

– Access mode: https://library.knuba.edu.ua/doc/sidorenko_risk_management.pdf

15. Zhmak O. Ye. Inzhenerna pidhotovka yak tekhnologhiia upravlinnia ryzykamy v budivnytstvi: kontseptualni zasady. – Visnyk KNUBA, 2021. – No. 1. – P. 47–55. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://reposit.knuba.edu.ua/handle/987654321/4567>

16. Chupryna I., Tormosov R., Abzhanova D., Gonchar V., Plys N. Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public–private partnership. – 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)

Дані про авторів

Малихіна Оксана Михайлівна,

професор кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3683-570X>

e-mail: malykhina.om@knuba.edu.ua

Микитченко Богдан Анатолійович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5186-6210>

e-mail: bmikitchenko@gmail.com

Мовчан Михайло Миколайович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1631-4440>
e-mail: mihailmovchan@gmail.com

Кривущенко Сергій Феліксович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2435-2678>

e-mail: serg80386@gmail.com

Data about the authors

Oksana Malykhina,

Professor, Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

e-mail: malykhina.om@knuba.edu.ua

Bohdan Mykitchenko,

PhD student, Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

e-mail: bmikitchenko@gmail.com

Mykhailo Movchan,

PhD student, Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

e-mail: mihailmovchan@gmail.com

Serhii Kryvushchenko,

PhD student, Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

e-mail: serg80386@gmail.com

УДК 725.21:624.131.7:005.934

ПЕТРУХА Н. М., КУЗМІН Т. Р.,
МОЛОДЬКО О. В., СОКУРОВ А. В.

Концептуальні основи реконструкції та класифікація пошкоджень громадських будівель

Актуальність теми дослідження. Реконструкція громадських будівель в умовах сучасної урбанізаційної динаміки є не лише архітектурним або інженерним завданням, а й складною міждисциплінарною проблемою, що охоплює аспекти безпеки, функціональної адаптивності, енергоефективності та соціальної доцільності.

Результати дослідження. Концептуальні основи реконструкції потребують глибокого теоретичного переосмислення з урахуванням нових викликів – зміни клімату, старіння інфраструктури, ризику техногенних руйнувань, а також трансформації суспільних потреб. Центральною складовою реконструктивного процесу є ідентифікація та класифікація пошкоджень, яка слугує відправною точкою для обґрунтування технічних рішень, вибору методів відновлення та проектування заходів з підвищення стійкості об'єкта до повторних впливів. У фокусі дослідження – критичний аналіз підходів до розмежування пошкоджень за ознаками їхнього походження (фізичні, хімічні, біологічні, антропогенні), глибини ураження конструкцій (поверхневі, глибинні), темпів розвитку (інерційні, прогресуючі),

а також масштабу наслідків (локальні, системні). Пропонується багаторівнева класифікація, яка поєднує структурно-технічну оцінку з функціональним та соціальним аналізом наслідків ушкоджень.

Методи дослідження. Особливу увагу приділено методам діагностики, візуальному обстеженню, інструментальним методикам (ультразвукова, електромагнітна, вібраційна діагностика), а також цифровим підходам — створенню інформаційних моделей пошкоджень на основі технологій сканування та моніторингу.

Висновок. Узагальнюються теоретичні засади реконструкції на основі принципу мінімального втручання, збереження автентичності об'єкта, комплементарності нових і старих конструктивів, а також ресурсної ефективності. Висвітлюється взаємозв'язок між пошкодженнями та експлуатаційними режимами будівлі, а також роль середовищного контексту в розвитку критичних зон. Зазначається, що успішна реконструкція передбачає створення інтегрованої аналітичної бази, на основі якої здійснюється вибір методів втручання — від локального підсилення елементів до повномасштабної перебудови конструктиву. Окреслено основні напрямки подальших досліджень, пов'язані з розробкою адаптивних систем класифікації, підвищенням точності прогнозування динаміки ушкоджень та створенням цифрових платформ для супроводу реконструкційних проєктів у режимі реального часу.

Ключові слова: реконструкція, пошкодження, громадські будівлі, діагностика, класифікація, стійкість, інструментальні методи, цифрове моделювання.

NINA PETRUKHA, TYMUR KUZMIN,
OLEKSII MOLODKO, ARTEM SOKUROV

Conceptual foundations of reconstruction and classification of damages in public buildings

Relevance of the study. *The reconstruction of public buildings under the conditions of modern urban dynamics is not only an architectural or engineering challenge but also a complex interdisciplinary issue encompassing aspects of safety, functional adaptability, energy efficiency, and social relevance.*

Research results. *The conceptual foundations of reconstruction require profound theoretical reconsideration in light of emerging challenges—climate change, infrastructure aging, risks of man-made destruction, and transformations in public needs. A central component of the reconstruction process is the identification and classification of damages, which serves as the starting point for substantiating technical decisions, selecting restoration methods, and designing measures to enhance the structure's resilience against recurring impacts. The research focuses on a critical analysis of approaches to differentiating damages by their origin (physical, chemical, biological, anthropogenic), the depth of structural degradation (surface-level or deep), development rates (gradual or progressive), and the scale of consequences (local or systemic). A multi-level classification is proposed, combining structural and technical assessment with a functional and social analysis of damage outcomes.*

Research methods. *Special attention is given to diagnostic methods, visual inspections, instrumental techniques (ultrasonic, electromagnetic, vibrational diagnostics), as well as digital approaches—developing information models of damage based on scanning and monitoring technologies.*

Conclusions. *The theoretical principles of reconstruction are summarized around the notions of minimal intervention, preservation of the object's authenticity, complementarity of new and existing structural elements, and resource efficiency. The correlation between damages and operational modes of buildings is explored, along with the role of environmental context in the development of critical zones. It is emphasized that successful reconstruction involves the creation of an integrated analytical base, from which intervention methods are selected—ranging from local strengthening of elements to large-scale structural redevelopment.*

The study outlines key directions for future research, including the development of adaptive classification systems, enhancing the accuracy of damage dynamics forecasting, and building digital platforms for real-time support of reconstruction projects.

Keywords: reconstruction, damage, public buildings, diagnostics, classification, resilience, instrumental methods, digital modeling.

Постановка проблеми. Громадські будівлі, як об'єкти підвищеної соціальної значущості, потребують своєчасного обстеження, оцінки технічного стану та реалізації реконструкційних заходів у разі виявлення пошкоджень. В умовах старіння будівельного фонду, змін кліматичних навантажень, а також зростання експлуатаційних навантажень, питання класифікації пошкоджень набуває особливої актуальності. Відсутність уніфікованої методології оцінки глибини, масштабів і джерел пошкоджень ускладнює прийняття рішень щодо типу та обсягу реконструкції. Крім того, існуючі підходи до реконструкції часто ігнорують фактори взаємозв'язку між технічним станом конструкцій та змінами в соціально-функціональному навантаженні на об'єкт. Підвищена складність діагностики, брак інформації про історію експлуатації об'єкта, відсутність актуальної документації та недостатнє застосування цифрових інструментів моніторингу створюють перешкоди для ефективного управління реконструкцією. Тому постає потреба в розробці концептуально узгодженої моделі реконструкції, яка поєднує структурну, функціональну та середовищну аналітику.

Метою статті є розкриття концептуальних засад реконструкції громадських будівель з урахуванням системної класифікації пошкоджень як ключового інструмента прийняття управлінських та інженерних рішень. Особлива увага приділяється визначенню категорій пошкоджень, які найчастіше виникають в умовах сучасного техногенного навантаження, та їх взаємозв'язку з режимами експлуатації будівель. У рамках статті розроблено багаторівневу типологію пошкоджень, що враховує як інженерно-конструктивний, так і соціально-функціональний аспект ушкоджень. Аналізуються сучасні технології діагностики, цифрового моделювання та прогнозування динаміки ушкоджень, що дає змогу перейти до гнучкої реконструкційної політики на основі реальних параметрів об'єкта. У статті пропонуються науково обґрунтовані підходи до створення інтегрованих стратегій реконструкції для забезпечення стійкості, безпеки та ресурсоощадності громадських будівель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тематика реконструкції будівель активно розглядається у вітчизняній та зарубіжній науковій літературі, однак найбільша увага приділяється технічним аспектам підсилення несучих конструкцій, проектним нормам та енергоефек-

тивним рішенням. У працях останніх років простежується тенденція до розширення рамок реконструкції з урахуванням інженерної, соціальної, функціональної та екологічної складових. Окремі автори акцентують на діагностичних методах і цифрових технологіях моделювання стану будівлі. Водночас класифікація пошкоджень часто залишається на рівні фрагментарного опису або базується на застарілих типологіях. Недостатньо розробленими залишаються підходи до комплексного аналізу пошкоджень, які враховують динаміку розвитку ушкоджень, залежність від умов експлуатації та впливу середовища. Актуальним є також питання створення цифрових платформ, що поєднують дані моніторингу з геопросторовими інформаційними системами. Наявні дослідження демонструють потребу в міждисциплінарному синтезі — архітектури, будівельної інженерії, урбаністики, ІТ та соціальних наук — для формування нового покоління моделей реконструкції, орієнтованих на стійкість і прогнозованість результатів.

Виклад основного матеріалу. Реконструкція будівель виступає важливою складовою підтримки та розвитку інфраструктури, вона включає комплекс заходів, котрі спрямовані на відновлення, модернізацію та покращення будівель, що в результаті дозволяє забезпечити ефективне функціонування, підвищити та зберегти експлуатаційні характеристики. Реконструкція виступає важливим етапом у життєвому циклі будівель, особливо в умовах швидкої урбанізації, зростання вимог до екологічності та енергоефективності та змін норм будівництва [1].

Мета реконструкції будівель полягає в продовженні терміну служби та забезпеченні підвищення функціональності, комфорту та безпеки для користувачів. Реконструкція спрямована на зниження експлуатаційних витрат, модернізацію інженерних систем відповідно до нових стандартів, вимог та покращення естетичних якостей будівлі. Цілі реконструкції різні від повернення до початкового стану до створення нових функціональних можливостей, таких як зміна призначення об'єкта, адаптація під нові технології та збільшення площ [2].

Методи реконструкції визначають за характером пошкоджень та необхідними змінами. Одним із методів є повна реконструкція, будівля зазнає кардинальних змін, розбираються старі реконструкції, переоснащуються інженерні мережі та будуються

нові елементи, які включають в себе повну перебудову або заміну старих реконструкцій на нові, котрі відповідають сучасним вимогам енергоефективності та безпеки. Іншим методом виступає часткова реконструкція, коли оновлюється окремі елементи будівлі, замінюється покрівля, оновлюються фасади або модернізують інженерні мережі [3].

Етапи реконструкції включають в себе декілька фаз, початковим етапом виступає проектування та планування, вона включає в себе оцінку поточного стану будівлі, обсягів робіт та визначення видів, розробку проекту реконструкції, підготовку дозвільної документації, наступним етапом є підготовка будівлі до робіт, які включають демонтаж пошкоджених, застарілих конструкцій та підготовку об'єкта до втілення проекту. Основний етап реконструкції передбачає виконання будівельних робіт, модернізацію або зміну конструктивних елементів, встановлення нових інженерних систем та ремонт. Завершальним етапом є облаштування та здачі об'єкта в експлуатацію, він включає в себе перевірку виконаних робіт, забезпечення необхідних сертифікації та тестування нових інженерних систем [5].

На нижче наведені таблиці 1 демонструється класифікація пошкоджень громадських будівель за типами пошкоджень та ступенем впливу на їхню структурну цілісність. Підхід визначає, які пошкодження потребують негайного втручання та які можуть бути відновлені шляхом незначних ремонтних робіт. Врахування типу пошкоджень та відповідних заходів для усунення є важливим етапом при плануванні реконструкції та технічного обслуговування будівель.

На рисунку 1 відображена схема етапів реконструкції громадських будівель, що залежить від типу пошкоджень. Схема ілюструє послідовність робіт, розпочинаючи з оцінки стану будівлі та класифікації пошкоджень, через проектування, планування до виконання основних будівельних робіт і здачі об'єкта в експлуатацію. Підхід систематично та ефективно вирішує питання відновлення будівлі в залежності від характеру пошкоджень, забезпечує безпеку та функціональність у майбутньому [12].

Технології відновлення будівельних конструкцій дозволяють продовжувати термін служби будівлі та підвищувати експлуатаційні характеристики, забезпечуючи безпеку та комфорт для користувачів. Врахування сучасних методів оцінки, котрі базується на новітніх матеріалах і технологіях є основою для ефективної реконструкції та підтримки високого рівня функціональності громадських будівель [11].

Використання новітніх матеріалів та технологій у реконструкції громадських будівель є важливим аспектом, він дозволяє значно підвищувати ефективність відновлення, зменшувати витрати та забезпечувати високу надійність і довговічність конструкцій. Сучасні будівельні технології, які ґрунтуються на новітніх матеріалах, дають змогу покращувати механічні та фізичні властивості матеріалів, підвищувати енергоефективність будівель, зменшувати експлуатаційні витрати, забезпечувати комфорт користувачів та робити процес реконструкції більш швидким і менш витратним.

Одним з основних досягнень у галузі будівництва виступає використання композитних матеріалів, вони пойдуть до собі високі механічні властиво-

Таблиця 1. Класифікація пошкоджень громадських будівель за типами пошкоджень і ступенем впливу

| Тип пошкодження | Опис | Ступінь впливу | Заходи | Приклади |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Механічні | Вплив ударів, стиснення, перегрузок | Високий | Ремонт або заміна | Тріщини, зламування |
| Фізичні | Волога, корозія, температура | Середній | Ізоляція, відновлення | Руйнування фасадів, корозія |
| Технологічні | Збої в інженерних системах | Середній / Високий | Модернізація, перевірка | Перевантаження, збої систем |
| Екологічні | Стихійні лиха: землетруси, повені | Дуже високий | Реставрація, зміна проекту | Руйнування після катастроф |
| Експлуатаційні | Неправильне використання | Низький / Середній | Огляд, інструктаж | Пошкодження від перевантаження |
| Біологічні | Вплив грибка, плісняви, шкідників | Низький / Середній | Антисептика, заміна | Пліснява, деформація дерева |

Джерело: розроблено автором на основі [7, 8, 9]

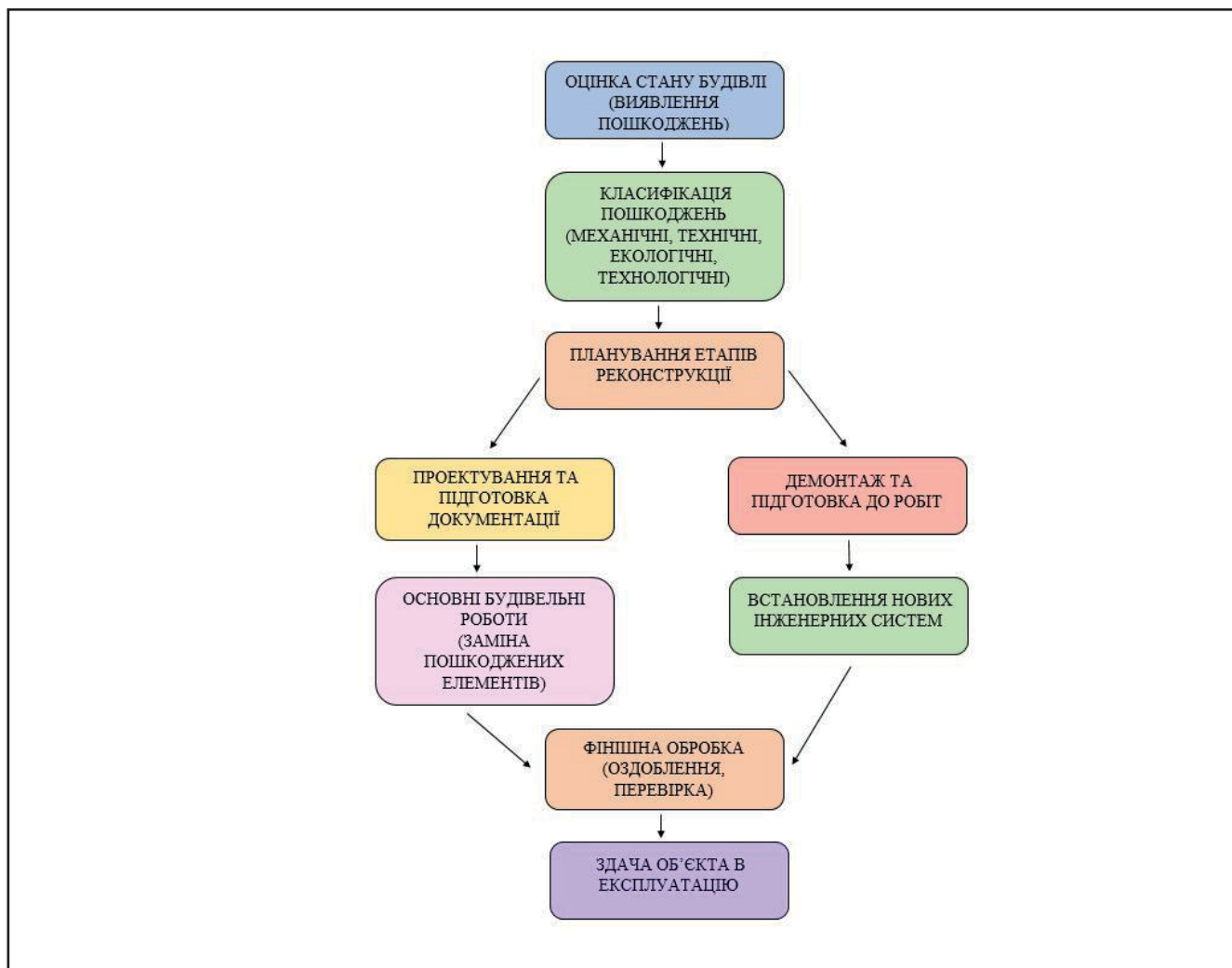


Рисунок 1. Схема етапів реконструкції громадських будівель в залежності від типу пошкоджень

Джерело: розроблено автором на основі [12]

сті та легкість у використанні. Армовані пластикові матеріали чи склопластик використовують для зміцнення стін, перекриттів та інших конструкцій. Матеріали мають високу корозійностійкість, здатність витримувати великі навантаження та не потребує частої заміни, що робить їх ідеальними для довготривалого використання.

Технології 3D-друку застосовують в реконструкцію будівель, коли потрібно виготовити складні деталі або форми. За допомогою 3D-друку виготовляють елементи конструкції, котрі складні для традиційного виробництва, наприклад, елементи декору, фасадні панелі, частини інженерних систем. Метод скорочує витрати на виробництво та монтаж елементів та знижує кількість відходів при виробництві [4].

Значне поширення в реконструкції громадських будівель отримала сонячні панелі та гео-

термальні системи опалення та охолодження, вони сприяють зниженню витрат на енергоспоживання та забезпечують будівлям стали і екологічно чисте джерело енергії. Використання сонячних колекторів для нагріву води та ветрогенераторів для додаткового електроживлення дозволяє знижувати залежність від централізованих постачальників і енергії та зменшувати викиди в атмосферу [6].

У процесі реконструкції все більше використовується розумні технології для управління будівлею, BIM-технології (Building Information Modeling). Дані технології створюють віртуальну модель будівлі, яка інтегрує всю інформацію про конструктивні елементи, матеріали, інженерні мережі та системи управління. За допомогою BIM можна оптимізувати процес проектування, точніше визначити необхідні матеріали та ресурси, знижувати витра-

ти на будівництво та зменшувати ризики помилок під час реконструкції [13].

На нижче наведеній таблиці 2 продемонстровано порівняння основних методів реконструкції громадських будівель за технологічної складністю та витратами. Завдяки різним методам та відновленням, таблиця демонструє оптимальний підхід до реконструкції в залежності від технічних характеристик будівлі, бюджету та обсягу необхідних робіт.

Використання сучасних технологій в реконструкції виступає ключовим фактором, які вирішує багато проблем та підвищує ефективність робіт. Однією з найважливіших технологій є BIM (Building Information Modeling), технологія дозволяє створювати цифрову модель будівлі, включаючи всі конструктивні елементи, інженерні системи та інші компоненти. Використання BIM знижує ризики помилок на етапах проектування та реконструкції, спрощує координацію між різними учасниками процесу, що дозволяє більш точно планувати етапи робіт, оцінювати необхідні ресурси, витрати, забезпечує можливість моде-

лювання різних варіантів реконструкції та оцінки їх ефективності [14].

Важливою технологією є 3D-сканування, яке використовують для того, щоб створювати тривимірні моделі існуючих будівель, воно здійснює точну оцінку стану, виявляє дефекти, пошкодження та будує модель для подальших робіт. Технологія 3D-сканування отримує дані про будівлю з, що важливо для старих будівель, де традиційні методи недостатньо точні. В результаті значно підвищується якість та швидкість реконструкції, зменшується ризик помилок та досягається кращий результат.

Перспективи вдосконалення процесів реконструкції будівель з урахуванням екологічних стандартів та стандартів безпеки набувають актуальності в умовах зростаючих вимог до збереження навколишнього середовища, здоров'я людей та сучасного розвитку технологій. У зв'язку з глобальними змінами клімату, зростанням енергетичних потреб та погіршенням екологічної ситуації в багатьох містах, необхідність впрова-

Таблиця 2. Порівняння методів реконструкції громадських будівель за технологічною складністю і витратами

| Метод реконструкції | Технологічна складність | Витрати на матеріали та роботу | Переваги | Недоліки |
|--|-------------------------|--------------------------------|--|---|
| Повна реконструкція | Висока | Високі | Комплексний підхід, що охоплює всі елементи будівлі | Високі витрати, тривалий час виконання, потребує великої кількості ресурсів |
| Часткова реконструкція | Середні | Середні | Швидкість виконання, зменшені витрати порівняно з повною реконструкцією | Можливість неповного усунення проблем з конструкцією |
| Заміна окремих елементів конструкцій | Середня | Середні до низьких | Оновлення або заміна конкретних елементів збереження решти структури | Може не вирішити основні проблеми будівлі |
| Армування та зміцнення конструкцій | Висока | Високі | Підвищення міцності конструкцій без повної заміни елементів | Потребує спеціальних матеріалів та висококваліфікованих робітників |
| Модернізація інженерних систем | Середня | Середні до високих | Підвищення енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат | Потребує високих витрат на нові технології і обладнання |
| Технологія «відновлення старих матеріалів» | Низька | Низькі до середніх | Відновлення старих матеріалів без їх заміни, низькі витрати | Може не гарантувати довговічність та надійність конструкцій |
| Енергетична модернізація (теплоізоляція) | Середня | Середні до високих | Покращення енергоефективності, зменшення витрат на опалення та охолодження | Високі витрати на утеплювальні матеріали та обладнання |
| Біо- та екологічна реконструкція | Висока | Середні до високих | Сучасні еко-матеріали, що сприяють сталому розвитку | Високі витрати на спеціалізовані екологічно чисті матеріали |

Джерело: розроблено автором на основі [13]

Таблиця 3. Перспективи використання сучасних технологій в реконструкції громадських будівель

| Технологія | Опис | Переваги | Недоліки | Перспективи |
|-----------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| ВІМ | 3D-модель будівлі для управління | Точність, економія, аналітика | Вартість, складність впровадження | Інтеграція на всіх етапах |
| 3D-сканування | Лазерне вимірювання існуючих будівель | Точність, швидкість | Дороге обладнання | Використання в реконструкціях |
| Сонячні панелі | Генерація енергії з сонця | Економія, екологічність | Вартість, потреба у площі | Стандарт для енергоефективності |
| Вітрові турбіни | Альтернативне енергозабезпечення | Незалежність, зменшення витрат | Клімат, площа | Інтеграція в комплекси |
| Інтелектуальні системи | Автоматизація клімату, освітлення, моніторинг | Економія, комфорт, безпека | Вартість, техобслуговування | IoT-інтеграція в ЖКГ |
| Композитні матеріали | Сучасні легкі й міцні матеріали | Легкість, стійкість | Ціна, спецтехнології | Заміна традиційних матеріалів |
| Геотермальні системи | Використання тепла землі | Ефективність, стабільність | Вартість, умови встановлення | У сталому будівництві |
| Автоматизація реконструкції | Роботизація будівельних процесів | Точність, швидкість | Вартість, обслуговування | Масштабне впровадження |
| Розумні дахи і фасади | Інтеграція для тепла, води, енергії | Енергоефективність, економія | Вартість, залежність від погоди | Використання в міському середовищі |

Джерело: розроблено автором на основі [16]

дження екологічно чистих, безпечних технологій у будівництві та реконструкції стає невід'ємною частиною сучасної практики.

Екологічні стандарти більше приділяють увагу використанню екологічно чистих та перероблених матеріалів. Екологічно чисті фарби, матеріали з низьким викидом легких органічних сполук, перероблений бетон та деревина, сертифікована за стандартами FSC (Forest Stewardship Council) набувають популярності. Вибір даних матеріалів забезпечує зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище під час будівництва, покращує якість повітря в приміщеннях та зменшує забруднення навколишнього середовища [15].

Зростає потреба в інтеграції зелених дачних технологій в реконструкцію, таких як зелені дахи та зелені стіни, вони зменшують температуру навколишнього середовища, покращують якість повітря, зберігають біорізноманіття в міських умовах, використовуються для збору дощової води та зберігання вуглецю.

Участь системи контролю та моніторингу за станом будівель в реальному часі набуває популярності, інтелектуальні системи моніторингу, котрі включають сенсори, датчики та автоматизовані системи для збору даних про стан конструкцій бо являють проблеми на ранніх етапах та забезпечують мвоєчасне технічне обслуговування. Вони оптимізують процес реконструкції та підвищують безпеку будівель в процесі експлуатації.

Стосовно стандартів безпеки, увага приділяється захисту від пожежі, структурні безпеці та відповідності сучасним вимогам щодо доступності для людей з обмеженими можливостями. Відновлення, модернізація будівель враховує всі аспекти, які включають в себе впровадження сучасних систем протипожежного захисту, зміцнення несучих конструкцій з урахуванням сейсмостійкості та інших факторів. Інтеграція адаптивних систем освітлення та механізмів доступності для людей з обмеженими можливостями є важливою частиною процесу реконструкції для забезпечення комфортних та безпечних умов для всіх користувачів будівлі.

Перспективи вдосконалення процесів реконструкції будівель з урахуванням екологічних стандартів та стандартів безпеки полягають у інтеграції інноваційних технологій, матеріалів, які забезпечують ефективність, сталість та безпеку процесу реконструкції. Важливою складовою є активне використання технологій для моніторингу, управління, забезпечення комплексного підходу до збереження природних ресурсів, зниження витрат на енергію та створення комфортних умов для майбутніх користувачів будівель [16].

На нижче наведені таблиці 3 відображено перспективи використання сучасних технологій в реконструкції громадських будівель.

Рисунок 2 відображає схему інноваційних підходів до реконструкції громадських будівель з урахуванням технічних та екологічних стандар-

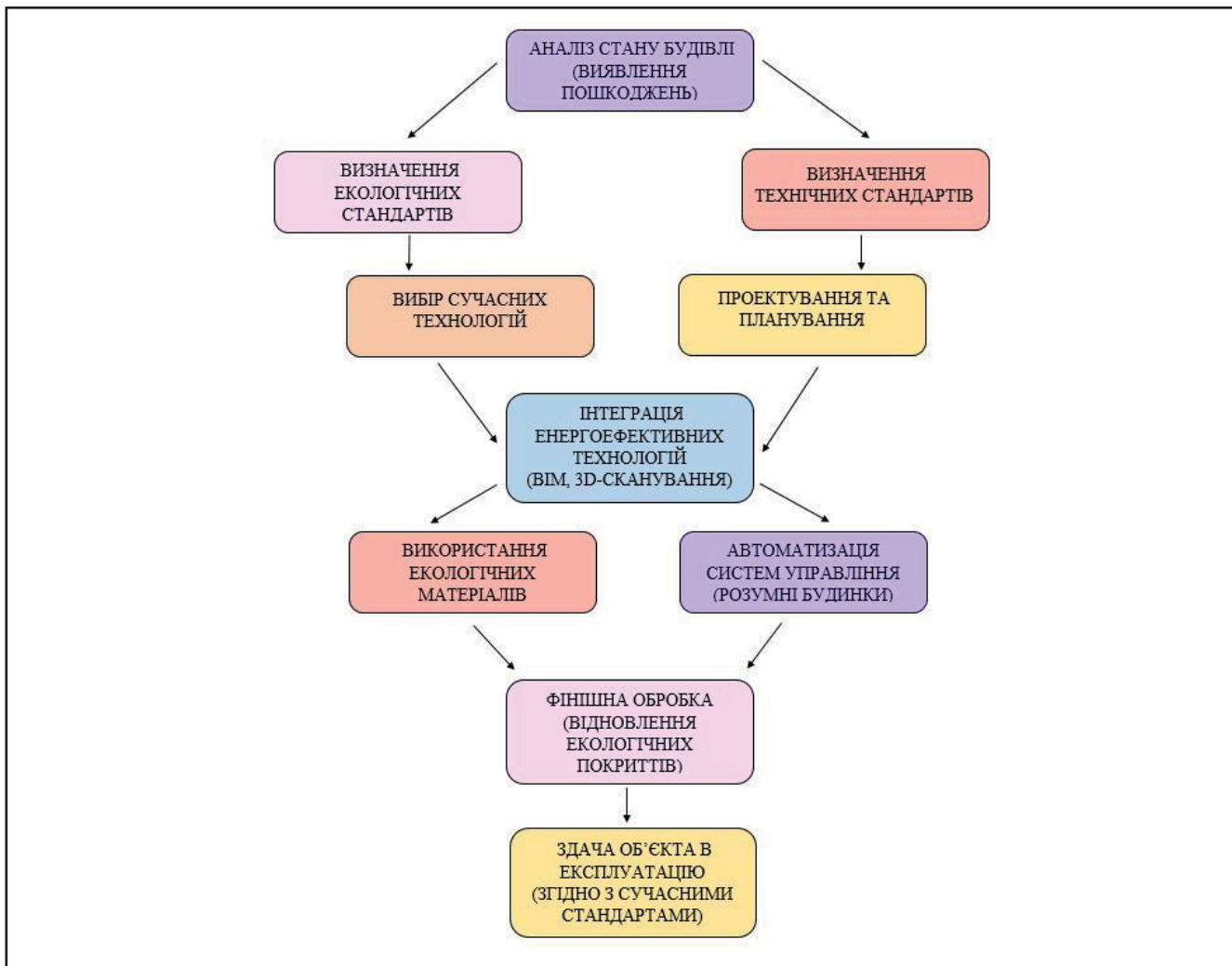


Рисунок 2. Схема інноваційних підходів до реконструкції громадських будівель з урахуванням екологічних та технічних стандартів

Джерело: розроблено автором на основі [17]

тів. Схема відображає інтеграцію новітніх технологій, екологічних рішень на різних етапах реконструкції, починаючи від аналізу стану будівлі до впровадження енергоефективних систем та використання екологічно чистих матеріалів. Підхід забезпечує високий рівень безпеки, довговічність будівель, відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та енергоефективності [17].

Список використаних джерел:

1. ЗДУ. «Методика аналізу та оцінки інвестиційних проектів». — ЗНУ. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi67/0049268.pdf>.
2. КНУ ім. В. Н. Каразіна. «Реконструкція та відновлення будівель: новітні підходи та практики». — КНУ ім. В. Н. Каразіна. — Харків, 2020. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/axovot>

3. Київський національний університет будівництва і архітектури. «Розвиток систем управління будівельними проектами в умовах цифровізації». — КНУБА. — Київ, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c025ce8e-36c1-44b8-9eee-14d0ad39929b/content>.

4. Demontazh Podgorny. «Демонтаж будівель: професійні послуги». — Demontazh Podgorny. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/zwlogd>

5. Андреюк В. К. «Сучасні підходи до управління проектами в умовах цифрової трансформації». — ЗНУ. — Запоріжжя, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.it/qkabxw>

6. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction.

In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer.

7. ZNU. «Методичні рекомендації». — ZNU. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/rppade>

8. WNU. «Інноваційні підходи до управління проектами в умовах глобалізації». — WNU. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/19690/>.

9. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1–9).

10. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 7(3), 545–549.

11. Смаль С., Сунак В. «Тести для вивчення матеріалу». — Львівський національний технічний університет. — Львів, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/aqytko>

12. Автори не вказані. «Інновації в управлінні проектами в умовах глобалізації». — Core. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/33756455.pdf>.

13. Верховна Рада України. «Про затвердження Порядку організації та здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням законодавства про охорону праці». — Законодавчі акти України. — Київ, 2022. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0065914-22#Text>.

14. ZNU. «Лекція 3: Методи та інструменти управління проектами». — ZNU. — Запоріжжя, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/934797/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.pdf.

15. КНУБА. «Розвиток методів управління будівельними проектами в умовах змін». — КНУБА. — Київ, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/201348.pdf>.

16. Чуприна Ю.А., Петренко Г.С., Гриненко І.М., Поколенко В.О. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-

орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту // Управління розвитком складних систем. — 2021. — № 48. — с. 125–134

17. Plast Lom. «Використання пластику в будівництві». — Plast Lom. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://plast-lom.com.ua/vikoristannya-plastiku-v-budivnitstvi/>.

References:

1. ZNU. Guidelines for the Analysis and Evaluation of Investment Projects. — Zaporizhzhia National University, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi67/0049268.pdf>

2. V. N. Karazin Kharkiv National University. Reconstruction and Restoration of Buildings: Advanced Approaches and Practices. — Kharkiv: Karazin University, 2020. — [Electronic resource]. — Access: <https://surl.li/axovot>

3. Kyiv National University of Construction and Architecture. Advancement of Construction Project Management Systems in the Context of Digitalization. — Kyiv: KNUCA, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c025ce8e-36c1-44b8-9eee-14d0ad39929b/content>

4. Demontazh Podgorny. Building Demolition Services: Professional Expertise. — Demontazh Podgorny, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <https://surl.li/zwlogd>

5. Andriuk, V. K. Modern Project Management Approaches in the Era of Digital Transformation. — Zaporizhzhia National University, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <https://surl.li/qkabxw>

6. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital project governance under the smart construction paradigm. In V. Kreinovich et al. (Eds.), *Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 495, pp. 1316–1331. Springer.

7. ZNU. Methodological Guidelines for Project Management. — Zaporizhzhia National University, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <https://surl.li/rppade>

8. WNU. Innovative Project Management Strategies Amid Globalization. — West Ukrainian National University, 2023. — [Electronic resource]. — Access: <http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/19690/>

9. Tormosov, R. et al. (2021). Establishing a Rational Economic and Analytical Framework for Multisector Projects Integrated into a Sustainable Energy Development Program. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, pp. 1–9.

10. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). Structuring Biosphere-Compatible Construc-

tion: Predictors and Development Prospects. International Journal of Engineering and Technology (IAE), 7(3), 545–549.

11. Smal, S., & Sunak, V. Test Materials for Academic Training. – Lviv National Technical University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: <https://surl.li/aqytko>

12. No Author Indicated. Innovations in Project Management under Globalization. – Core, 2023. – [Electronic resource]. – Access: <https://core.ac.uk/download/pdf/33756455.pdf>

13. Verkhovna Rada of Ukraine. Approval of the Procedure for Organizing and Conducting State Supervision of Occupational Safety Compliance. – Kyiv: Legislative Acts of Ukraine, 2022. – [Electronic resource]. – Access: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0065914-22#Text>

14. ZNU. Lecture 3: Methods and Tools for Project Management. – Zaporizhzhia National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/934797/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.pdf

15. KNUCA. Enhancing Project Management Techniques in a Changing Construction Environment. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2023. – [Electronic resource]. – Access: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/O2/201348.pdf>

16. Chupryna, Y. A., Petrenko, H. S., Hrynenko, I. M., & Pokolenko, V. O. Methodological Regulation and Analytical Support for Process-Oriented Management in Modern Construction Development. – Management of Complex Systems Development, 2021, No. 48, pp. 125–134.

17. Plast Lom. The Use of Plastic in Construction Projects. – Plast Lom, 2023. – [Electronic resource]. – Access: <https://plast-lom.com.ua/vikoristannya-plastiku-v-budivnitstvi/>

Дані про авторів

Петруха Ніна Миколаївна,

доцент кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3805-2215>
e-mail: petrukha.nm@knuba.edu.ua

Кузмін Тимур Рафаельович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6170-7197>
e-mail: tk6230809@gmail.com

Молодько Олексій Васильович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9030-9153>
e-mail: Oleksii.amk@gmail.com

Сокуров Артем Васильович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0816-3173>
e-mail: artemsok2005@yahoo.com

Data about the authors

Nina Petrukha,

Associate Professor, Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

e-mail: petrukha.nm@knuba.edu.ua

Tymur Kuzmin,

PhD student of the Department of Management in Construction, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

e-mail: tk6230809@gmail.com

Oleksii Molodko,

PhD student of the Department of Management in Construction, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

e-mail: Oleksii.amk@gmail.com

Artem Sokurov,

PhD student of the Department of Management in Construction, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

e-mail: artemsok2005@yahoo.com