, 15(Special Issue 1), 17–30. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2024.SI.02> (in English).
4. Ivashko, Y., Dmytrenko, A., Molodid, O., Ivashko, O., Molochko, V., Belinskyi, S., & Bigaj, P. (2024). The destruction of the established urban environment of Borodianka and Irpen as a result of the Russian-Ukrainian war. *International Journal*

of Conservation Science, 15(2), 785–800. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2024.02.03> (in English).

5. Kozłowski, T., Ivashko, Y., Belinskyi, S., Ivashko, O., & Dmytrenko, A. (2022). Theoretical and legal rules for the reconstruction of architectural monuments in Ukraine that suffered during the Russian military aggression. *Urbanism and Architecture Files of the Polish Academy of Sciences, Krakow Branch*, 50, 391–408. <https://doi.org/10.24425/tkuia.2022.144859> (in English).

6. Nadolny, A., Ivashko, Y., Śluchocka, K., Sandu, I. G., & Bigaj, P. (2023). In-fill development architecture, as element of post second war reconstruction of city of Poznan: Case study of Joseph Stübben's extension plan of the city from years 1902–1918. *International Journal of Conservation Science*, 14(1), 57–74. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2023.01.05> (in English).

7. University of the Built Environment. (2025, April 16). What is 3D printing in construction (and is it worth the hype)? <https://www.ube.ac.uk/whats-happening/articles/3d-printing-construction/> (in English).

8. Pan, Y., Zhang, Y., Zhang, D., & Song, Y. (2021). 3D printing in construction: State of the art and applications. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 115, 1329–1348. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07213-0> (in English).

9. Tabassum, T., & Mir, A. A. (2023). A review of 3D printing technology—the future of sustainable construction. *Materials Today: Proceedings*, 93(3), 408–414. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.013> (in English).

10. Banihashemi, S., Akbarnezhad, A., Sheikhhoshkar, M., El Haouzi, H. B., & Bernard, A. (2025). 3D printing in construction: Sustainable technology for building industry. *Progress in Additive Manufacturing*, 10, 11729–11762. <https://doi.org/10.1007/s40964-025-01314-y> (in English).

11. Hassan, H. H., Rodriguez-Ubinas, E., Al Tamimi, A., Trepce, E., Mansouri, A., & Almehairbi, K. (2024). Towards innovative and sustainable buildings: A comprehensive review of 3D printing in construction. *Automation in Construction*, 163, 105417. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105417> (in English).

12. Doe, R. M. (2020). An open, integrated modular format: For flexible and intelligible architecture, engineering and construction design and production. *International Journal of Architectural Computing*, 19(1), 23–36. <https://doi.org/10.1177/1478077120943795> (in English).

13. ArchDaily. (2021, January 10). C-Home / LOT-EK. <https://www.archdaily.com/954412/c-home-lot-ek> (in English).

14. Mobile Loaves & Fishes. (n.d.). Community First! Village. <https://mlf.org/community-first/> (Accessed September 8, 2025). (in English).

Abstract

Andrii Dmytrenko, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of the Architecture of Buildings and Design, National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”.

Olexii Chornyi, Post-graduate student of the Department of Fundamentals of Architecture and Architectural Design, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Methodological approaches to architectural and planning organization of low-rise residential buildings using 3D printing

In the context of the Russian-Ukrainian war, the housing problem has become acute: existing traditional construction methods cannot provide inexpensive, quickly constructed housing for a large number of internally displaced persons, people in cities who have lost their homes due to drones, missiles, and air bombs, as well as veterans with their families. Against the backdrop of the worsening economic crisis, a way out of the situation may be to borrow foreign experience in innovative technologies for the construction of inexpensive, quickly erected housing that meets the requirements of functionality, ergonomics, environmental friendliness, energy efficiency, and has an attractive appearance. The authors analysed the types of such dwellings that exist today and especially investigated the possibilities of design and construction based on 3D printing. The following directions of economic rapid construction are distinguished: modular construction; energy-efficient construction; container architecture; inflatable and frame-tent structures; prefabricated steel modular structures; cross-laminated timber CLT; 3D printing technologies. The authors also analysed the features of 3D printing technology when applied in low-rise residential construction, as well as its impact on the volumetric and spatial parameters of buildings and on the methodology of architectural design. It should be noted that when solving the problem of mass cheap low-rise residential construction, it is inappropriate to focus on any one technology, preferring the comprehensive use of the entire set of accelerated construction technologies. Analysis of foreign practice proves that there are simultaneously different types of rapid construction, the common goal of which is to reduce the time and cost of construction, as well as adaptation to crisis or mass housing needs, and shows that existing design schemes can be adapted to the conditions of Ukraine and thereby contribute to solving housing problems.

Keywords: methodological approach; architectural and planning organization; low-rise housing; accelerated construction technology; use of 3D printing.