

УДК 72.02

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2022.41.2>

Григоровський П.Є.

д.т.н., с.н.с.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Броневицький А.П.

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Мурасова О.В.

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Григоровський А.П.

здобувач,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ТА СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВНИЦТВА ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

***Анотація.** Протягом останніх кількох місяців Україна втратила близько 5% житлового фонду держави таким, що зруйновано або частково пошкоджене. Одним із варіантів вирішення проблеми може стати широке впровадження швидкосторуджуваного житлового багатоповерхового багатоквартирного житлового будівництва. В статті викладено результати аналізу сучасного стану світового та вітчизняного досвіду, а також перспективи застосування технології швидкосторуджуваних будівель в житловому багатоповерховому будівництві.*

Систематизовано типи швидкосторуджуваних житлових будинків. Також вказано основні переваги та недоліки технології зведення багатоквартирних житлових будинків з використанням збірних конструкцій, модулів та блоків. Наведено приклади зведення сучасних будівель як в світовій так і вітчизняній практиці будівництва.

Проаналізовано перспективи застосування цієї технології в сучасних реаліях України. Акцентовано увагу на швидкості зведення багатоквартирних житлових будинків для забезпечення житлом постраждалих через військові дії українців. В статті проаналізовано вже наявні наукові праці вчених та відкритих джерел інформації, як вітчизняних так і іноземних.

Наведено інформацію щодо сучасного стану цієї галузі будівельного виробництва, а також надано переваги, можливості та ризики зведення швидкосторуджуваних будівель в умовах поточного соціально-економічного стану в Україні.

Існує чимало різних видів швидкокомнатних житлових будинків, один із найбільш розповсюджених, з яких є крупнопанельне будівництво. Дана технологія має як ряд переваг так і недоліки. Головними організаційно-технологічними перевагами для прикладу крупнопанельного будівництва є швидкість, уніфікованість, простота проектних рішень, економічна ефективність. Зважаючи на різноманітність сучасних технологій та матеріалів для виробництва панелей, а також складні обставини, в яких знаходиться країна, зведення швидкосторуджуваних багатоповерхових будинків може бути вирішенням житлового питання для сотень тисяч громадян України.

***Ключові слова:** швидкосторуджувані будинки, організація виконання будівельних робіт, великопанельні будівлі, модульні багатоповерхові житлові комплекси, збірне будівельне виробництво.*

Постановка науково-прикладної проблеми. Проблеми, що постають перед житлово-будівельним комплексом України відносно ліквідації наслідків аварійних руйнувань будівель понаднормовими впливами внаслідок військових дій викликаних агресією Російської Федерації поділяються на декілька напрямків, основними з яких, на нашу думку, є:

1) першочергові аварійно-рятувальні роботи безпосередньо після нанесення ракетно-бомбових ударів що спричинили руйнування будівлі;

2) планове відновлення, шляхом підсилення, ремонту та відбудови, об'єктів, пошкоджених внаслідок військових дій;

3) нове будівництво, методами швидкого зведення, нового житла на заміну втраченого в результаті військових дій;

4) нове будівництво за програмами післявоєнного відновлення.

Вирішення наведених питань потребує комплексного дослідження.

У випадку коли за результатами комплексу робіт з попереднього огляду, візуального, інструментального та детального обстежень приймають рішення про збереження будівлі першочергові аварійно-рятувальні роботи та роботи з відновлення виконують методами капітального ремонту, а саме без зміни геометричних розмірів та функціонального призначення будівлі, що передбачають втручання у несучі та огорожувальні системи при заміні або відновленні конструкцій чи інженерних систем та обладнання у зв'язку з їх фізичною зношеністю та руйнуванням. Капітальний ремонт передбачає призупинення на час виконання робіт експлуатації об'єкта в цілому або його частин (за умови їх автономності) [9].

У випадку коли за результатами комплексу робіт з обстежень приймають рішення про знесення будівель, ліквідацію наслідків аварійних руйнувань за двома останніми напрямками, на відміну від попередніх, вирішують методами нового будівництва, а саме, за технологіями швидкого зведення, за необхідності термінового вирішення житлової кризи, та за програмами післявоєнного відновлення у випадку планового вирішення житлових питань.

Предметом цієї статті є третій з вказаних напрямків будівельної діяльності, а саме – будівництво, методами швидкого зведення,

нового житла на заміну втраченого в результаті військових дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями, пов'язаними з дослідженням технології та організації зведення швидко споруджуваних будівель переймалися такі вітчизняні фахівці як В.О. Плоский, Г.В. Гетун, М.В. Тимофеев, В.І. Запривода [1], П.Є. Григоровський, Ю.М. Червяков, В.О. Басанський, Ю.В. Крошка, О.В. Мурашова, Н.П. Чуканова [2–3], В.М. Михайленко, О.О. Терентьев, В.П. Ковальський, В.С. Абрамович [4], Р.А. Шмиг, В.М. Боярчук, І.М. Добрянський, В.М. Барабаш, Є.І. Заяць.

Серед іноземних науковців слід виділити Б. Дьорінг, М. Кюхнхен, О. Вассарт, С. Харпер, П. Бегуїн, С. Хербін, А. Сепьонен, М. Лавсон, Є. Яндзьо, Ф. Шеублін, В. Бейкенс [8], К. Матц, Й. Кюгерль, К.Пехайм [10] та інших.

В роботах вітчизняних та зарубіжних авторів достатньо уваги приділяється питанням зведення швидкоспоруджуваних будинків в розрізі технології виконання робіт та чинників, які впливають на ефективність виконання цих робіт. Наукові здобутки в цій галузі постійно збільшуються.

Метою роботи є оцінка основних напрямків та перспективи застосування технології швидкоспоруджуваних житлових багатоквартирних будинків в Україні, особливо в розрізі необхідності компенсації втраченого житлового фонду внаслідок військових дій.

Основна частина

Швидкоспоруджувані будівлі – будівлі, які зводяться із застосуванням збірних, завчасно виготовлених конструкцій, які, шляхом виконання монтажних робіт, як правило на будівельному майданчику, утворюють цілісну споруду певного функціонального призначення [4].

Зведення житлових будинків можна класифікувати за **основними типами технології зведення**:

– Монолітні, залізобетонний каркас будівлі.

– Цегельні, де основний матеріал стін – це цегла, а перекриття виконані із збірних залізобетонних плит.

– Збірні. Багатоповерхові будинки, несучий остов, яких складається із збірних залізобетонних плит та панелей перекриття.

– Збірно-монолітні. Як правило, коли збірні або монолітні колони об'єднані монолітними ригелями із збірним перекриттям.

Збірне будівництво на практиці фактично і є швидкоспоруджуваним житловим будівництвом. Тому, в рамках даної роботи, ми примаємо, що це тотожні поняття.

Класифікація швидкоспоруджуваних будинків.

За функціональним призначенням будівлі можна поділити:

- промислові, цехи підприємств та заводів;
- складські приміщення;
- громадські офісні та торгівельні будівлі;
- житлові будинки.

Швидкоспоруджувані будівлі частіше є малоповерховими, проте в розрізі житлового будівництва, технології дозволяють зведення все більш поверхових будинків.

За місцем виконання безпосередніх монтажних робіт умовно можна розподілити на заводське, коли цілковито будівля виготовляється в заводських умовах. Проте найбільш розповсюдженим є виробництво збірних конструкцій на промисловому підприємстві, а безпосередній монтаж окремих елементів в суцільну будівлю виконується на будівель-

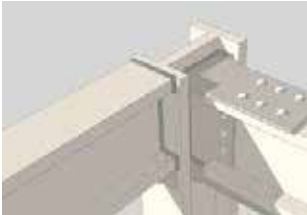
ному майданчику.

За типом технології зведення будинків:


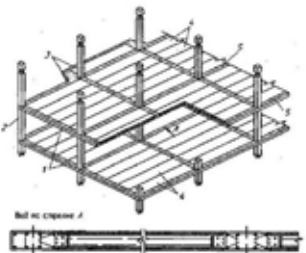




- Панельне будівництво;
 - Металокаркасні профільні конструкції, як несучі елементи;
 - Дерев'яне каркасопанельне будівництво;
 - Залізобетонні збірні конструкції (балки, ферми, ригелі, тощо);
 - Модульні або як ще називають, об'ємно-просторові блоки;
 - 3-D моделювання та принт;
 - Поєднання різних типів в одній будівлі.
- За основним матеріалом конструкцій:
- бетон, в тому числі залізобетон;
 - сплав алюмінію;
 - метал;
 - деревина;
 - скловолокно;
 - СІП панелі;
 - Комбновані матеріали.

В іноземних фахових виданнях та ЗМІ часто розділяють поняття збірне будівництво та модульне (модульно-блокове). В даній статті, ми вирішили віднести блокове будівництво до різновиду збірного.

Таблиця 1. Різновиди технологій зведення швидкоспоруджуваних будинків

| Технологія зведення швидко-споруджуваних будинків | Схематичне зображення | Опис основних технологічних процесів та особливостей виконання робіт |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Модульно-блокове виробництво |  | Об'ємний блок представляє собою просторову конструкцію, виготовлену в заводських умовах, що володіє необхідною міцністю, жорсткістю, стійкістю. Технологія зведення передбачає по поверхове спорудження будівлі із заповненням стиків між блоками. |
| Панельне |  | Просторова жорсткість будівлі забезпечується кріплення стінових панелей та перекриття. Перед монтажем панелей, виставляються маяки. |
| Металокаркасні будівлі |  | Несучі елементи каркасу мають бути захищені від корозії та прямого впливу відкритого вогню. Елементи вибираються по заводським сортаментам. З'єднання як правило болтові із зваркою. |

Закінчення таблиці 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Дерев'яне каркасопанельне будівництво |  | Відчутною перевагою, є легкість конструкцій. Зважаючи на це, все частіше деревину використовують при реконструкції з надбудовою існуючої будівлі. |
| Збірно-монолітне |  | Збірні конструкції колон, плит перекриття. А з'єднані – монолітним армованим поясом – ригелем. |
| Композитне з поєднанням деревини і металу |  | Як правило, колони та балки виконуються з металу а перекриття – поєднання металевих листів поверх дерев'яної обрешітки |
| Структурно-ізолювані панелі (СІП) |  | Стіновий конструкційний матеріал для швидкого зведення будинків. технології каркасно-панельного будівництва, де застосовуються термоізоляційні сендвічі або СІП-панелі (від англ. SIP – Structural Insulated Panel). Основою конструкційного матеріалу стін виступає – пінополістирол , до якого під тиском приклеєні два шари орієнтовано-стружкової плити (ОСП). |
| Технологія 3-D друку |  | Створення тривимірних об'єктів будівель, за рахунок нанесення послідовних шарів матеріалу, які повторюють контур цифрової моделі. Для цього використовують 3-D принтер, верстата з числовим програмним управлінням, що додає порції матеріалу до заготовки та зазвичай використовує метод пошарового друку. Як матеріал використовують пластик, бетон, метал, кераміка на інші. |
| Технологія EVG 3D |  | В основі технології будівництва лежить використання 3D панелей – просторової ферменної конструкції, що складається з арматурних сіток і стрижнів з високоякісного дроту, приварених під кутом до сіток, сердечника з пінополістиролу і двох шарів бетону, нанесених методом торкретування. |

Для швидкого зведення багатопверхових багатоквартирних житлових будинків, як показує світова практика, найбільш раціональним є застосування панельного та модульно-блокового будівництва. А, зважаючи, що саме висотне житлове будівництво є предметом дослідження даної статті, нами прийнято рішення далі по тексту акцентувати увагу саме на вище вказаних двох основних типах технології житлового будівництва.

Головна відмінність між двома типами будівель, це те, що у випадку панельного – попередньо виготовлені панелі доставляються на будівельний майданчик і вже там монтуються у встик з іншими конструкціями, формуючи кімнати та квартири. У разі модульно-об'ємного будівництва, на заводі виготовляється вже цільний об'ємний модуль – кімната або квартира. І ці модулі вже на майданчику формують будинок.

Технологія EVG 3D – це досить нова економічна тришарова система, яка знаходить все ширше застосування у великопанельному будівництві та ґрунтується на використанні тривимірних 3D панелей заводського виготовлення. 3D панелі складаються з пінополістирольного наповнювача товщиною від 50 до 200 мм, розташованого між двома плоскопаралельними зварними сітками з дроту (покривної сітки) і похилої діагональної арматури (розкосів), яка пронизує пінопо-

лістироловий наповнювач і приварюється до контурної проволочки арматурні ферми.

Загалом, 3-D модулювання, виробництво та друкування, на думку багатьох вчених та спеціалістів, є майбутнім галузі швидкозведених будівель, головними перевагами, яких є швидкість виконання та гнучкість рішень.

Структурно-ізолювані панелі (СІП) – це сучасний стіновий конструкційний матеріал, який використовується для швидкого зведення комфортних будинків, що відповідають всім нормам безпеки і теплового захисту. Невелика товщина і вага термоізоляційних СІП-панелей, а також простота їх монтажу і транспортування дозволяють істотно здешевити бюджет і збільшити темпи будівництва. Для зведення каркасно-панельних будинків не потрібно облаштовувати масивний фундамент, будівництво та оздоблення конструкцій можна виконувати протягом всього року (в тому числі і взимку). На зведення стандартного житлового котеджу, термін експлуатації якого перевищить 80 років, витрачається всього 2–3 місяці.

Крім того, обслуговування каркасно-панельних будинків обійдеться дешевше обслуговування котеджів, побудованих за класичними технологіями, за рахунок того, що показники енергоефективності каркасно-панельних будинків вищі, ніж аналогічні показники традиційних будівель.



Рис. 1. Панельне будівництво



Рис. 2. Модульне будівництво



Рис. 3. Металокаркасне будівництво



Рис. 4. Дерев'яне каркаспанельне будівництво

Переваги технологій швидкоспоруджуваних технологій будівництва:

1. Економія часу.

Будівництво будинків із збірного каркасу характеризується відносною швидкістю виконання робіт. Швидкість зведення будинків із збірних конструкцій як правило на 30–50% більша ніж наприклад будівель з монолітно-каркасною технологією.

Модульне будівництво дозволяє паралелізувати процес будівництва фундаменту та виробництва збірних конструкцій в заводських умовах.

Тривалість проектних робіт також є значно меншою в порівнянні з монолітним каркасним або цегельним житловим будівництвом.

2. Економічна ефективність.

Як правило, самі конструктивні елементи (панелі) та матеріали збірних будинків є дорожчими в собівартості в порівнянні з монолітним залізобетоном або цеглою. Проте, за рахунок значно менших витрат часу на спорудження, для прикладу, панельних будинків, такий вид будівництва є більш економічно ефективним.

Збірні будинки є більш легкими в порівнянні з монолітним каркасом, а отже витрати на фундаменти будуть відносно меншими.

3. Екологічність.

Для виробництва збірних елементів в заводських умовах, можливе повторне використання перероблених інших будівельних конструкцій та їх залишків, а також будівельного сміття. Крім того, заводське виробництво є менш відходним.

Такі види швидкого зведення будівель як 3-D принтування та EVG 3D технологія є практично безвідходними, а як сировину для свого виробництва можуть використовувати технологічні залишки інших галузей виробництва.

4. Технологічність.

Будівництво будинку із збірних елементів дозволяє більш широке використання сучасних енергоефективних технологій, таких як сонячні панелі, ефективне утеплення фасаду. Збірні конструкції, як правило виготовляються в заводських умовах, за рахунок чого можливо зменшити кількість браку в порівнянні з будівельним виробництвом в умовах відкритого майданчику.

Застосування сучасних технологій інформаційного моделювання (BIM) є дуже поширеним при зведенні збірних швидкокомонтуючих будинків.

5. Ергономічність.

Сучасні типи швидкоспоруджуваних будівель виконуються та поставляються вже з внутрішньою інженерною розводкою та з внутрішнім оздобленням. Житлові будинки, які споруджено за такою технологією вже готові до заселення відразу після закінчення основних монтажних робіт, підключення до зовнішніх інженерних мереж та благоустрою території.

Навіть беручи до уваги старі технологічні характеристики крупнопанельного будівництва, явними перевагами є факт заводського виготовлення таких панелей. Поверхня панелей практично виключає нерівності, що значно полегшує виконання робіт з чистового оздоблення приміщень, а також із зовнішнього декоративного опорядження фасадів [7].

Недоліками швидкоспоруджуваних житлових будинків є відсутність можливості виконання більш гнучких архітектурно-проектних рішень, адже більшість конструкцій мають нормовані габарити, які часто залежать від характеристик обладнання, на якому виробляються ці конструкції. Панельні будинки однотипні.

Відсутність можливості перенесення інженерних комунікацій можна також віднести до недоліків, так як більшість сучасних збірних конструкцій як правило вже йдуть із заздалегідь прокладеною розводкою.

Більшість панельних або модульних будинків мають висоту стін до 2,8 метрів. Стіни, як правило, в таких будівлях є несучими, виконання перепланування є можливим лише у разі одночасно з цим виконання проекту та робіт підсилення окремих конструкцій.

Також збірні конструкції як правило є більш енергомісткими при їх виробництві, а відповідно більшої собівартості.

Збірні панельні будинки як правило характеризуються меншими термінами придатного функціонування та більшими темпами зношення, особливо на стиках різних типів конструкцій [3].

Налагодження вітчизняного виробництва елементів швидкокомонтуючих будинків потребуватиме капітальних вкладень в налагодження промислових потужностей, або модернізації існуючих на території України.

Слід зауважити, на базі багатьох ДСК в минулому були заводи залізобетонних виробів, багато з яких працює і по цей день. Україна має багату історію панельного будівництва 60–80-х років минулого століття.

У разі використання закордонних технологій та конструкцій, собівартість будівництва таких будинків залежатиме від курсової різниці. Також важливим питанням є логістика доставки імпортованих конструкцій, а також адаптування таких конструкцій до вітчизняних ДБН та інших нормативних актів. Або приведення вітчизняного будівельного законодавства до відповідності іноземному.

З огляду на вітчизняну практику зведення крупнопанельних житлових будинків, до явних недоліків також варто віднести відносно нижчу звукоізоляцію таких конструкцій та нижчі тепломеханічні властивості.

Хоча ці питання є суто проектно-організаційними та можуть бути вирішені у разі наявності відповідної вимоги потенційного замовника.

Особливості організації будівництва швидкостроєних будівель

1. Необхідність дотримання чітко визначеної технології виконання робіт. Враховуючи це,

часто виробники збірних конструкцій надають послуги монтажу.

2. Необхідність наявності повного складу проекту до моменту початку виконання безпосередніх робіт. На відміну від монолітного залізобетонного будівництва, вітчизняна практика якого, характеризується зведенням будівель маючи частину робочої документації. Внесення змін в проект в момент виконання монтажу будинку, є практично неможливим при збірній технології зведення будинку.

3. Необхідність вирішення логістичних питань доставки окремих конструкцій, планування їхнього виробництва.

На практиці, будівництво швидкостроєних будинків розповсюджено по всьому світу в Європі, Африці, Азії та Американському континенті. Варто зазначити, що саме модульне будівництво наразі є найбільш швидкозростаючим ринком збірного будівельного виробництва.



Рис. 5. Комплекс, будівництво технологією модульних блоків якого зайняло 19 днів. Китай



Рис. 6. Зведення житлового будинку з модульних блоків. Китай

Китай тримає пальмову гілку першості по обсягах швидкозведених будинків. Так всього за 19 днів, китайський забудовник спромігся звести 57 поверховий комплекс із застосуванням технології модульного будівництва.

Ще одним прикладом є зведення 10-ти поверхового житлового модульного будинку за 24 години.

Європейські країни також широко застосовують панельне та модульне будівництво. Так для організації розміщення гостей Олімпіади в Лондоні з використанням швидкокомтованих конструкцій було побудоване олімпійське містечко.

Ще одним центром розвитку, в особливості модульно-блочного будівництва, є країни Африки. [7] Країни цього континенту в останню декаду вимушені вирішувати важливі демографічні питання, пов'язані з постійним зростанням кількості населення.

Одним з найбільших модульних житлових комплексів у світі є 32-х поверховий житловий комплекс "Forest City Ratner's B2" в Нью-Йорку, США. Будівля складається з 930 сталевих оболонкових блоків. Комплекс розраховано на 363 квартири. Багато дослідників досвіду зведення модульних житлових будинків, вважають, що саме будівля в Нью-Йорку була певним каталізатором розвитку всієї галузі [8].

Для африканських країн, таких як Кенія, Намібія та Нігерія, що розвиваються, модульне будівництво є дуже перспективним, адже переважна більшість населення країн континенту живуть в значно гірших умовах. Зі зростанням економічного розвитку, зростає попит на кращі умови проживання. За деякими оцінками, в середньому 90% всіх нових житлових будинків в країнах Африки припадає на збірне, в тому числі модульне будівництво.



Рис. 7. Комплекс олімпійського містечка, який побудовано за допомогою крупнопанельної технології будівництва. Лондон.



Рис. 8. Комплекс олімпійського містечка, який побудовано за допомогою модульної технології будівництва. Бохум. Німеччина.



Рис. 9. Спорудження модульного житлового комплексу. Африка



Рис. 10. Збірний каркас із сталевих блоків житлового комплексу в Нью Йорку. США

Сучасний стан розвитку багатоповерхового швидкокомнатного багатоквартирного будівництва в Україні.

Найбільшого розповсюдження в Україні, крупнопанельне швидкоспоруджувальне будівництво набуло в 70–80ті роки ХХ століття.

Починаючи із середини 90х, більшого розвитку почало отримувати монолітно-каркасне будівництво багатоповерхового житла.

Проте панельне будівництво залишається також актуальним.

Сучасні панельні житлові комплекси здебільшого позиціонуються як житло економ класу та приваблюють інвесторів відносно меншою вартістю квадратного метра та швидкістю будівництва, а отже і результатом інвестування. Середня тривалість будівництва крупнопанельного багатоповерхового житлового будинку складає до 12 календарних місяців від етапу розробки котловану до введення в експлуатацію. Тривалість монолітного каркасного будівництва може сягати до 18 місяців відповідно.



Рис. 11. Сучасний крупнопанельний багатосекційний житловий комплекс у місті Київ



Рис. 12. Приклад будівництва типового панельного будинку в Києві

Перспективи збільшення обсягів зведення швидкоспоруджуваних багатоквартирних житлових будинків.

За різними даними, з 24 лютого 2022 року в Україні було повністю або частково зруйновано до 45 мільйони квадратних метрів житла. Що, з відкритих даних Мінрегіобуду, відповідає обсягам введення в експлуатацію житла сумарно протягом чотирьох останніх років. Кількість зруйнованого житла постійно зростає.

Близько половини мільйона громадян або втратили житло, або мають пошкоджені оселі.

Крім цього, до початку широкомасштабних військових дій, в Україні вже існувала кризова ситуація із наявним житловим фондом. За різними оцінками, частка засторілого житла в структурі загальної кількості житлового фонду, станом на початок 2022 рік наближалась до 80%. Близько 7,5 відсотків житла було непридатним для проживання. Загальний житловий фонд України складає близько 1 мільярда квадратних метрів житла [5; 6].

З огляду на вище перелічені фактори, першочерговим завданням має стати масштабне будівництво житла для тих громадян, які втратили його внаслідок бойових дій, а також оновлення наявного аварійного житлового фонду країни.

Вище наведені явні переваги зведення швидкокомтованих багатоповерхових будівель вказують на те, що у разі наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування, крупногабаритне панельне та модульне багатоповерхове житлове будівництво цілком може частково вирішити наявні проблеми із забезпечення житлом українців. Технологічною особливістю та перевагою зведення крупнопанельних багатоповерхових будинків є швидкість реалізації проектів, економічна простота, уніфікованість та всесезонність виконання робіт.

Наявні промислові потужності, наукова та ресурсна бази можуть стати основою розгортання обсягів спорудження швидкокомтаного багатоквартирного та багатоповерхового житла.

На рівні держави, варто розглянути можливість розробки окремої програми розвитку цього напрямку. Такі дії могли б суттєво знизити в відносно стислі терміни негативний чинник руйнування житла. Крім цього, це б був стимулюючий фактор розвитку економіки держави.

Як на рівні державних так і на рівні приватних інвесторів, варто переймати досвід іноземних країн в реалізації масштабних проектів швидкокомтаного будівель. Дотримання організаційно-технологічних особливостей зведення, в тому числі крупнопанельних будинків, та виконання техніко-економічних розрахунків, а також державної експертизи проектів, може надати можливість виокремлення таких проектів в окремий «пул» з метою залучення міжнародного державного та недержавного (приватного) фінансування, такого як гранти, донорство та міжнародні інвестиційні проекти.

Технології використання 3-D принту вже застосовуються в Україні. Так одним із перших таких верстатів влаштовано в дослідному корпусі КНУБА.

Розвиток цієї технології є дуже перспективним як для України так в світовому масштабі.

Перспективи розвитку наукової галузі щодо швидко-споруджуваних багатоповерхових будівель.

Не дивлячись на факт достатньо широкого дослідження даної проблематики в наукових працях вчених відносно зведення крупнопанельних будинків, існує ряд питань, які потребують подальшого наукового дослідження.

Військові дії на території України, нестабільність постачання енергоносіїв та постійне зростання їхньої вартості, спонукає до негайного вирішення питання термомодернізації як існуючого житлового фонду, так проектних рішень перспективних панельних та інших збірних будівель [1].

Даний напрямок наукових досліджень не є достатньо дослідженим та з огляду на наявність грантового фінансування є доволі перспективним.

Також потребує більш поглибленого дослідження питання адаптації українського законодавства в будівельній сфері до вимог сучасних світових технологій відновлювального та швидкокомтованого будівельного виробництва.

Перспективним є також дослідження факторів впливу на економічну ефективність зведення швидкокомтованих багатоквартирних житлових будинків.

Висновки

Протягом останніх кількох місяців Україна втратила близько 5% житлового фонду

держави таким, що зруйновано або частково пошкоджене.

Одним із варіантів вирішення проблеми може стати широке впровадження швидкоспоруджуваного житлового багатопверхового багатоквартирного житлового будівництва. Існує чимало різних видів швидкокомонтажних житлових будинків, один із найбільш розповсюджених з яких є крупнопанельне будівництво.

Дана технологія має як ряд переваг так і недоліки. Проте, зважаючи на ті складні обставини, в яких знаходиться країна, зведення швидкоспоруджуваного багатопверхових будинків може бути вирішенням житлового питання для сотень тисяч громадян України.

Головними організаційно-технологічними перевагами для прикладу крупнопанельного будівництва є швидкість, уніфікованість, простота проектних рішень, економічна ефективність. Остання має в кожному конкретному випадку спиратись на техніко-економічне обґрунтування.

У разі реалізації великої кількості проектів, розробки державної програми, або грантового проектного фінансування, варто застосовувати сучасні досягнення іноземних будівельних компаній.

З науково-практичної точки зору, зведення багатопверхових крупнопанельних та інших швидкокомонтажних житлових будинків є перспективним напрямком дослідження та вдосконалення будівельного виробництва.

Література

1. Плоский В.О., Гетун Г.В., Тимофеев М.В., Запривода В.І. Енергоефективний панельний житловий будинок. *Архітектура будівель та споруд* : навч. посіб./ під заг. ред. Г.В. Гетун. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. 190 с.
2. Григоровський П.Є., Чуканова Н.П., Горда О.В. Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво* : наук.-техн. зб. Київ : Вид-во «Ліра-К». 2019. № 68. С. 15–19.
3. Григоровський П.Є., Чуканова Н.П., Мурсьова О.В. Аналіз факторів, що впливають на термін життя будівлі в процесі експлуатації. *Web of Scholar*. 2018. № 2. С. 75–82.
4. Ковальський В.П., Абрамович В.С. Аналіз існуючих стінових панелей та розробка власного конструктивного рішення для зведення енергоефективних багатопверхових будинків. *СучТехнБудів*. 2020 (груд.). Вип. 27 (2). С. 46–51.
5. Офіційний сайт Державної служби статистики. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
6. Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду : Закон України.
7. Top 5 reasons to why modular construction is on the rise in Africa. URL: <https://constructionreviewonline.com/>
8. Integrated pre-fabricated steel technologies for the multi-storey sector / B. Döring, M. Kuhnhenne, O. Vassart, C. Harper, P. Beguin, S. Herbin, A. Seppänen, M. Lawson, E. Yandzio, F. Scheublin, W. Bakens. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 2009. 149 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/>
9. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво
10. EVG Конструктивная система 3D® Руководство по проектированию и расчету / К. Матц, Й. Кюгерль, К. Пехайм : Copyright © EVG. 1999. Издание 2002.
11. Що таке СІП панелі. URL: <https://eurohouse.ua/ua/statti/chto-takoe-sip-paneli>
12. EVG 3D®. URL: <https://evg.com/ru/evg-3d/>

References

1. Ploskiy V.O., Getun G.V., Tymofeiev M.V., Zaprivoda V.I. Energy effective paneled residential house. *Houses and Construction architecture* : tutorial / red. Getun G.V. Kiev : Lira-K, 2017. 190 p.
2. Grigorovskiy P.E., Chukanova N.P., O.V Gorda. Information environments in construction. *Construction production: science and technology. coll.* Kyiv : "Lira-K" publishing house. 2019. No. 68. P. 15–19.
3. Grigorovskiy P.E., Chukanova N.P., Murasova O.V. Analysis of factors that influence lifetime length of structures during their explotation. *Web of Scholar*. 2018. № 2. С. 75–82.
4. Kovalskiy V.P., Abramovich V.S. Analysis of modern wall panels and development of own constructive solution for building energy efficient multi storey houses. *ModTechBuild*. No 27.2. 2020. P 46–51.
5. Official web page of State statistics service of Ukraine. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
6. Complex reconstruction of old residential districts : Law of Ukraine on.
7. Top 5 reasons to why modular construction is on the rise in Africa. URL: <https://constructionreviewonline.com/>
8. Integrated pre-fabricated steel technologies for the multi-storey sector / B. Döring, M. Kuhnhenne, O. Vassart, C. Harper, P. Beguin, S. Herbin, A. Seppänen, M. Lawson, E. Yandzio, F. Scheublin, W. Bakens. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 2009. 149 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/>
9. DBN A.2.2-3:2014 Composition and content of project documentation for construction.
10. EVG Construction System 3D® Design and Calculation Guide K. Matz, J. Kügerl, K. Peheim : Copyright © EVG. 1999. Edition 2002.
11. What are SIP panels. URL: <https://eurohouse.ua/ua/statti/chto-takoe-sip-paneli>
12. EVG 3D®. URL: <https://evg.com/ru/evg-3d/>

ANALYSIS OF WORLD EXPERIENCE AND MODERN TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF RAPIDLY CONSTRUCTED RESIDENCE BUILDINGS

Abstract. *Over the past few months, Ukraine has lost about 5% of the country's housing stock as destroyed or partially damaged. One of the options for solving the problem can be the widespread implementation of fast-building high-rise multi-apartment residential construction. The article presents the results of the analysis of the current state of the world and domestic experience, as well as the prospects of using the technology of rapidly constructed buildings in residential high-rise construction.*

Types of rapidly constructed residential buildings are systematized. The main advantages and disadvantages of the technology of building multi-apartment residential buildings using prefabricated structures, modules and blocks are also indicated. Examples of the construction of modern buildings in both global and domestic construction practice are given.

The prospects for the application of this technology in the modern realities of Ukraine are analyzed. Attention was focused on the speed of construction of multi-apartment residential buildings to provide housing for victims of Ukrainian military actions. The article analyzes already existing scientific works of scientists and open sources of information, both domestic and foreign.

Information on the current state of this branch of construction production is provided, as well as the advantages, opportunities and risks of the construction of rapidly constructed buildings in the conditions of the current socio-economic situation in Ukraine.

There are many different types of prefab residential buildings, one of the most common of which is large-panel construction. This technology has both a number of advantages and disadvantages. The main organizational and technological advantages for the example of large-panel construction are speed, uniformity, simplicity of design solutions, and economic efficiency. Taking into account the variety of modern technologies and materials for the production of panels, as well as the difficult circumstances in which the country is located, the construction of rapidly constructed multi-story buildings can be a solution to the housing issue for hundreds of thousands of Ukrainian citizens.

Key words: *fast build construction, organization of construction, large-panel buildings, modular multi storey residential complex, prefabrication construction.*

Hrihorovskyi P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, Senior Research Officer,
State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Bronevitskiy A.P.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Murasova O.V.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Hrigrorovskyi A.P.

Postgraduate Student,
State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv