

К. В. Соколенко  
В. М. Соколенко  
Є. С. Руднєв  
О. А. Черних

## ФАКТОРИ ТА УМОВИ БЕЗПЕКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ РАЙОНІВ МАСОВОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала

У статті досліджуються інженерно-технічні та економічні аспекти відновлення масової житлової забудови, пошкодженої внаслідок бойових дій, шляхом обов'язкової інтеграції безпекових характеристик у систему проектних критеріїв. Обґрунтовується необхідність відмови від застарілих систем цивільної оборони та впровадження трирівневої стратифікованої системи захисту будівель від повітряних загроз на рівні містобудування. Ефективність запропонованої системи оцінюється на основі економічної доцільності, практичності масштабного впровадження та моделювання трьох сценаріїв ураження: вплив уламків, надземний вибух та пряме влучання. Базова вартість будівництва типового багатоквартирного будинку визначена на рівні 400-650 \$/м<sup>2</sup>. Перший, індивідуальний рівень захисту передбачає локальне підсилення конструкцій квартир вибухостійкими склопакетами та армованими перегородками, що збільшує вартість об'єкта на 8–15% та майже повністю нівелює травматизм від осколків. Другий, загальнобудинковий рівень, визначений як оптимальний для масової забудови, вимагає комплексного посилення несучого каркаса для витримування надлишкового тиску 100-300 кПа. Це рішення підвищує загальну вартість на 18-30%, але забезпечує збереження цілісності несучих конструкцій на 80-85% при вибухах еквівалентом 250 кг. Третій рівень – повний захист – полягає у проектуванні повноцінного спеціалізованого укриття, що здорожчує будівництво на 30-40%. Цей рівень є критично необхідним для забезпечення виживання 80-90% мешканців при прямих влучаннях або дії боєприпасів масою понад 400 кг. Доведено, що комплексне застосування всіх трьох рівнів створює синергетичний ефект, сумарно знижуючи кількість жертв на 70-90% порівняно зі стандартними будинками. Визначено, що для практичної реалізації концепції необхідне термінове оновлення державних будівельних норм (ДБН), розширення вітчизняного виробництва специфічних матеріалів, підготовка фахівців із вибухостійкого проектування та запровадження цільових державних програм фінансового стимулювання девелоперів.

**Ключові слова:** житловий будинок, безпека, цивільний захист, вибухова дія, реконструкція, відбудова, захисні споруди, містобудівний розвиток.

Стаття надійшла до редакції / Received 25.03.2026  
Прийнята до друку / Accepted 27.04.2026  
Опубліковано / Published 29.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Соколенко К.В., Соколенко В.М., Руднєв Є.С., Черних О.А.

### Вступ

Завершення бойових дій детермінує ініціацію системних процесів відновлення урбанізованих територій, міст і містобудівних систем. У післявоєнний період пріоритетного значення набуває не лише відтворення втраченого житлового фонду, а його структурна та функціональна модернізація з урахуванням довгострокових сценаріїв просторового розвитку. Визначальними у цьому контексті є стратегічні містобудівні рішення, спрямовані на забезпечення актуалізованих потреб населення та формування стійкого міського середовища [1,2].

Ключовим методологічним аспектом є узгодження економічних параметрів відновлення районів і кварталів масової житлової забудови з інженерно-технічними та типологічними рішеннями, орієнтованими на підвищення рівня захищеності житлового середовища від воєнних загроз. У цьому контексті безпекові характеристики мають інтегруватися у систему проектних критеріїв поряд із вартісними, експлуатаційними та енергоефективними показниками, відповідно до вимог чинної нормативної бази [3-5].

Визначальним чинником відновлювальних процесів виступає наявність демографічно активного населення, яке формує попит на відновлення функціонування міських систем. Фактор безпеки, у свою чергу, трансформує роль населення з пасивного споживача міського середовища в активного суб'єкта містобудівної діяльності, здатного впливати на прийняття управлінських рішень і формування суспільного запиту на безпечне середовище життєдіяльності [6,7].

У процесі обґрунтування проєктних рішень актуалізується проблема досягнення оптимального балансу між капітальними витратами на реконструкцію та очікуваними показниками довгострокової ефективності. Паралельно постає завдання імплементації оновлених нормативних вимог щодо забезпечення стійкості забудови до вибухових і повітряних впливів у систему архітектурно-будівельного проєктування, зокрема з урахуванням положень Єврокодів щодо навантажень і розрахунку конструкцій [8,9].

Аналіз сукупності чинників і умов, що визначають вибір методів, інженерно-технічних засобів і економічних механізмів відновлення районів масової житлової забудови, пошкоджених унаслідок бойових дій, доцільно розширити за рахунок комплексної оцінки впровадження трирівневої стратифікованої системи захисту будівель від повітряних загроз. Така оцінка має здійснюватися за критеріями вартості життєвого циклу, функціональної ефективності, адаптивності та масштабованості рішень, що відповідає сучасним підходам до забезпечення стійкості та живучості будівель і споруд.

З урахуванням результатів інженерних розрахунків, чисельного моделювання поведінки конструкцій і сценарного аналізу уражень, наступним етапом є верифікація практичної ефективності зазначеної системи, оцінка можливостей її інтеграції у типовий інвестиційно-будівельний процес, а також визначення впливу на показники безпеки життєдіяльності населення.

### Аналіз відомих досліджень і публікацій

З початку війни, від 2022р. в Україні набули актуальності дослідження, пов'язані з захистом цивільного населення, житлової забудови від засобів ураження вибухової дії. Формується декілька напрямків дослідження. Конструктивні рішення підвищення стійкості конструкцій, будівель та споруд вибуховим впливам. Функціональне та архітектурне планування сховищ [10, 11]. Містобудівні та урбаністичні аспекти формування мережі сховищ на території міста [12-14]. Моделювання роботи несучого каркасу будівлі, опір вибуховій дії з використанням вітчизняних програмних комплексів ЛІРА-САПР. Аналізується досвід інших країн – зокрема Ізраїлю, Фінляндії спрямованого на багаторівневий принцип забезпечення захисту населення [16, 17].

Актуальність досліджень в цьому напрямку, їх всебічність та розмаїття краще за все доводять матеріали фахових науково-технічних конференцій [15]. Слід відзначити складність проблематики умовного напрямку цивільного захисту, спричинену одночасною дією кількох чинників. Війна триває і люди гинуть чи не щодня. Існуюча забудова адаптується під завдання створення захисних споруд недостатньо швидко. Заважає висока вартість реалізації конструктивних рішень вищого рівня захисту. Фіксується певне відставання нормативної та законодавчої бази від потреб сьогодення.

**Мета статті.** Дослідження факторів та умов, що визначають методи, інженерно-технічні засоби та економічні аспекти, спрямовані на забезпечення чиннику безпеки при відновленні масової житлової забудови.

### Основна частина

Фактори і умови, що визначають методи, інженерно-технічні засоби та економічні аспекти відновлення районів та кварталів масової житлової забудови, порушених бойовими діями повинні бути раціональними. Визначення доцільного варіанту або концепту відновлення житлової забудови повинне враховувати чинник безпеки. Безпека є другим важливим рівнем потреб людини. Прихисток завжди вимагав витрат часу, матеріалів, праці, обслуговування. Середньовічні замки виконували багато в чому економічну функцію, але першим та базовим їх завданням була безпека, створення захисної споруди. В сучасних умовах, за наявності перманентної загрози зовнішньої агресії, будівельна галузь вкотре повертається до відтворення системи цивільного захисту, на оновлених засадах. Типологічний аналіз архітектурно – планувальних рішень свідчить – т.з. сталінська повоєнна забудова передбачала наявність підземних бомбосховищ в усіх громадських будівлях, закладах освіти, житлових будинках тощо. Збудова періоду конструктивного мінімалізму, масові індустріальні серії обмежились підвальними приміщеннями. За часи СРСР не було приводу перевірити ефективність відпрацювання системи цивільної оборони. Цивільна оборона функціонально та організаційно трансформувалась в цивільний захист та Державну службу України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). На містобудівному рівні по підсумках четвертого року війни виникає завдання формування системи сховищ у житловій забудові. Законодавчі та

нормативні вимоги закріплено у відповідних положеннях [1-5]. Аналіз раціональних рішень формування системи захисту спирається на опрацювання декількох базових чинників, котрі визначають загальні інженерно-технічні та економічні аспекти.

Перший чинник – економічна доцільність. Він передбачає зіставлення базової вартості типового житлового будинку з вартістю об'єкта, доповненого захисними рішеннями. До таких належать посилені бетонні конструкції, ударостійкі фасадні системи та скління, укріплені санітарні вузли як локальні укриття, захищені ядра жорсткості та інженерні шахти, а також спеціалізовані підземні сховища. Подібний аналіз дає змогу визначити приріст собівартості одного квадратного метра та оцінити обґрунтованість додаткових витрат з урахуванням сучасних безпекових ризиків.

Другий чинник пов'язаний із практичністю масштабного впровадження. Йдеться про оцінку доцільності інтеграції трирівневої системи захисту в типові моделі житлової забудови, а також про доступність відповідних технологій, матеріалів і професійних компетенцій на ринку. Важливим є визначення того, які елементи захисту можуть бути закріплені як обов'язкові нормативні вимоги, а які доцільно залишити у форматі додаткових опцій.

Третій чинник – очікувана ефективність системи захисту. На основі моделювання трьох ключових сценаріїв ураження – вплив уламків, надземний вибух та пряме влучання – оцінюється рівень зниження ризиків загибелі та травмування, а також ступінь підвищення конструктивної стійкості будівлі. Додатково аналізується, у яких випадках локальні захисні рішення є ефективнішими за загальнобудинкові, і яким чином трирівнева система функціонує як цілісний інтегрований механізм. Оцінювання економічної доцільності посилення будівель вимагає порівняння будівництва стандартного будинку та зведення будинку із впровадженням трирівневої системи вибухостійкого захисту. Методика порівняння вартості використовує оцінку якісного зрощення конструктивних та планувальних рішень базової моделі та варіанту підсилення.

У дослідженні оберемо стандартний п'ятиповерховий будинок збірно-монолітної або монолітно-каркасної схеми, площею орієнтовно 3500–4000 м<sup>2</sup>. Модель посиленої будівлі з трьома рівнями захисту передбачає 1 рівень – індивідуальний – локальне посилення конструкцій квартир або окремих зон. 2 рівень – загальнобудинковий, комплексне посилення всього каркаса, 3 рівень проектування повноцінного укриття.

Порівняння проводиться за усталеними критеріями оцінки проєктних рішень – загальна собівартість будівництва; вартість матеріалів і робіт; додаткові витрати на проектування та технічний нагляд відповідного рівня захисту; вартість інженерних систем безпеки; вартість експлуатаційних витрат у майбутньому.

На українському ринку для будинків класу «економ» середня собівартість будівництва типового багатоквартирного будинку коливається в межах 400–650 \$/м<sup>2</sup> (без вартості землі). У структурі витрат можна виділити: фундамент і нульовий цикл  $\approx 10$ –15%; несучі стіни та перекриття що формують коробку будівлі  $\approx 30$ –40%; покрівля та огорожувальні конструкції  $\approx 5$ –10%; інженерні мережі (водопостачання, опалення, вентиляція)  $\approx 20$ %; вікна, двері, фасади  $\approx 10$ %; внутрішні роботи, оздоблення, благоустрій  $\approx 15$ % [19]. Стандартне укриття у вигляді підвалу чи технічного приміщення практично не впливає на загальну вартість.

Конструктивні рішення підсилення будинку першого рівня передбачає локальне підсилення окремих зон квартири або конкретних конструктивних елементів. До таких рішень належать: встановлення вибухостійких склопакетів товщиною 10–14 мм; використання армованих перегородок із товщиною 150–200 мм; підсилення несучих стін локальними металевими рамами; монтаж підсилених дверей для захисної кімнати; посилені закладні в зонах дверних та віконних прорізів.

Додаткові витрати в такому випадку можуть становити від +8% до +16% від вартості всієї квартири або приблизно +30–60 \$/м<sup>2</sup> для всього будинку, якщо посилення застосовується масово [19]. Проєктні рішення практично не вимагають додаткової адаптації.

Перевага цього рівня – мінімальні загальнобудинкові зміни, проте він не дає суттєвого ефекту при надлишкових тисках понад 30–50 кПа.

Другий рівень – загальнобудинковий, вимагає зміни планувально конструктивних рішень несучого каркасу будинку, використання додаткових елементів, що підсилюють опір будинку в цілому дії ударної хвилі. Другий рівень є найбільш економічно виправданим у масштабах багатоповерхового житла. Посилений каркас дозволяє витримувати надлишкові тиски 100–300 кПа, а в деяких випадках — навіть вище [15]. Ключові витрати включають: збільшення перерізу колон та ригелів (більший клас бетону, просторові каркаси); потовщення несучих стін до 250–300 мм;

створення протиударного залізобетонного поясу по периметру будівлі; посилення сходових кліток та ліфтових шахт; підвищення міцності перекриттів (товщина 180–220 мм). В роботі [23] проаналізовано типи влучань, наслідки для житлових будинків, особливості характеру руйнувань, пружно-деформованого стану несучих конструкцій. В цілому отримує підтвердження теза, що існуючі проектні рішення цивільних будівель мають недостатню стійкість щодо вибухових впливів.

Таке конструктивне удосконалення здатне збільшити вартість загальнобудівельного циклу на +18–30%. У грошовому еквіваленті це становить приблизно +80–150 \$/м<sup>2</sup>. Вартість фундаменту і нульового циклу може зрости на третину, до ≈15–20%; несучі стіни та перекриття що формують коробку будівлі додатково на 0,25 до ≈30–40% вартості в загальному обсязі. [19].

Третій рівень – це повноцінне спеціальне укриття, інтегроване у будинок або окремо збудоване на ділянці. Спеціалізовані укриття все ж таки доцільно розглядати як мережеву систему в міській забудові, з залученням коштів бюджетів всіх рівнів. На нашу думку окреме спеціалізоване сховище інтегроване під окремий будинок не матиме інвестиційної привабливості а отже такі рішення не зможуть бути реалізовані на рівні інвестиційно – девелоперського проекту.

Тут застосовуються конструкції здатні витримувати 300–800+ кПа, що відповідає екстремальним сценаріям. Основні статті витрат: стіни товщиною 400–600 мм із бетону класу В25–В40; подвійне або потрійне армування; вибухостійкі двері масою 250–600 кг; система фільтровентиляції; герметизація приміщення і шлюзові камери; автономні системи живлення та санітарні вузли.

Вартість таких укриттів складає 350–600 \$/м<sup>2</sup>, а в масштабах усього будинку додає +50–120 \$/м<sup>2</sup> до середньої собівартості. У випадку максимального рівня захисту приріст вартості будинку може сягати +30–40%. Показники збільшення витрат на облаштування відповідного рівня захисту обраховано як якісна категорія. Для реальних проектних рішень збільшення вартості конструктивного рішення будинку обраховується в кошторисах по базовому та підсиленому варіантах

В табл.1 наведено середні коефіцієнти збільшення вартості конструктивних рішень будинку з сховищем різного рівня, обчислені з використанням методики [19].

Таблиця 1

**Подорожчання будинку за рахунок підсилення конструктивних рішень**

№ п/п	Рівень захисту	Коефіцієнт дорожчання
1	Стандартний будинок	100%
2	Рівень 1 (індивідуальний)	1,08-1,15
3	Рівень 2 (загальнобудинковий)	1,18-1,3
4	Рівень 3 (повний захист)	1,3-1,4

Аналіз економічної доцільності трирівневої системи захисту дозволяє отримати наступні висновки.

Рівень 1 дає мінімальне підвищення захисту, але й мінімальні витрати – підходить для локальних потреб, але не для будинків поруч із критичною інфраструктурою.

Рівень 2 – оптимальний варіант для масової забудови: додаткові витрати помірні, а здатність будинку витримувати суттєві надлишкові тиски значно зростає.

Рівень 3 – найдорожчий, але єдиний, що гарантує життєздатність будівлі та людей у випадку екстремальних подій, включно з близькими розривами високо потужних боєприпасів.

У загальному висновку можна зазначити, що збільшення вартості в межах 20–40% є економічно виправданим, оскільки навіть базове підсилення каркаса здатне зменшити ризики загибелі на порядок. Додатково слід відзначити, що відсоток збільшення вартості застосовується до загальнобудівельного циклу, несучого каркасу будинку. Для більшості стандартизованих рішень вартість каркасу будівлі, т.з. коробка будинку сягає 40% кошторисної вартості об'єкта. Тобто у загальній вартості будинку здорожчання становить 8-16%. Технічна здійсненність впровадження трирівневої системи захисту в Україні оцінюється досить високо. Сучасний будівельний ринок здатний забезпечити основні матеріали для посилених конструкцій, такі як бетон високих класів міцності, арматурну сталь А500+, важкі заповнювачі, посилені перемички та плити.

Регуляторна база в Україні поки не містить комплексних вимог щодо цивільної вибухостійкості житлових будинків. Існують окремі розділи про укриття, проте відсутні чіткі критерії стійкості конструкцій до вибухової хвилі, уламків або прямого попадання. Для масового впровадження трирівневої системи захисту доцільно внести доповнення в наступні редакції ДБН В.1.1 і ДБН В.2.2

для житлових будівель щодо визначення стандартних класів стійкості, встановлення мінімальних вимог до укриттів у межах будинків та введення обов'язкової експертизи вибухостійкості нових проєктів. Без таких норм девелопери не будуть активно впроваджувати посилені рішення, оскільки вони підвищують собівартість будівництва.

Економічна доцільність є ключовим фактором. Посилений будинок коштує приблизно на 8–16% дорожче, що може знижувати прибутковість девелоперів або збільшувати вартість квадратного метра. Соціальна готовність населення також на високому рівні. Українці після початку повномасштабної війни значно змінили ставлення до безпеки, і тепер укриття та посилені конструкції стали одним із пріоритетних критеріїв вибору житла. Мешканці очікують на наявність якісних укриттів у підвалах або на перших поверхах, ударостійких вікон на частині фасадів, мінімізацію небезпечних зон і автономність будинку за електрикою, водою та вентиляцією.

Впровадження трирівневої системи захисту значно підвищує безпеку мешканців та знижує ризик руйнування будівлі у різних сценаріях загроз. Розглянемо результати для кожного рівня захисту окремо та у комплексі. (табл.2). Впровадження посилених рішень збільшує терміни будівництва другої стадії приблизно на 5–12% через складніше армування, точніший контроль якості, монтаж спеціальних елементів укриттів та довший цикл бетонування великих перерізів елементів.

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз сценарію загроз для трирівневої системи захисту**

Сценарій загрози	Локальний рівень	Загальнобудинковий рівень	Повний рівень	Потенційні наслідки
Осколкове ураження	95–100% зменшення травм	Не застосовується, бо локальний рівень справляється	Не застосовується	Локальний захист блокує всі осколки, більші уламки можуть лише незначно пошкодити бетонні стіни укриття
Вибух 50 кг (наприклад, Shahed)	80–90% зменшення жертв	90–95% захисту від вторинних руйнувань	95–98% збереження життя у критичних приміщеннях	Локальний рівень мінімізує травми, загальнобудинковий зберігає конструкції, повний рівень забезпечує безпечну евакуацію
Вибух 250 кг (FAB/РЗВ)	60–70% зменшення жертв	80–85% зменшення ризику руйнувань	90–95% збереження життя	Підвищене тиск поширюється на загальні конструкції, повний рівень поглинає основну частину енергії вибуху
Вибух 400+ кг (крилата ракета/балістика)	40–50% зменшення травм	70–80% збереження несучих елементів	85–90% виживання мешканців	Повний рівень критично важливий: без нього ймовірність масових жертв дуже висока
Пряме влучання Shahed	0–20% ефективності (локальний рівень)	50–60% зменшення руйнувань	80–90% збереження життя	Локальний рівень не витримує прямого попадання, повний рівень забезпечує виживання у підземному укритті
Пряме влучання крилата ракета	0%	20–30% часткова стійкість	70–85% збереження життя	Локальний та загальнобудинковий рівні не справляються, виживання можливе тільки у повному укритті

Що стосується типів забудови, найвищу ефективність посилені рішення демонструють у багатоповерхових новобудовах, середньоповерхові будинки також можуть бути адаптовані, таунхауси і малоповерхові будинки потребують локальних рішень, а приватний сектор та старий фонд є найбільш складними для масового впровадження. Реконструкція старого житлового фонду часто вимагає значних витрат, іноді дешевше знести й побудувати нове.

Аналізується сценарій загрози, три рівні захисту, потенційні наслідки впливу. Локальний рівень захисту що реалізується у вигляді посилених кімнат – укриттів та санвузлів, демонструє максимальну ефективність проти осколкових ударів і невеликих вибухових хвиль. За даними таблиці, він забезпечує практично повне зменшення травматизму при осколкових сценаріях — до 95–100%. Навіть при вибуху 50 кг боєприпасу локальний рівень здатний знизити ризик поранень у межах 80–90%, забезпечуючи безпеку окремих квартир. Загальнобудинковий рівень захисту виконує функцію посиленої захисної оболонки для несучих конструкцій та критичних інженерних систем будинку. Загальнобудинковий рівень дозволяє зберегти цілісність несучих стін та

перекриттів на 80–85%, зменшити ризик прогресуючих руйнувань і забезпечити безпечну евакуацію мешканців. У сценаріях сильних вибухів, близьких до прямого попадання (400+ кг на відстані 10 м), загально будинковий рівень знижує ймовірність повного руйнування будинку до 70–80%. Він істотно обмежує вторинні небезпечні ефекти, такі як пожежі, обвалення секцій і порушення інженерних комунікацій. Водночас, без повного рівня захисту виживання мешканців у таких ситуаціях було б критично низьким.

Повний рівень захисту який реалізується через підземні паркінги та укриття глибокого залягання, є ключовим у випадку надпотужних загроз. Він забезпечує виживання мешканців навіть при прямому влучанні ракети або сильному вибуху поблизу будинку. Ефективність повного рівня у таких сценаріях складає 80–90% та більше, що значно зменшує потенційні жертви. Це підкреслює необхідність комплексного підходу: без повного рівня критичні ситуації можуть призвести до масових жертв. Комплексна оцінка тривірневої системи демонструє чітку тенденцію: комбіноване використання трьох рівнів захисту забезпечує синергетичний ефект, значно перевищуючи суму ефектів кожного окремого рівня. При сценаріях осколкових та середніх вибухів локальний рівень забезпечує основний захист, загально будинковий додатково зберігає цілісність конструкцій і евакуаційних шляхів, а повний рівень гарантує виживання при найсильніших ударах.

### Висновки

Проведений аналіз підтверджує, що тривірнева система захисту є ефективним інструментом зниження ризиків і підвищення безпеки мешканців. Вона дозволяє не лише мінімізувати кількість жертв та серйозних поранень, а й зберегти цілісність конструкцій та функціональність будинку у критичних сценаріях. Такий підхід є необхідним для проектування житлових будинків у зонах підвищеного ризику та може бути адаптований для масового застосування у сучасних умовах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Про засади державної регіональної політики : Закон України від 05.02.2015 № 156-VIII : станом на 1 січ. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text> (дата звернення: 24.05.2026).
- [2] Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI : станом на 21 трав. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text> (дата звернення: 24.05.2026).
- [3] ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту / Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – Київ, 2023. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3225773063500990463?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2) (дата звернення: 24.05.2026).
- [4] ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд / Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – Київ, 2018. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3199634775304307868?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199634775304307868?doc_type=2) (дата звернення: 24.05.2026).
- [5] ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій / Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – Київ, 2019. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3260441209981634046](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046) (дата звернення: 24.05.2026).
- [6] Соколенко К. В. Суб'єктність як фактор відновлення деокупованих територій. *Bulletin national university of water and environmental engineering*. 2024. Т. 103, № 3. С. 149–161. URL: <https://doi.org/10.31713/vt3202314> (дата звернення: 24.05.2026).
- [7] Зосім С., Ніколаєнко В. Теоретичні передумови формування нової повоєнної житлової забудови в Україні. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. 2023. № 67. С. 221–229. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229> (date of access: 24.05.2026).
- [8] Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-1: General actions — Densities, self-weight, imposed loads for buildings : EN 1991-1-1:2002 / European Committee for Standardization (CEN). 2002. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1991.1.1.2002.pdf> (дата звернення: 24.05.2026).
- [9] Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions : Unified Facilities Criteria (UFC) 3-340-02 / U.S. Department of Defense. 2008. URL: [https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ARCHIVES/ufc\\_3\\_340\\_02.pdf](https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ARCHIVES/ufc_3_340_02.pdf) (дата звернення: 24.05.2026).
- [10] Жидкова Т., Гнатюк Л., Чемакіна О. Проектування, обладнання та експлуатація первинних укриттів. *Містобудування та територіальне планування*. 2025. № 90. С. 283–294. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2025.90.283-294> (дата звернення: 24.05.2026).
- [11] Жидкова Т., Чепурна С. Організація захисту цивільного населення в багатоповерхових житлових будинках. *Містобудування та територіальне планування*. 2022. № 80. С. 191–202. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.191-202> (дата звернення: 24.05.2026).
- [12] Гетун Г., Безклубенко І., Соломін А., Баліна О. Особливості об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. 2023. № 67. С. 203–220. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220> (дата звернення: 24.05.2026).
- [13] Дмитренко А. Проблеми розвитку типології масового житла для післявоєнної відбудови України. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. № 66. С. 150–167. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167> (дата звернення: 24.05.2026).
- [14] Демків М., Попова С. Зарубіжний досвід модернізації і реконструкції типової повоєнної житлової забудови. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2021. № 59. С. 257–282. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.59.257-282> (дата звернення: 24.05.2026).

- [3455.2021.59.257-282](#) (дата звернення: 24.05.2026).
- [15] Черних О. А., Садковський М. В., Мірошниченко І. О. Технологія розрахунку на дію ударної вибухової хвилі. *Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства* : V Всеукр. науково-техн. інтернет-конф., м. Рівне, 23–25 квіт. 2025 р. Рівне, 2025. С. 13. URL: [https://ep3.nuwm.edu.ua/31709/1/Тези\\_загал\\_Том2.pdf](https://ep3.nuwm.edu.ua/31709/1/Тези_загал_Том2.pdf). (дата звернення: 24.05.2026).
- [16] Architectural and planning solutions for multistorey residential buildings with safety capsules / M. Bordun et al. *E3S Web of Conferences*. 2024. Vol. 534. P. 01003. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453401003> (date of access: 24.05.2026).
- [17] Bubela A., Osadchyi A. Implementation of world experience in constructing civil defence shelters. *The National Transport University Bulletin*. 2026. Vol. 30, no. 1. P. 68–78. URL: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2026-1-30-68-78> (date of access: 24.05.2026).
- [18] Лісниченко С. Визначення вартості відновлення будівель та споруд, які зазнали пошкоджень та руйнувань (укрупнений підхід). *Містобудування та територіальне планування*. 2022. № 80. С. 275–282. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.275-282> (дата звернення: 24.05.2026).
- [19] Житлові будинки. Збірник укрупнених показників вартості відтворення багатопверхових житлових будинків: СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0016:2009 : затв. наказом М-ва з питань житлово-комун. госп-ва України від 07.02.2009 № 31. Київ, 2009. 54 с.
- [20] Пидько М. Актуальність цивільного захисту населення житлової забудови в містах України. *Містобудування та територіальне планування*. 2023. № 83. С. 254–265. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.83.254-265> (дата звернення: 24.05.2026).
- [21] Вадімов В., Пидько М. Проблеми цивільного захисту житлової забудови в містах України в контексті сталого розвитку. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. 2024. № 69. С. 140–156. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.69.140-156> (дата звернення: 24.05.2026).
- [22] Про затвердження показників опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України, розрахованих станом на 01 квітня 2026 року : наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 16.04.2026 № 786. *Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України*. URL: <https://mindev.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-pokaznykiv-oposeredkovanoi-vartosti-sporudzhennia-zhytla-za-rehionamy-ukrainy-rozrakhovanykh-stantom-na-01-kvitnia-2026-roku> (дата звернення: 24.05.2026).
- [23] Нужний В. Перші дослідження ушкоджень будівель і споруд внаслідок бойових дій. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2022. № 11. С. 104–114. URL: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.11.2022.104-114> (дата звернення: 24.05.2026).

## REFERENCES

- [1] Pro zasady derzhavnoi' regional'noi' polityky : Zakon Ukrainy vid 05.02.2015 № 156-VIII : stanom na 1 sich. 2026 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [2] Pro reguljuvannja mistobudivnoi' dijial'nosti : Zakon Ukrainy vid 17.02.2011 № 3038-VI : stanom na 21 trav. 2026 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [3] DBN V.2.2-5:2023. Zahysni sporudy cyvil'nogo zahystu / Ministerstvo rozvytku gromad, terytorij ta infrastruktury Ukrainy. – Kyi'v, 2023. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3225773063500990463?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2) (data zvernennja: 24.05.2026).
- [4] DBN V.1.2-14:2018. Zagal'ni pryncypy zabezpechennja nadijnosti ta konstruktyvnoi' bezpeky budivel' i sporud / Ministerstvo rozvytku gromad, terytorij ta infrastruktury Ukrainy. – Kyi'v, 2018. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3199634775304307868?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199634775304307868?doc_type=2) (data zvernennja: 24.05.2026).
- [5] DBN B.2.2-12:2019. Planuvannja i zabudova terytorij / Ministerstvo rozvytku gromad, terytorij ta infrastruktury Ukrainy. – Kyi'v, 2019. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3260441209981634046](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046) (data zvernennja: 24.05.2026).
- [6] Sokolenko K. V. Sub'jektivist' jak faktor vidnovlennja deokupovanyh terytorij. *Bulletin national university of water and environmental engineering*. 2024. T. 103, № 3. S. 149–161. URL: <https://doi.org/10.31713/vt3202314> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [7] Zosim S., Nikolajenko V. Teoretychni peredumovy formuvannja novoi' povojennoi' zhytlovoi' zabudovy v Ukraini. *Suchasni problemy Arhitektury ta Mistobuduvannja*. 2023. № 67. S. 221–229. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229> (date of access: 24.05.2026).
- [8] Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-1: General actions — Densities, self-weight, imposed loads for buildings : EN 1991-1-1:2002 / European Committee for Standardization (CEN). 2002. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1991.1.1.2002.pdf> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [9] Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions : Unified Facilities Criteria (UFC) 3-340-02 / U.S. Department of Defense. 2008. URL: [https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ARCHIVES/ufc\\_3\\_340\\_02.pdf](https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ARCHIVES/ufc_3_340_02.pdf) (data zvernennja: 24.05.2026).
- [10] Zhydkova T., Gnatjuk L., Chemakina O. Projektuvannja, obladnannja ta ekspluatacija pervynnyh ukryt-tiv. *Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja*. 2025. № 90. S. 283–294. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2025.90.283-294> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [11] Zhydkova T., Chepurina S. Organizacija zahystu cyvil'nogo naselennja v bagatopoverhovih zhytlovyh budyn-kah. *Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja*. 2022. № 80. S. 191–202. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.191-202> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [12] Getun G., Bezklubenko I., Solomin A., Balina O. Osoblyvosti ob'jemno-planoval'nyh rishen' zahysnyh sporud cyvil'nogo zahystu. *Suchasni problemy Arhitektury ta Mistobuduvannja*. 2023. № 67. S. 203–220. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [13] Dmytrenko A. Problemy rozvytku typologii' masovogo zhytla dlja pisljavojennoi' vidbudovy Ukrainy. *Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannja*. 2023. № 66. S. 150–167. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167> (data zvernennja: 24.05.2026).

- [14] Demkiv M., Popova S. Zarubizhnyy dosvid modernizacii' i rekonstrukcii' typovoi' povojennoi' zhytlovoi' zabudo-vy. Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannja. 2021. № 59. S. 257–282. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.59.257-282> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [15] Chernyh O. A., Sadkovs'kyj M. V., Miroshnychenko I. O. Tehnologija rozrahunku na diju udarnoi' vybuhovoi' hvy-li. Novitni tendencii' rozvytku mis'kogo budivnytva ta gospodarstva : V Vseukr. nauko-vechn. internet-konf., m. Rivne, 23–25 kvit. 2025 r. Rivne, 2025. S. 13. URL: [https://ep3.nuwm.edu.ua/31709/1/Tezy\\_zagal\\_Tom2.pdf](https://ep3.nuwm.edu.ua/31709/1/Tezy_zagal_Tom2.pdf). (data zvernennja: 24.05.2026).
- [16] Architectural and planning solutions for multistorey residential buildings with safety capsules / M. Bordun et al. E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 534. P. 01003. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453401003> (date of access: 24.05.2026).
- [17] Bubela A., Osadchyi A. Implementation of world experience in constructing civil defence shelters. The National Transport University Bulletin. 2026. Vol. 30, no. 1. P. 68–78. URL: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2026-1-30-68-78> (date of access: 24.05.2026).
- [18] Lisnychenko C. Vyznachennja vartosti vidnovlennja budivel' ta sporud, jaki zaznali poshkodzen' ta rujnuvan' (ukrupnenyj pidhid). Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja. 2022. № 80. S. 275–282. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.275-282> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [19] Zhytlovi budynky. Zbirnyk ukрупnenykh pokaznykiv vartosti vidtvorennya bagatopoverhovykh zhytlovykh budynkiv: SOU ZhKG 75.11-35077234.0016:2009 : zatv. nakazom M-va z pytan' zhytlovo-komun. gosp-va Ukrai'ny vid 07.02.2009 № 31. Kyi'v, 2009. 54 s.
- [20] Pyd'ko M. Aktual'nist' cyvil'nogo zahystu naseleennja zhytlovoi' zabudovy v mistah Ukrai'ny. Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja. 2023. № 83. S. 254–265. URL: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.83.254-265> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [21] Vadimov V., Pyd'ko M. Problemy cyvil'nogo zahystu zhytlovoi' zabudovy v mistah Ukrai'ny v konteksti stalogo rozvytku. Suchasni problemy Arhitektury ta Mistobuduvannja. 2024. № 69. S. 140–156. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.69.140-156> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [22] Pro zatverdzhennja pokaznykiv oposeredkovanoi' vartosti sporudzhennja zhytla za regionamy Ukrai'ny, rozrahovanykh stanom na 01 kvitnja 2026 roku : nakaz Ministerstva rozvytku gromad, terytorij ta infrastruktury Ukrai'ny vid 16.04.2026 № 786. Ministerstvo rozvytku gromad, terytorij ta infrastruktury Ukrai'ny. URL: <https://mindev.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-pokaznykiv-oposeredkovanoi-vartosti-sporudzhennia-zhytla-za-rehionamy-ukrainy-rozrahovanykh-standom-na-01-kvitnia-2026-roku> (data zvernennja: 24.05.2026).
- [23] Nuzhnyj V. Pershi doslidzhennja ushkodzen' budivel' i sporud vnaslidok bojovykh dij. Budivel'ni konstrukcii'. Teorija i praktyka. 2022. № 11. S. 104–114. URL: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.11.2022.104-114> (data zvernennja: 24.05.2026).

**Соколенко Костянтин Валерійович** — PhD, старший викладач, кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, e-mail: sokolenko@snu.edu.ua ORCID:0000-0003-3334-7855

**Соколенко Валерій Михайлович** — к.т.н., доцент, кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, e-mail: sokolenko\_1@snu.edu.ua orcid:0000-0002-5073-2694.

**Руднев Євген Сергійович** — д.т.н., доцент, професор кафедри електричної інженерії та цивільної безпеки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, e-mail: rudnev\_es@snu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-4236-8407

**Черних Олег Анатолійович** — к.т.н., доцент, кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, e-mail: [grafikchernih@gmail.com](mailto:grafikchernih@gmail.com), ORCID ID [0000-0003-0792-5535](https://orcid.org/0000-0003-0792-5535)

**K. Sokolenko  
V. Sokolenko  
Ye. Rudniev  
O. Chernih**

## FACTORS AND CONDITIONS AFFECTING THE RECONSTRUCTION PROCESS IN AREAS OF MASS RESIDENTIAL DEVELOPMENT

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

*The article investigates the engineering-technical and economic aspects of restoring mass residential developments damaged by hostilities, emphasizing the mandatory integration of security features into the design criteria system. The necessity of abandoning outdated civil defense systems and implementing a three-level stratified system for protecting buildings against aerial threats at the urban planning level is substantiated. The effectiveness of the proposed system is evaluated based on economic feasibility, the practicality of large-scale implementation, and the modeling of three damage scenarios: fragmentation impact, above-ground explosion, and direct hit. The base construction cost of a typical multi-apartment building is defined at \$400-650/m<sup>2</sup>. The first, individual protection level involves the local reinforcement of apartment*

structures using blast-resistant glazing and reinforced partitions, which increases the facility's cost by 8-15% and almost entirely mitigates fragmentation-related injuries. The second, building-wide level, identified as optimal for mass development, requires comprehensive reinforcement of the load-bearing frame to withstand overpressures of 100-300 kPa. This solution increases the total cost by 18-30% while ensuring 80-85% integrity preservation of load-bearing structures during explosions equivalent to 250 kg. The third level – full protection – involves designing a comprehensive specialized shelter, increasing construction costs by 30-40%. This level is critically necessary to ensure an 80–90% survival rate among residents in the event of direct hits or the impact of munitions weighing over 400 kg. It is proven that the comprehensive application of all three levels creates a synergistic effect, cumulatively reducing the number of casualties by 70-90% compared to standard buildings. It is established that the practical implementation of this concept requires an urgent update of State Building Norms (DBN), the expansion of domestic production for specific materials, the training of specialists in blast-resistant design, and the introduction of targeted state programs for the financial stimulation of developers.

**Keywords:** residential building, safety, civil protection, explosive effects, reconstruction, rebuilding, protective structures, urban development.

**Sokolenko Kostiantyn** – PhD, Senior Lecturer, Department of Civil Engineering, Urbanism and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: sokolenko@snu.edu.ua ORCID:0000-0003-3334-7855.

**Sokolenko Valerii** — PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Urbanism and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: sokolenko\_1@snu.edu.ua ORCID:0000-0002-5073-2694.

**Rudniev Yevhen** — Doctor of Technical Sciences (DScTech), Professor of the Department of Electrical Engineering and Civil Safety, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: rudnev\_es@snu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-4236-8407.

**Oleg Chernih** — PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Urbanism and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, e-mail: grafikchernih@gmail.com, ORCID ID [0000-0003-0792-5535](https://orcid.org/0000-0003-0792-5535).