

DOI: 10.18372/2415-8151.25.16783

УДК 624:728

## ПРАКТИЧНІСТЬ МОДУЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА: ДОСВІД МИНУЛОГО ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Новік Ганна Володимирівна<sup>1</sup>, Гнатюк Лілія Романівна<sup>2</sup>, Візір Ангеліна Сергіївна<sup>3</sup>

<sup>1</sup> старший викладач кафедри дизайну інтер'єру, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: hanna.novik@npp.nau.edu.ua, orcid: 0000-0003-4027-5079

<sup>2</sup> Доцент, кандидат архітектури, зав. кафедрою дизайну інтер'єру, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: liliia.hnatiuk.@npp.nau.edu.ua, orcid:0000-0001-5853-9429

<sup>3</sup> Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: anhelinavizir@gmail.com, orcid:0000-0002-0763-997X

**Анотація. Мета:** визначити на основі прикладів зведених модульних будинків практичну цінність модульного будівництва. З'ясувати доцільність використання модульного принципу в наш час, звернувши окрему увагу на сучасні події в Україні. Проаналізувати перспективи розвитку модульного будівництва.

**Методологія.** Використано загально-наукові методи, такі як аналіз, систематизація, узагальнення, порівняння. Емпіричною базою для проведення наукової роботи став дистанційний аналіз об'єктів: наукових публікацій та статей.

**Результати.** В статті досліджено особливості технологічного процесу зведення будинків за модульною технологією. Окреслено відмінності між основними характеристиками традиційного будівництва та модульного. Для створення уяви про те, яке практичне значення мали зведені модульні будинки, було вивчено історію розвитку модульного способу будівництва, а також проаналізовано відомі приклади архітектурних рішень. Зокрема, госпіталь, спроектований Ісамбардом Кінгс Брунелем під час Кримської війни, Experimental House Джорджа Нельсона, Habitat 67, лікарня Лейшеньшань в Ухані та модульні будинки для внутрішньо переселених українців. Виявлено, що модульна технологія знижує вплив будівництва на навколишнє середовище, прискорює темпи зведення, забезпечує економію часу та матеріалів. З'ясовано, що модульне будівництво найчастіше застосовувалось у відповідь на значні соціальні та природні виклики. Виділені деякі рекомендації для проєктування модульного тимчасового житла для вимушених переселенців в Україні: 1. Надання переваги модульним технологіям зведення будинків за 4-6 місяців; 2. Максимальна поверховість житлових будинків – п'ять поверхів, без ліфту; 3. Проєктування квартир орієнтовно на сім'ю від 3 до 6 осіб, площею від 40 м<sup>2</sup> до 80 м<sup>2</sup>; 4. Забезпечення опалення та гаряче водопостачання до будинків за рахунок сонячних панелей, енергозберігаючих вікон, теплових насосів та теплоізолюючих матеріалів; 5. Впровадження концепції готового житла, при якому кожна квартира матиме всі необхідні для проживання меблі, побутову техніку, внутрішнє оздоблення; 6. Аналіз інфраструктури населеного пункту, в якому будуватиметься модульне житло.

**Ключові слова:** модульне будівництво, модуль, модульний будинок, збірні конструкції, модульне тимчасове житло, енергоефективні будівлі, технології швидкого будівництва, швидкість, комфорт, практичність.

## ВСТУП

За останні роки модульний спосіб по-будови широко набув популярності в будівельній індустрії. Модульне будівництво майже на 50% є швидшим і дешевшим методом побудови, ніж традиційне. Модульні будинки являють собою будинки, частини яких зроблені на заводі, але зібрані на будівельному майданчику. Важливо розуміти, що терміни «модульний» та «збірний» в деяких випадках означають одне й те ж саме, наприклад збірні елементи є частиною модульної схеми. Але в цілому між цими поняттями є різниця: «збірний» характеризує будь-який компонент будівлі, наприклад, сходи чи стінові панелі, тоді як «модульний» стосується скоріше не окремих елементів, а закритих житлових приміщень, наприклад, кімнату. Модулі мають форму шестисторонніх коробок, які за допомогою крана встановлюються на фундамент будівлі. Модульна технологія дозволяє переміщувати модулі і створювати різноманітні конфігурації, що дає перевагу будівельникам зводити естетично привабливі будівлі.

Зведення модульних будинків завжди має на меті вирішити якусь практичну задачу містобудування. Так як витоки модульної архітектури починаються ще з стародавніх часів, то доцільність такого способу будівництва прямо залежала від проблем певного періоду. І кожне вирішення такої проблеми сформувало крок за кроком набір рекомендацій, які зможуть допомогти сучасним архітекторам, інженерам та дизайнерам знаходити рішення для актуальних кейсів. На сьогодні перед Україною постали нові виклики, тому модульне будівництво слід розглядати в аспекті вирішення цих проблем.

## АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Останнім часом тема модульного будівництва стає дедалі актуальнішою. У статті Річарда Собера [3] розглядається концепція дизайну модульного будинку, яка забезпечить гнучкість планування відповідно до потреб користувача. Питання продуктивності модульних збірних конструкцій порушується, зокрема, в публікації Боафо та Кім [19]. Дослідники розглядали це питання враховуючи теплову поведінку, енергоспоживання та життєвий цикл існуючих збірних конструкцій.

Історичний розвиток модульних будинків наведено у джерелах [4] та [5]. Так як в наш час більшість інформації скоріше з'являється на просторах Інтернету, ніж в наукових виданнях, було опрацьовано ряд електронних джерел, зокрема, питання застосування мо-

дульної технології під час пандемії наведено у [6], [7], [8], [9]; питання зведення модульних будинків для вимушено переміщених українців наведено у [10], [11], [12], [13], [17], [14], [16].

## МЕТА

Метою даної статті є визначення практичності модульного будівництва на основі прикладів зведених модульних будинків. З'ясування доцільності використання модульної технології в наш час, окрему увагу звернувши на сучасні події в Україні. Проаналізувати перспективи розвитку модульних будинків.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Модульне будівництво є еволюційним явищем, яке засноване на успішному та невдалому досвіді [19]. Перші згадки про модульний тип забудови зустрічаються в містобудівничих описах древніх цивілізацій Єгипту, Китаю, Індії та Месопотамії. Зокрема найвідомішими прикладами міст з використанням прямокутних модульних структур є давньоєгипетські міста Кахун (рис.1) та Ахетатон (початок II тис. д.н.е.) (рис.2) та давньоіндійське місто Мохен-джо-Даро (III тис. д.н.е.). Причиною застосування модульного типу забудови в цих містах, за думкою більшої частини дослідників, слугувало винайдення транспорту на колесах, яке змінило розташування доріг — вони стали сходитися під прямим кутом. Також окреме місце посідало твердження, що модульний план міст підкреслював силу та могутність влади, бо структуроване будівництво на той час означало стабільність та порядок [2].

Варто зазначити, що модульність була притаманна не тільки для житлової забудови. Римські військові табори також будувалися за даним типом, бо це допомагало розмістити легіон по всіх правилах, з урахуванням нормативних розмірів при розбивці території [2].

Стрімкий розвиток модульних та збірних елементів почався з 1600-х років. У 1624 році колоніальний американський рибалка, який переїхав з Англії до Нового світу, захотів, щоб його будинок був побудований за допомогою «довірених» англійських методів будівництва. Тому він побудував свій будинок в Англії і відправив його човном через Тихий океан до рибальського села Кейп-Енн, що зараз є містом в штаті Массачусетс Північної Америки [5,19]. У 1790 році з Англії до австралійських поселень та провінцій Південної Африки доставили прості дерев'яні споруди як лікарні,

склади та котеджі. Незважаючи на те, що ці споруди були простими і схожими на сарай, їх зведення значно скоротило працю та час в порівнянні з традиційними методами будівництва на місці [5].

Модульні будинки також використовувалися і в 1800-х роках. Яскравим прикладом є період каліфорнійської золотої лихоманки, коли шахтарським містам було потрібне швидке рішення щодо житла. Тому в Нью-Йорку було попередньо зібрано більше ніж 500 будинків та відправлено до Каліфорнії для встановлення. У 1855 році під час Кримської війни, Флоренс Найтінгел, у розпачі через погані умови в лікарні, де вона служила, написала листа про допомогу і відправила до Лондона. Через п'ять місяців їй було відправлено модульний госпіталь, спроектований Ісамбардом Кінгс Брунелем (рис.3). І хоча п'ять місяців це достатньо довгий термін, особливо в умовах війни, коли важливим є кожний день, модульний госпіталь все одно став корисним, адже за статистикою після його встановлення смертність знизилася з 42% до 3,5% [1].

У 1942 році уряд США використав модульну та збірну системи, щоб побудувати надсекретне місто Оук-Рідж (рис.4), штат Теннессі, де розміщувався проєкт «Манхеттен». Стіни, меблі, сантехнічні системи та всі допоміжні системи були змонтовані на заводі та доставлені на місце. Такий підхід дозволив звести 17 готових будинків за день. Це спричинило переосмислення процесу проєктування та будівництва житла, скорочуючи типові терміни зведення будинків [4].

Величезним проривом у виготовленні модульних споруд стало винайдення конвеєра, що значно полегшило зведення модулів. Це було особливо корисно після Другої світової війни, коли виникла серйозна нестача житла. Перед будівельниками стала задача звести велику кількість будинків за короткий період часу. Тому модульне будівництво перетворилося на швидкий спосіб розбудови економіки та бізнесу [19].

Протягом 1950-х років, відомий архітектор та дизайнер Джордж Нельсон очолив перехід до нових концепцій модульності, що полягала в припиненні приховувати модульну природу конструкцій. Його робота Experimental House (рис.5) поєднувала нові матеріали, такі як доступний пластик, з футуризмом космічної ери. Планувальні схеми були зосереджені на встановлення індивідуальних житлових одиниць на масивному структурному каркасі. Його проєкт був перспективним рішенням запропонованої на той час кризи перенаселення [4]. У 1967 році архітектор Моше

Сафді побудував для Ехро збірну модульну мегаструктуру Habitat 67 (рис.6). Habitat 67 — це житловий комплекс, який складається з 354 ідентичних збірних бетонних квартир, що розташовуються у різних комбінаціях та утворюють 12 поверхів. Мета проєкту була зосереджена на тому, щоб зламати прототип щільної міської забудови та інтегрувати відкритий простір, світло та свіже повітря [4]. В подальшому більшість архітекторів, надихаючись Habitat 67, хотіли створити власні проєкти, і хоча більшість з них ніколи не проходили далі етапу планування, це дало поштовх до подальшого розвитку технологій модульного будівництва.

У 1980-х роках концепція модульного житла у вигляді квартир зберегла тенденцію в густонаселених містах Європи, тоді як в Америці архітектори зосередилися на будівництві індивідуального житла.

Великі технологічні досягнення 1990-х та 2000-х років надихнули нове покоління архітекторів до роботи над вдосконаленням модульного будівництва.

Технологія складання модульного будинку залежить від кількості блок-модулів. Тому будинки можуть бути зібрані з одного блок-модуля та кількох.

1. Одноблочний збірний будинок має декілька видів конструкцій: дерев'яні, сталеві та контейнерна система. Найпоширенішою є дерев'яний каркас. Цей тип конструкції має меншу вагу і є зручним для транспортування. Також будинки можуть виготовлятися зі сталевим каркасом. Цей тип підвищує стійкість будинку. По периметру таких каркасів може встановлюватися профліст або композитні панелі. В якості утеплювача зазвичай використовують пінопласт. Одноблочний будинок повністю виготовляється на заводі з усіма технічними установками та меблями, і після доставки до необхідного місця майже готовий до проживання.

2. Збірний будинок з кількох блоків має такий же самий принцип зведення як і попередній. Різниця полягає в компонуванні блоків. Також дозволяється ставити блоки один на один, створюючи багатопверхівку. Зазвичай компонування блоків розробляється на заводі, тому забезпечується вся необхідна будівельна арматура.

Ще однією технологією є зведення будинку з окремо побудованих елементів. Будівельні елементи з'єднуються на майданчику за допомогою крану. Пізніше всі з'єднувальні отвори ізолюють, щоб запобігти утворенню теплових містків. Плюсом цієї технології є те, що не потрібне спеціальне посилення під час

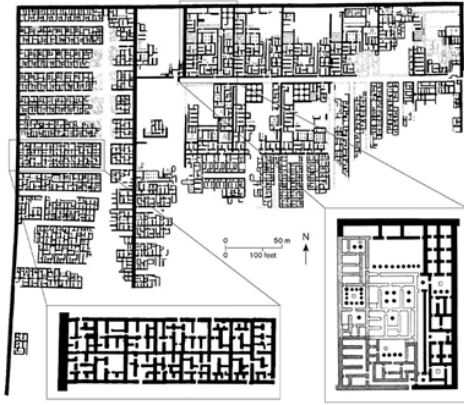


Рис. 1. Планувальна схема м. Кахун

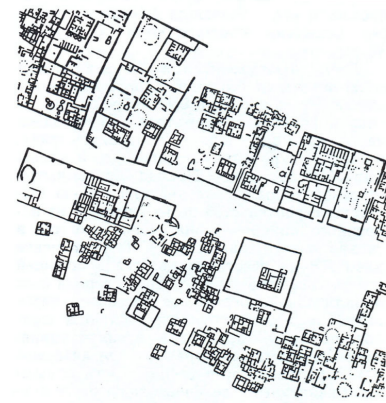


Рис. 2. Планувальна схема м. Ахетатон



Рис. 3. Модульний госпіталь, зведений під час Кримської війни

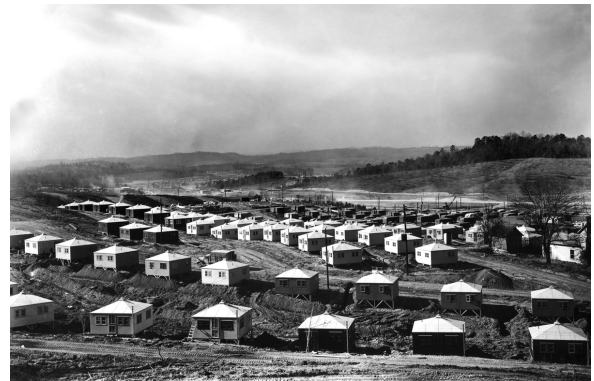


Рис. 4. Надсекретне місто Оук-Рідж



Рис. 5. Experimental House, спроектований Джорджем Нельсоном



Рис. 6. Habitat 67



Рис. 7. Модульна лікарня Лейшеньшань в Ухані



Рис. 8. Модульна амбулаторія в Мукачеві

транспортування. А ось недоліком є монтаж, який буде залежати від погодних умов. Також час, витрачений на збірку, збільшується.

На сьогодні практичність модульного будівництва підпорядковується глобальним викликам людству. Одним з таких стала пандемія COVID-19. У 2020 році через пандемію забудовники повинні були сповільнити деякі напрямки розвитку, наприклад, будівництво дорогих багатоквартирних будинків, готелів та офісів, натомість прискорити зведення медичних будівель, доступного житла та центрів обробки даних. Деякі компанії зіткнулися ще з декількома проблемами: скорочення бюджету, основною причиною якого стало уповільнення економіки, спричинене пандемією, та брак працівників [6].

Модульна конструкція є ключем до задоволення різноманітних потреб медичних послуг. Наприклад, за допомогою модульного способу будівництва можна отримати одну палату за 16 тижнів, а індивідуальну операційну — за десять. Як правило, такі модульні структури виготовляються на замовлення органів охорони здоров'я, особливу увагу звертають на точні вимоги щодо простору та бюджету. Окремо виникає питання щодо практичності таких медичних модульних споруд в плані наявності електропроводки, щоб швидко під'єднати медичний апарат. Для вирішення цього питання використовують комп'ютерне проектування та моделювання, щоб створити загальну модульну схему електропроводки, при цьому всі силові кабелі попередньо прокладаються в стелі або стіні ще при виготовленні модуля на заводі.

Однією з основних практичних вимог до модульної медичної структури, наприклад, палати, є наявність якісної вентиляційної системи, яка зможе очищати повітря, що буде вдихати пацієнт та медичні працівники. Також окреме місце займає питання облицювання внутрішніх стін модуля — поверхня повинна легко піддаватися постійній дезінфекції, що спричинена накопиченням аерозолів на поверхні стін. Тому підбір матеріалів для внутрішнього інтер'єру повинен виконуватися відповідно до цієї вимоги [7]. Яскравим прикладом є лікарня Лейшеньшань в Ухані (рис.7). Це лікарня невідкладної допомоги для пацієнтів із діагностованою коронавірусною пневмонією. У інженерному рішенні будівництва використовувалися модульні готові вироби, що зменшили об'єм роботи на будівельному майданчику та значно зекономили час. При цьому застосовувалися передові технології: BIM-технології, безпілотні літальні апарати та штучний інтелект. Кожний модуль

використовує каркас із сталевих конструкцій, корпус також є сталевим, а наповнювачем для стінових панелей служить скловолокно. Дах коробки оснащений системою водонепроникності та теплоізоляції, а в чотирьох кутах заховані системи водовідведення. Такі модулі контейнерного типу можна з'єднувати відповідно до потреб користувачів. Дана лікарня, використавши складну модульну систему будівництва, показала як збірна технологія може допомогти медичній галузі у спільній боротьбі проти вірусу [8].

Україна також відчула на собі всі наслідки пандемії. І необхідність у швидко зведених медичних закладах не стала винятком. Частково цю проблему вирішили сучасні енергоефективні будівлі модульного типу. Одними з таких стали модульні амбулаторії (рис.8) побудовані у 2021 році в Мукачеві. Такі амбулаторії мали системи кондиціонування та водопостачання, а також були утеплені та оснащені електричним опаленням. І хоча на зведення модульної амбулаторії місцева влада виділила великі кошти, понад 1 млн. 600 тис. грн, але дана будівля повністю виправдала свою доцільність, адже до цього сімейні лікарі навіть не мали власного кабінету, їм доводилося ділити між собою орендоване приміщення [9].

Крім всесвітньої пандемії, Україну сколихнуло ще одне потрясіння: вторгнення Росії в Україну 24 лютого 2022 р. Російські ракети та авіабомби почали бити по українських містах і цивільній інфраструктурі. Окупанти атакували усе — від лікарень до аеропортів, від складів із продуктами до житлових кварталів. Мільйони українців були змушені покинути свій дім через війну. Обсяги руйнування катастрофічні. За статистикою, яку озвучив міністр розвитку громад та територій Олексій Чернишов, станом на початок квітня 2022 р. цифра зруйнованих житлових будинків сягала близько 6800 [10]. 19 квітня Кабінет Міністрів України прийняв постанову, згідно з якою передбачено зведення житла для тимчасового проживання внутрішньо переміщених осіб у регіонах, де не має активних бойових дій. Зокрема було додано, що рішення потребує застосування сучасних технологій швидкого будівництва [11].

Наразі розглядається три варіанти забезпечення переселенців житлом:

1. Переобладнання наявних гуртожитків, пансіонатів, офісів та інших подібних об'єктів житлового і нежитлового фонду;
2. Будівництво постійного житла;
3. Встановлення модульних будинків.

Як показує досвід, останній варіант, а саме встановлення модульних будинків, став

найбільш швидким та практичним для людей, які просто зараз залишилися без даху над головою. Одним з прикладів є допомога США. Колишній губернатор штату Нью-Йорк передав 18 модульних будинків (рис.9) для тимчасового проживання за будь-яких умов. У США такі модульні конструкції використовували для людей, які втратили житло внаслідок природних катастроф. В Україні їх розмістили в звільнених від окупантів містах Бучі та Гостомелі. Дані будинки буквально звели за кілька хвилин. У середині є все необхідне для проживання родини на певний період. Важливо зазначити, що такий спосіб проживання дозволить сім'ї, залишаючись у своєму рідному місті, ремонтувати пошкоджене житло. Завдяки легкому транспортуванню, після припинення їх потреби, модульні будиночки можна буде перевезти в інші місця [12,13].



Рис. 9. Модульні будинки із США

Ще одним прикладом є допомога польського уряду. У Львові вже сформовано два містечка з модульних будинків (рис.10), які були передані Польщею. В першому містечку налічується 88 будинків, в яких проживають приблизно 350 людей, у другому — 120 будинків для 320 вимушено переміщених осіб. В перспективі передбачається звести ще одне схоже містечко. Дані модульні будинки будуть актуальні і комфортні у літній та частину осін-нього періодів. Кожний житловий модуль має ліжка, шафи та постіль. Окремо є модулі, які містять душові кабінки, туалети та їдальні. Кожний модуль підключений до всіх мереж.

Львівська міська рада забезпечує все необхідне для якісного життя: водопостачання, електроенергію, систему каналізації, організацію вивезення відходів, прибирання території. Єдиний недолік — це те, що не передбачено можливість готувати їжу, тобто немає газових плит, а мультиварки чи електричні плитки не дозволяються, щоб не перевантажити систему. Але як такої проблеми не має, бо з першого дня львівське керівництво

організувало волонтерське забезпечення харчування. За словами мешканців модульних будинків, в яких брали інтерв'ю, вони задоволені проживанням, все необхідне їм доступне, але найголовніше, що звучить від кожного жителя, навіть дітей, це те, що тепер у них є свій власний простір та дах над головою [14,15].



Рис. 10. Модульне містечко у Львові

Недоліком тимчасових модульних будинків для переселенців може стати недотримання основної ідеї «тимчасовий», коли термін проживання затягується на багато років. Наприклад, так склалося у Харківській, Запорізькій та Дніпровській областях, де були зведені модульні містечка у 2015 році. Більшість родин через відсутність будь-яких варіантів іншого житла живуть в цих модульних будинках вже понад п'ять років, тоді як термін використання був до двох років [13].

Щоб не допустити виникнення цієї проблеми, доцільно розглядати зведення постійного житла, але із швидкими та ефективними методами будівництва, як от модульне зведення.

Якщо говорити про українських виробників модульних будинків, то більшість пропозицій поки що перебувають на стадії проектування.

Студія дизайну Balbek Bureau запропонувала розробку містечка модульного типу на 520, 1170, 1880 мешканців (рис.11).

Основна ідея проекту — це гідність за будь-яких умов. Тому перед собою розробники поставили за мету зробити містечко комфортним (шляхом забезпечення наявності санітарних вузлів, кухні, їдальні, пральні) та сприяти соціалізації (при проектуванні обов'язковим було виділити зони для громадського відпочинку, щоб люди могли вільно спілкуватися, знайомитися та відновлювати свій ментальний стан). Також студія наголосила, що в технологічному аспекті, модулі повинні бути зроблені з будівельних матеріалів, які є в достатній кількості. Тому запропоновані

модулі будуть мати дерев'яний каркас. Додатково варто зазначити, що при виготовленні модулів будуть використовуватися утеплювач мінераловатний, листи OSB, утеплювач пінополістирол, рулонна бітумна покрівля, палі гвинтові. Студія розробила декілька варіантів житлових секцій в залежності від кількості проживаючих, форми й розміру ділянки та особливостей рельєфу. На сьогодні проєкт розглядається державою. В перспективі розробники передбачають збільшення кількості мешканців до 8220 [16].



Рис. 11. Розробка містечка модульного типу студією дизайну Balbek Bureau

Аналізуючи рекомендації та пропозиції щодо програми будівництва житла для тимчасових переселенців, можна виділити ключові моменти:

1. Враховуючи необхідну швидкість будівництва, надати перевагу модульним технологіям зведення будинків за 4-6 місяців;
2. Максимальна поверховість житлових будинків — п'ять поверхів, без ліфту;
3. Квартири проєктувати орієнтовно на сім'ю від 3 до 6 осіб, площею від 40 м<sup>2</sup> до 80 м<sup>2</sup>;
4. Забезпечити опалення та гаряче водопостачання до будинків за рахунок сонячних панелей, енергозберігаючих вікон, теплових насосів та теплоізолюючих матеріалів (у випадку неможливості швидкого приєднання будинку до міських комунікацій);
5. Впровадити концепцію готового житла, при якому кожна квартира матиме всі необхідні для проживання меблі, побутову техніку, внутрішнє оздоблення;

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Smith, R.E. Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2011.
- [2] Зосимов Г.І. Просторова організація міста

6. Аналізувати інфраструктуру населеного пункту, в якому будуть будуватися житлові будинки [17].

## ВИСНОВКИ

З'ясовано, що будівництво будинків за модульною технологією значно прискорює процес будівництва, бо будинок являє собою певну кількість модулів, які доставляються на ділянку вже з внутрішнім оздобленням та монтуються. Це надає можливість будувати великі об'єкти за значно коротший термін ніж при традиційному будівництві.

Виявлено, що модульна технологія забезпечує не тільки високу енергоефективність та швидкість, а ще й гнучкість планування будинку. На основі аналізу історії модульного будівництва, можна свідчити, що виникнення даної технології було спричинене необхідністю в економії часу та відходів. Зведення модульних будинків протягом усього свого розвитку найчастіше мало на меті вирішити актуальні проблеми з питань швидкого поселення людей з точки зору постійного проживання, лікування, чи навіть тимчасового житла для переселенців.

Необхідно зазначити, що для України зведення модульних будинків особливого значення набуло після двох викликів: пандемії COVID-19 та війни з Росією. Пандемія прискорила поширення модульних будинків з двох причин: як швидко зведені лікарні чи амбулаторії, та як особисте житло. Війна, у свою чергу, зробила модульні будинки найпрактичнішим варіантом для вимушено переселених українців.

**Перспективи подальшого дослідження.** Тема модульного будівництва й аналізу модульних будинків як практичних варіантів розв'язання різних задач, хоча й неодноразово піднімалася в пошукових джерелах, проте є недостатньо розкритою в зв'язку з сучасними викликами.

Для подальших досліджень тема практичності модульного будівництва залишається однією з найактуальніших, оскільки демонструє тенденцію будівництва до запровадження новітніх технологій, прискорення способів зведення та поліпшення енергоефективності.

## REFERENCES

- [1] Smith, R.E. Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2011. [In English]
- [2] Zosimov G.I. Prostranstvennaya organizaciya

(модуль в планувальній структурі) / Г.І.Зосимов. — Москва: Стройиздат, — 1976. — С.-117.

[3] Abhijeet. S. Hodbe, Richard Sober. Design of modular housing. — 2019, IRGET. — P. 734-738.

[4] The modularity is here: a modern history of modular mass housing schemes- [Електронний ре-сурс]. — Режим доступу: <https://99percentin-visible.org/article/modularity-modern-history-modular-mass-housing-schemes/> (дата звернення 14.05.2022)

[5] Is modular building the future of construction — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://moduloc.ca/blog/is-modular-building-the-future-of-construction/> (дата звернення 14.05.2022)

[6] Modular construction meets changing needs in the pandemic- [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.nytimes.com/2020/12/15/business/modular-construction-pan-demic-coronavirus.html> (дата звернення 14.05.2022)

[7] Suleiman. M., Elshaer. A., Billah. M. Covid-19 modular Construction; CSCE 2021 Annual Conference, 2021.

[8] Ling-Kun Chen, Rui-Peng Yuan, Xing-Jun Ji, Xing-Yu Lu, Jiang Xiao, Jun-Bo Tao, Xin Kang, Xin Li, Zhen-Hua He, Shu Quan, Li-Zhong Jiang. Modular composite building in urgent emergency engineering projects: a case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic. — 2021. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.10 3555

[9] У Мукачеві побудували нові модульні амбулаторії. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakarpatty.net.ua/News/212582> -U-Mukachevi-pobuduvaly-novi-modulni-ambulatorii-FOTO (дата звернення 14.05.2022)

[10] У Кабміні назвали «катастрофічні» обсяги руйнування житлових будинків в Україні. URL: <https://news.obozrevatel.com/ukr/economics/analyt-ics-and-forecasts/u-kabmini-nazvali-katastro-fichni-ob-syagi-rujnuvannya-zhitlovih-budinkiv-v-ukraini.htm> (дата звернення 14.05.2022)

[11] Уряд прийняв постанову про будівництво тимчасового житла для переселенців. URL: <https://finbalance.com.ua/news/uryad-priynuvav-postano-vu-pro-budivnitstvo-timchasovo-ho-zhitla-dlya-pere-selentsiv> (accessed 14 May 2022)

[12] США передали Закарпаттю 18 модульних будинків для тимчасового проживання. — URL: <http://life.ko.net.ua/?p=127015> (дата звернення 14.05.2022)

[13] «Сьогодні рівно місяць, як ми живемо на заводі...». Житло для переселенців та пошук сталих рішень. URL: [https://lb.ua/blog/cedos/514372\\_sogo-dni\\_rivno\\_misyats\\_yak\\_mi\\_zhivemo.html](https://lb.ua/blog/cedos/514372_sogo-dni_rivno_misyats_yak_mi_zhivemo.html) (дата звернення 14.05.2022)

[14] Модульні містечка для переселенців — які умови пропонують у Львові. URL: <https://economics.segodnya.ua/ua/economics/realty/modulnye-gorodki-dlya-pere-selencev-kakie-usloviya-predlagayut-vo-lvove-foto-1616012.html#gallery107074> (дата звернення 14.05.2022)

[15] Війна і люди: модульне паркове житло по-львівськи. URL: <https://ratusha.lviv.ua/vijna-i-lyudy-modulne-parkove-zhytlo-po-lvivsky/> (дата звернення 14.05.2022)

[16] Systeme Re: Ukraine. URL: <https://www.balbek.com/reukraine> (дата звернення 14.05.2022)

[17] Зауваження та пропозиції ТОВ «ЮСДМ» щодо програми будівництва житла для тимчасових переселенців. URL: <https://usdm.com.ua/2022/03/30/relocation-development/> (дата звернення 14.05.2022)

goroda (modul` v planorivochnoj structure) / G.I.Zosimov. — Moskva: Strojizdat, — 1976. — S.-117.

[3] Abhijeet. S. Hodbe, Richard Sober. Design of modular housing. — 2019, IRGET. — P. 734-738. [In English]

[4] The modularity is here: a modern history of modular mass housing schemes. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://99percentin-visible.org/article/modularity-modern-history-modular-mass-housing-schemes/> (accessed 14 May 2022) [In English]

[5] Is modular building the future of construction- [Electronic resource]. — Access mode: <https://moduloc.ca/blog/is-modular-building-the-future-of-construction/> (ac-cessed 14 May 2022)[In English]

[6] Modular construction meets changing needs in the pandemic. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.nytimes.com/2020/-12/15/business/modular-construction-pandemic-coronavirus.html>(accessed 14 May 2022) [In English]

[7] Suleiman. M., Elshaer. A., Billah. M. Covid-19 modular Construction; CSCE 2021 Annual Conference, 2021. [In English]

[8] Ling-Kun Chen, Rui-Peng Yu-an, Xing-Jun Ji, Xing-Yu Lu, Jiang Xiao, Jun-Bo Tao, Xin Kang, Xin Li, Zhen-Hua He, Shu Quan, Li-Zhong Jiang. Modular composite building in urgent emergency engineering projects: a case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic. — 2021. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.10 3555 [In English]

[9] New modular outpatient clinics have been built in Mukachevo. URL: <https://zakarpatty.net.ua/News/212582> -U-Mukachevi-pobuduvaly-novi-modulni-ambulatorii-FOTO (accessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[10] The Cabinet of Ministers called "catastrophic" the destruction of residential buildings in Ukraine. URL: <https://news.obozrevatel.com/ukr/economics/analyt-ics-and-forecasts/u-kabmini-nazvali-katastro-fichni-ob-syagi-rujnuvannya-zhitlovih-budinkiv-v-ukraini.htm>

[11] The government has passed a re-so-lution on the construction of temporary housing for vu-pro-budivnitstvo-timchasovo-ho-zhitla-dlya-pere-selentsiv (дата звернення 14.05.2022)

[12] The United States transferred 18 modular houses for temporary residence to Transcarpathia. - URL: <http://life.ko.net.ua/?p=127015> (accessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[13] "Today is exactly the month we live on the call-up...". Housing for migrants and finding sustaina-ble solutions. URL: [https://lb.ua/blog/cedos/514372\\_sogo-dni\\_rivno\\_misyats\\_yak\\_mi\\_zhivemo.html](https://lb.ua/blog/cedos/514372_sogo-dni_rivno_misyats_yak_mi_zhivemo.html) (accessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[14] Modular towns for migrants — what conditions are offered in Lviv. URL: <https://economics.segodnya.ua/ua/economics/realty/modulnye-gorodki-dlya-pere-selencev-kakie-usloviya-predlagayut-vo-lvove-foto-1616012.html#gallery107074> (accessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[15] War and people: modular park housing in Lviv style.-[Electronic resource]. URL: <https://ratusha.lviv.ua/vijna-i-lyudy-modulne-parkove-zhytlo-po-lvivsky/> (ac-cessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[16] Systeme Re: Ukraine. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.balbek.com/reukraine> (accessed 14 May 2022) [In Ukrainian]

[17] Comments and suggestions of USDM LLC on housing construction programs for temporary mi-grants. — [Electronic resource]. URL: <https://usdm.com.ua/2022/03/30/relocation-development/>( accessed 14



[18] Ganiron, T.U. Jr. "Influence of polymer fiber on strength of concrete." *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol 55, (2013), pp. 53-66.

[19] Fred Edmond Bofo, Jin-Hee Kim, Jun-Tae Kim. Performance of modular prefabricated architecture: case study-based review and future pathways. — Sustainability. — 2016. DOI:10.3390/ su8060558

May 2022) [In Ukrainian]

[18] Ganiron, T.U. Jr. "Influence of polymer fiber on strength of concrete." *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol 55, (2013), pp. 53-66.

[19] Fred Edmond Bofo, Jin-Hee Kim, Jun-Tae Kim. Performance of modular prefabricated architecture: case study-based review and future pathways. — Sustainability. — 2016. DOI:10.3390/ su8060558

## ABSTRACT

**Novik H., Gnatiuk L., Vizir A. Practicality of modular construction: experience of the past and prospects.**

**The purpose** of this article: to determine the practical value of modular construction on the basis of examples of erected modular buildings. To find out the expediency of using modular technology in our time, paying special attention to current events in Ukraine. Analyze the prospects for the development of modular construction.

**Methodology.** General scientific methods are used, such as analysis, systematization, generalization, comparison. The empirical basis for scientific work was remote analysis of objects: scientific publications and articles.

**Results.** The article examines the features of the technological process of construction of buildings on modular technology. The differences between the main characteristics of traditional and modular construction are outlined. A number of Ukrainian and foreign sources dealing with this problem have been studied. To create an idea of the practical significance of the erected modular buildings, the history of the development of the modular method of construction was studied, and well-known examples of architectural solutions were analyzed. In particular, the hospital designed by Isambard Kings Brunel during the Crimean War, George Nelson's Experimental House, Habitat 67, Leishenshan Hospital in Wuhan and modular homes for internally displaced Ukrainians. It was found that modular technology reduces the impact of construction on the environment, accelerates the pace of construction, saves time and materials. It was found that modular construction was most often used in response to significant social and natural challenges. Some key recommendations for the design of modular temporary housing for internally displaced persons in Ukraine are highlighted

**Keywords:** modular construction, module, modular building, prefabricated structures, modular temporary housing, energy efficient buildings, rapid construction technologies, time savings, speed, comfort, practicality.

## AUTHOR`S NOTE

**Novik Hanna**, Senior Lecturer, Department of Interior Design, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: hanna.novik@npp.nau.edu.ua, orcid: 0000-0003-4027-5079

**Gnatiuk Lilia**, PhD in Architecture, Associate Professor, Department of Interior Design, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: lilia.hnatiuk@npp.nau.edu.ua, orcid: 0000-0001-5853-9429

**Vizir Anhelina**, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, orcid: 0000-0002-0763-997X e-mail: anhelinavizir@gmail.com

Стаття подана до редакції 05.06.2020р.

Стаття прийнята до друку 10.06.2020р