

УДК 624.01:620.9

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ РЕЦИКЛІНГУ І РОЗПОДІЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Савицький М. В.¹, д. т. н., проф., Нікіфорова Т. Д.², д. т. н., проф.,
Шехоркіна С. Є.³, д. т. н., проф.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ms@pdaba.edu.ua; nikiforova.tetiana@pdaba.edu.ua;

svitlana.shekhorkina@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. З 24 лютого 2022 р. Україна потерпає від широкомасштабної військової агресії російської федерації, наслідком якої вже стали значні обсяги руйнувань об'єктів критичної інфраструктури, будівель громадського та житлового призначення по всій території країни. Найбільших руйнувань на сьогодні зазнали райони, що перебувають в зоні ведення бойових дій, та наближені до фронту території. Не дивлячись на те, що бойові дії та ракетні атаки все ще тривають, вже сьогодні проводяться заходи з попереднього планування відновлення, зокрема міжнародна конференція Ukraine Recovery Conference (URC2022) у м. Лугано, Швейцарія (липень 2022 р.), де був представлений План відновлення України та відповідні Національні програми. Одним із ключових завдань Національної програми «Відновлення та модернізація житла та інфраструктури регіонів» встановлено відбудову та створення якісно нового житла із захисними, стійкими та інклюзивними рішеннями.

Ефективним рішенням проблеми швидкої відбудови соціальної інфраструктури України під час війни та у повоєнний період може стати створення та розгортання максимально наближених до району виконання відновлювальних робіт локальних будівельно-монтажних виробництв повного циклу (демонтаж окремих елементів або знесення зруйнованих будівель, сортування та переробка будівельних відходів, виготовлення будівельних виробів та конструкцій високої надійності з використанням вторинної сировини та місцевих матеріалів, капітальний ремонт, підсилення, реконструкція або зведення нової будівлі з інтегрованими укриттями) із забезпеченням автономності від централізованих мереж енергопостачання.

Мета роботи – аналіз сучасного стану науково-прикладної проблеми та розробка методологічних підходів до створення комплексної організаційно – технологічної системи відбудови житлових і громадських будівель з інтегрованими укриттями з використанням індустріальних архітектурно-конструктивно-технологічних систем за технологіями рециклінгу і розподіленої енергетики.

Основна частина. Новітні розробки методів та технологій обстеження будівель та споруд присвячені впровадженню нових автоматизованих методів діагностики, серед яких використання дронів для збору фото- та відеоінформації в поєднанні з методами цифрового моделювання (BIM) та штучного інтелекту (наприклад, методи дистанційного обстеження важкодоступних зовнішніх стін багатоповерхівок безпілотниками для збору зображень, виявлення та нанесення пошкоджень на BIM модель [1], методи комп'ютерного зору та машинного навчання для кодування геометричної інформації про будівлю та створення цифрового двійника з пошкодженнями [2]). Наведені дослідження мають пілотний характер, проте підтверджують перспективність використання робототехніки та безпілотних літальних апаратів в поєднанні з IT-технологіями для обстеження будівель і споруд, пошкоджених внаслідок бойових дій.

Стосовно відновлення експлуатаційної придатності пошкоджених будівель та споруд сучасними трендами є розробки нових та удосконалення існуючих способів підсилення з високоефективних матеріалів, що відповідатимуть принципам «зеленого», ресурсоефективного будівництва та декарбонізації. Для ефективної утилізації будівель та споруд аварійного стану, непридатних до відновлення, можуть бути використані технології демонтажу та переробки будівельних конструкцій у вторинну сировину для подальшого виготовлення будівельних матеріалів (бетонних сумішей, заповнювачів, тощо). Досвід застосування та результати досліджень фізико-механічних характеристик бетонів на заповнювачах, отриманих методом рециклінгу, приведені в роботі [3; 4], доведено не лише позитивний екологічний ефект, але й можливість отримання високого класу міцності. Отже такі бетони за відповідного обґрунтування та розробки рецептур сумішей можуть бути використані для зведення укриттів цивільного захисту. Забезпечення прискореного зведення будівель та споруд досягається за рахунок автоматизації процесу виготовлення та будівництва використанням індустріального підходу та модульних конструктивних елементів [5].

Протягом військової агресії стало очевидно, що існуючі в Україні архітектурно-конструктивні системи мало- та багатоповерхових будівель в переважній більшості не відповідають вимогам щодо захисту цивільного населення, зокрема маломобільних груп населення з безперешкодним доступом до приміщень укриттів. Оцінка надійності будівель при ударно-вибухових впливах є ключовим аспектом при обґрунтуванні конструктивних систем в Ізраїлі, Афганістані, Іраку, Сирії [6], а тепер і в нашій країні. В існуючих на сьогоднішній день конструктивних рішеннях житлових та громадських будівель дані вимоги не враховані.

Сьогодні вже розроблені та широко застосовуються різноманітні засоби обстеження, способи ремонту та підсилення будівельних конструкцій. Проте руйнування будівель від наслідків ракетно-бомбових ударів (вибухово-ударної хвилі, осколкових уражень тощо) мають специфіку, яка впливатиме на проведення робіт з обстеження та розбирання, вибір способу та можливість підсилення і не відображена в існуючій нормативно-технічній та науковій літературі. Для ідентифікації та визначення обсягів дефектів та пошкоджень на основі фото-, відеоматеріалів пропонується інтегрована система оцінки масштабів руйнувань, діагностування та встановлення технічного стану будівель і споруд, пошкоджених в результаті бойових дій, з використанням робототехніки та безпілотних літальних апаратів в поєднанні з технологіями цифрового моделювання та штучного інтелекту.

Для будівель і споруд неаварійного технічного стану потрібна систематизація існуючих та розробка методів ремонту та підсилення з на основі вторинних матеріалів та сировини місцевого походження з урахуванням вітчизняної типології будівель, специфіки пошкоджень внаслідок бойових дій. Аварійні та повністю зруйновані внаслідок бойових дій будівлі і споруди розглядаються як джерело сировини після демонтажу з урахуванням подальшої переробки для повторного використання. Відповідно, потрібно розробити конструктивно-технічні рішення дробильно-сортувальних ліній виготовлення будівельних матеріалів шляхом рециклінгу елементів демонтованих будівель та технологічні рішення розподілених автономних виробництв збірних конструктивних елементів житлових будівель з енергетичними системами продукування, трансформації, зберігання і використання енергії альтернативних джерел для виробничого процесу. Ефективне використання отриманих матеріалів буде забезпечено шляхом важких високоміцних фібробетонів та теплоізоляційних бетонів, ґрунтобетонів та сумішей для 3D-друку з використанням відсортованих та

перероблених будівельних відходів, сировини місцевого походження для виготовлення несучих і огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

З метою швидкого зведення нових будівель необхідно розробити архітектурно-конструктивні системи житлових і громадських будівель з використанням модульних конструктивних елементів індустріального виробництва. Системи повинні враховувати сучасні вимоги щодо енергоефективності, створення інклюзивного простору для маломобільних груп населення та інженерно-технічних заходів цивільного захисту. В складі запропонованих конструктивних систем будуть передбачені інтегровані укриття цивільного захисту, які будуть задовольняти не лише вимогам щодо надійності при ударно-вибухових впливах, але й забезпечуватимуть комфортне перебування з точки зору теплового режиму, якості внутрішнього повітря, освітлення тощо. Для забезпечення автономності від централізованих мереж необхідна розробка надійних інженерно-технічних систем забезпечення необхідних параметрів внутрішнього мікроклімату житлових приміщень та укриттів цивільного захисту при аварійних впливах (вимкнення електрики, пошкодження окремої ланки системи тощо).

Висновок. Виходячи з проведеного попереднього аналізу існуючих за проблематикою проекту досліджень та розробок, можна зробити висновок, що розробка проектних рішень та рекомендацій з відбудови житлових та громадських будівель є надзвичайно актуальною і, водночас, складною задачею. Для її вирішення необхідне проведення комплексних наукових теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на виявлення закономірностей створення і функціонування комплексної організаційно – технологічної системи відбудови житлових і громадських будівель з використанням індустріальних архітектурно-конструктивно-технологічних систем будівель з інтегрованими укриттями із застосуванням автоматизованого виробництва модульних конструктивних елементів, новітніх технологій рециклінгу, 3D-друку, сировини місцевого походження, альтернативних джерел енергії, ефективного використання людських ресурсів. Новизна запропонованого підходу полягає у застосуванні принципів стійкого (сталого) розвитку суспільства, циркулярної економіки, тобто створення замкнутого життєвого циклу будівельної продукції з повторним використанням матеріальних ресурсів і використання відновлюваних джерел енергії та сировини з мінімальним вуглецевим слідом.

Список використаних джерел

1. Tan Y. et al. Mapping and modelling defect data from UAV captured images to BIM for building external wall inspection. *Automation in Construction*. 2022. Vol. 139. P. 104284. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104284>.
2. Pantoja-Rosero B. G., Achanta R., Beyer K. Damage-augmented digital twins towards the automated inspection of buildings. *Automation in Construction*. 2023. Vol. 150. P. 104842. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104842>.
3. Wang D. et al. Mechanical performance of recycled aggregate concrete in green civil engineering : review. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 19. P. e02384. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02384>.
4. Tejas S., Pasla D. Assessment of mechanical and durability properties of composite cement-based recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*. 2023. Vol. 387. P. 131620. URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131620>.
5. Olawumi T. O. et al. Automating the modular construction process : a review of digital technologies and future directions with blockchain technology. *Journal of Building Engineering*. 2022. Vol. 46. P. 103720. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103720>.

6. Anas S. M., Alam M., Umair M. Reinforced cement concrete (RCC) shelter and prediction of its blast loads capacity. *Materials Today: Proceedings*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.125>.

УДК 621.311

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БУДІВЛЯМИ НА ПРИКЛАДІ ЖК «ПАНОРАМА»

Савицький О. М.¹, к. т. н., Спиридоненков В. А.², Циганкова С. Г.³, к. т. н.

¹ ПБМП «Строитель-IP²»,

² ТОВ «Дніпро ЗБК»,

³ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

san.stroitel@gmail.com; sva.stroitel@gmail.com, tsygankova.svetlana@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Зміна клімату та негативний вплив на навколишнє середовище, внаслідок необережного ставлення, становлять загрозу існування для усього світу. Прийнята Європейським Союзом Європейська зелена угода ставить головною метою досягнення сучасної ресурсоефективної та конкурентоспроможної економіки, при цьому кліматична нейтральність є ключовим пріоритетом. На початку 2020 року Україна задекларувала свої наміри стати частиною Європейського зеленого курсу та сприяти досягненню кліматичної нейтральності, що передбачає, серед інших завдань, вирішення проблеми збереження енергетичних ресурсів, підвищення ефективності використання енергії та посилення рівня енергонезалежності. Як відомо, більш ніж 40 % енергії, що виробляється, припадає на енергоспоживання в існуючих будівлях. Слід відмітити, за високий відсоток втрат енергії через низьку якість керування несе відповідальність житлово-комунальний сектор, що викликає необхідність розробки та впровадження систем та засобів покращеного управління енергоспоживанням. Останнім часом розробці та впровадженню систем енергоменеджменту будівель з використанням «розумних» або смарт-технологій та концепції інтернету речей (IoT) приділяється дуже багато уваги, оскільки такі системи дозволяють збирати та аналізувати дані про споживання, що допомагає більш ефективно управляти будівлею, а також дистанційно відслідковувати та коригувати показники та оптимізувати налаштування систем будівлі. Нажаль, швидкому розгортанню систем енергоменеджменту будівель заважає ціла низка факторів, обумовлених різними причинами.

Мета роботи. Проаналізувати проблеми та перешкоди для впровадження систем енергоменеджменту будівель з використанням «розумних» або смарт-технологій розумних будинків. Освітити досвід впровадження системи енергоменеджменту, розробленої в рамках міжнародного наукового гранту «A novel decentralized edge-enabled PREsCriptivE and ProacTive framework for increased energy efficiency and well-being in residential buildings» - PRECEPT Проактивні розумні будинки з підвищеною енергоефективністю та якістю життя» [1] за програмою досліджень та інновацій Європейського Союзу Horizon 2020 на прикладі ЖК «ПАНОРАМА» в м. Дніпро (Україна).

Основна частина.

Велика кількість публікацій [2–6] присвячена проблемам та перешкодам у розробці, впровадженні та подальшому користуванні систем енергоменеджменту будівель. Безумовно, енергозбереження в житлових будинках може бути досягнуто шляхом правильного використання та вибору системи опалення, електропобутових