

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.688-701

УДК 69.059:001.891:624.042

доцент **Приходько Д.О.**,

prykhodko.do@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4926-4790,

Верченко В.М.,

vvm2209@ukr.net, ORCID: 0009-0009-9510-960X,

Гроголь В.Я.,

cosmotrade@krasa.kiev.ua, ORCID: 0009-0007-7642-4132,

Герасимчук О.Л.,

leopold-007@ukr.net, ORCID: 0009-0006-2430-3040,

Київський національний університет будівництва і архітектури

НАУКОВО-КАТЕГОРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОНЯТЬ ВІДНОВЛЕННЯ, ПОШКОДЖЕННЯ ТА ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Сучасна теорія управління відновленням цивільних об'єктів вимагає комплексного переосмислення категоріального апарату, що охоплює поняття «відновлення», «пошкодження» та «часові характеристики життєвого циклу». У контексті підвищеної складності міської інфраструктури, зростання частоти екстремальних подій, техногенних аварій і військових впливів, обґрунтоване використання цих понять є необхідною передумовою для формування адекватної моделі оцінювання стану об'єктів і стратегій їх реконструкції. Науково-категоріальний аналіз дає змогу виокремити межі застосування кожного терміна, розкрити зв'язки між фізичним станом об'єкта та його функціональним потенціалом, а також побудувати структуру інтерпретації ушкоджень із урахуванням часового фактору. У роботі систематизовано підходи до трактування ушкоджень за глибиною, масштабом, швидкістю поширення та функціональними наслідками, що уможливорює створення адаптивної типології сценаріїв реагування. Особливу увагу приділено синхронізації термінології з нормативно-технічними документами, а також її узгодженню із сучасними цифровими моделями управління життєвим циклом. Запропоновано концепцію багаторівневої інтерпретації пошкоджень — від технічного дефекту до соціально-функціонального порушення. Визначено часові маркери критичності, що вказують на переломні фази між підтримуваною функціональністю та необхідністю капітального втручання. Підкреслено необхідність обліку кумулятивного ефекту пошкоджень, а також ролі системного моніторингу у визначенні допустимих меж деградації. Результати дослідження можуть бути використані як основа для побудови інтегрованих моделей відновлення

об'єктів цивільного призначення та формування критеріїв їхньої пріоритизації в межах відновлювальних програм.

У цьому контексті важливо враховувати, що поняття «відновлення» не є однозначним і набуває різних смислових відтінків залежно від сфери застосування — технічної, соціальної, правової або екологічної. У будівельному секторі воно охоплює як локальні ремонтні втручання, так і повноцінну реконструкцію, зміну функціонального призначення чи навіть повторну інтеграцію об'єкта в змінене міське середовище. Таким чином, категоріальний апарат має бути гнучким і водночас стандартизованим, щоб забезпечити ефективну комунікацію між усіма учасниками процесу — інженерами, архітекторами, замовниками, органами влади.

Ключові слова: відновлення; пошкодження; життєвий цикл; деградація; категоріальний апарат; моніторинг; часові характеристики; цивільні об'єкти.

Постановка проблеми: У контексті системного оновлення інфраструктурного фонду, особливо в умовах підвищеної руйнації будівель внаслідок надзвичайних ситуацій, виникає потреба в чіткому визначенні понятійного поля, що регулює наукову та практичну площину відновлювальних процесів. Термінологічна невизначеність щодо понять «пошкодження», «відновлення», «дефект», «функціональна втрата» або «часове вікно реконструкції» ускладнює не лише діагностику поточного стану об'єкта, а й формування рішень щодо обсягу втручань, їхнього пріоритету та технологічної послідовності. Наявність численних підходів до класифікації ушкоджень без урахування їхньої функціональної значущості й динамічної природи призводить до фрагментарності стратегій відновлення. Ба більше, сучасні цифрові системи моніторингу й моделювання життєвого циклу вимагають уніфікованої категоріальної бази для забезпечення сумісності між експертною оцінкою, нормативними актами та алгоритмами автоматизованого планування. Усе це обумовлює актуальність побудови науково-категоріального аналізу понять, які фіксують ключові фази і характеристики фізичного зносу та функціональної вразливості об'єкта. Водночас відсутність таких уніфікованих моделей зменшує ефективність стратегічного планування відновлення, унеможлиблює порівняння між об'єктами та ускладнює прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Метою статті є формування системного науково-категоріального аналізу ключових понять, пов'язаних із відновленням цивільних об'єктів, зокрема «пошкодження», «життєвий цикл», «дефект», «деградація» та «часові характеристики». Основним завданням є розроблення інтегрованої структури класифікації пошкоджень, узагальнення часових фаз функціонального

зниження та встановлення граничних меж для прийняття рішень щодо відновлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасна література в галузі будівництва та архітектури демонструє значне розмаїття підходів до трактування понять, пов'язаних із деградацією та відновленням цивільних об'єктів. Більшість робіт концентруються на технічних аспектах діагностики ушкоджень, приділяючи увагу матеріальним дефектам, параметрам тріщиноутворення, деформаціям і вібраційним впливам. Разом з тим, бракує міждисциплінарного підходу до класифікації ушкоджень, який враховував би як технічні, так і соціальні наслідки. Також не всі дослідження надають належну увагу часовим характеристикам, таким як темпи розвитку пошкоджень, інерційність деградації або порогові значення втрати функціональності. Частина публікацій зосереджена на впровадженні систем моніторингу та інструментальної діагностики, зокрема методів лазерного сканування, акустичного зондування, структурного здоров'я (SHM), проте навіть у таких працях не завжди синхронізовано понятійний апарат з нормативно-технічною базою. У сфері управління життєвим циклом об'єкта спостерігається тенденція до цифрового моделювання ушкоджень, однак у таких моделях часто бракує гнучкої системи категоризації дефектів. Крім того, велика кількість досліджень розглядає лише кінцеві стадії руйнування без аналізу проміжних фаз і кумулятивного ефекту.

Виклад основного матеріалу: У будівельній галузі терміни «відновлення», «пошкодження», «витривалість» та «стійкість» є важливими концепціями, котрі взаємопов'язані та безпосередньо впливають на процеси проектування, будівництва та експлуатації об'єктів. Розуміння понять є основою для розробки ефективних стратегій управління життєвим циклом будівельних проектів, їх надійності та безпеки. Кожен із термінів має конкретне значення, котре визначає його роль в оцінці та прогнозуванні поведінки об'єкта на всіх етапах його існування [1].

Термін «відновлення» у контексті будівництва позначає процес відновлення функціональних характеристик і фізичного стану об'єкта після того, як він зазнав пошкоджень чи руйнувань. Відновлення включає відновлення зовнішнього вигляду, внутрішньої структури будівлі та її експлуатаційних властивостей, як енергетична ефективність, безпека, комфорт для користувачів. Процес відновлення включає ремонт, реконструкцію або капітальний ремонт, передбачає повне або часткове відновлення з урахуванням актуальних стандартів і вимог.

Відновлення є важливим етапом у життєвому циклі будівельних об'єктів, продовжує їх використання та функціонування після серйозних пошкоджень

або старіння будівельних елементів. Важливим аспектом відновлення є своєчасне виявлення необхідності в таких роботах, що вимагає системи моніторингу стану будівлі та прогнозування можливих пошкоджень на основі аналізу даних [7].

Класифікація пошкоджень буває різною залежно від їх природи та ступеня впливу на будівлю. Вони можуть бути механічними, викликаними фізичними силами, або хімічними, зумовленими корозією або впливом агресивних середовищ. Пошкодження бувають структурними, коли вони порушують цілісність конструкцій і незначними, як тріщини в обробці або дефекти в оздобленні, котрі не впливають на загальну безпеку [2].

Витривалість будівельного об'єкта визначає як здатність будівлі або конструкції витримувати різноманітні навантаження та впливи протягом певного періоду без значного пошкодження чи втрати функціональності. Витривалість включає характеристики, як здатність матеріалів витримувати механічні навантаження, термічні зміни, вплив вологи та інших екологічних факторів, котрі спричиняють корозію та зношування. Вона залежить від конструктивних особливостей будівлі, рівня технологій, котрі використовуються в будівництві та якості матеріалів [3].

Стійкість будівельного об'єкта є загальною характеристикою, котра визначає здатність будівлі витримувати різні пошкодження та швидко відновлювати свої функціональні характеристики після зовнішніх впливів. Стійкість має на увазі фізичну, економічну та екологічну стійкість. Вона враховує здатність будівель до адаптації до змінних умов середовища, як зміни кліматичних умов, економічні коливання чи зміни у вимогах до будівництва [4].

На нижче наведеному рисунку 1 представлена схема взаємозв'язку між пошкодженням та відновленням у будівництві.

Життєвий цикл будівельного об'єкта можна поділити на кілька основних етапів, кожен з яких має свої часові параметри. Проектування включає в себе всі роботи, пов'язані з розробкою плану, архітектурного проекту, технічних рішень, візуалізацій та документації. Процес проектування займає від кількох місяців до кількох років, залежно від складності об'єкта та вимог до нього. Часовий параметр проектування визначається специфікою нормативних процедур, необхідністю узгодження з органами влади, екологічними та іншими вимогами [6].

Будівництво передбачає всі роботи, пов'язані зі зведенням будівлі або іншого об'єкта. Часові параметри будівництва залежатимуть від розміру, складності конструкції, використовуваних технологій та матеріалів. Для складних та великих об'єктів, як багатопверхові будівлі, торгові центри чи

інфраструктурні проекти, етап триває від кількох місяців до кількох років. Важливим чинником, котрий впливає на тривалість будівництва є погодні умови, котрі затримують виконання робіт [10].

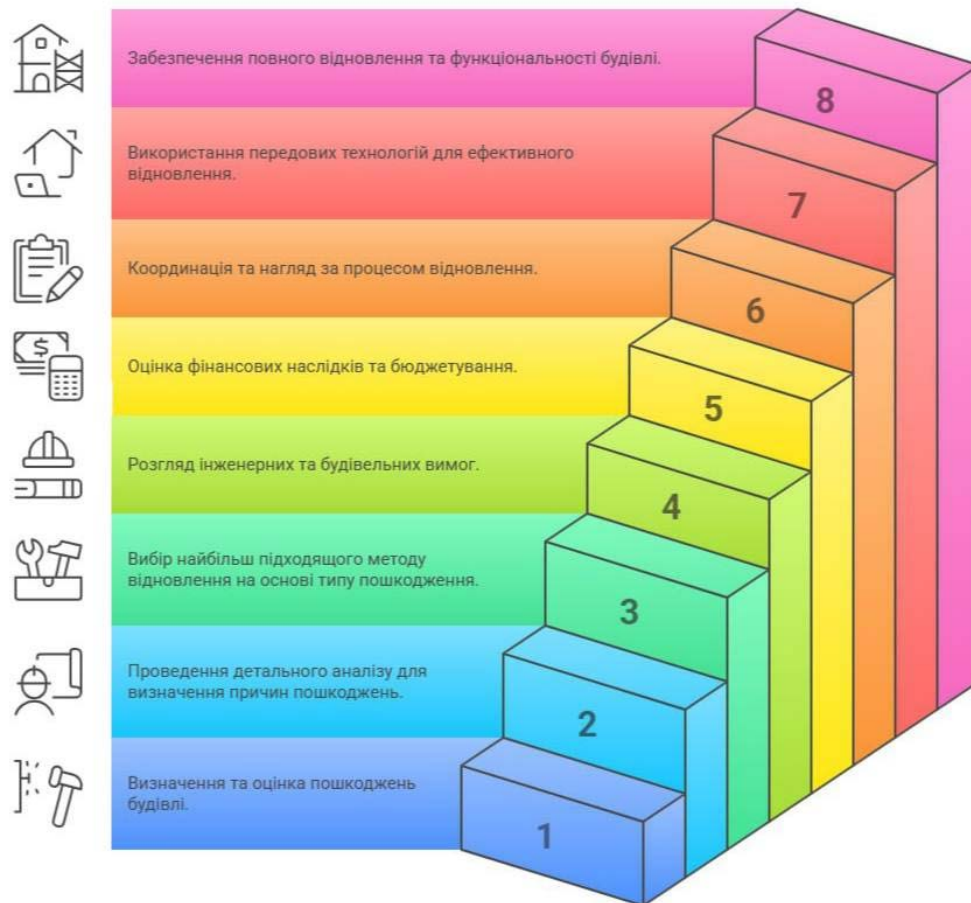


Рис. 1. Модель процесу пошкодження та відновлення цивільних об'єктів
(розроблено авторами на основі [8])

В таблиці 1 представлено порівняння різних типів пошкоджень цивільних об'єктів та методів їх відновлення.

Таблиця 1.

Порівняння видів пошкоджень цивільних об'єктів та методів їх відновлення
(розроблено авторами на основі [9])

Тип пошкодження	Характеристика	Метод відновлення	Економічна доцільність	Технічні вимоги
1	2	3	4	5
<i>Механічні пошкодження</i>	Пошкодження, спричинені фізичними силами (деформація, тріщини, обрушення)	Ремонт, армування, заміна пошкоджених елементів	Залежить від масштабів пошкодження	Високі вимоги до якості матеріалів та точності виконання

1	2	3	4	5
<i>Технологічні пошкодження</i>	Пошкодження через дефекти в технологічному процесі або неправильне використання (наприклад, тріщини в бетоні, корозія)	Використання нових матеріалів, інноваційні методи ремонту	Середні витрати на ремонт	Висока точність діагностики і застосування новітніх технологій
<i>Природні пошкодження</i>	Пошкодження через природні фактори (повені, землетруси, урагани, мороз)	Комплексний ремонт або реконструкція, адаптація до нових умов	Залежить від масштабу катастрофи	Використання стійких до природних катаклізмів матеріалів
<i>Корозія і зношування</i>	Пошкодження, спричинені довготривалим впливом вологи, хімічних речовин або високих температур	Антикорозійна обробка, заміна конструктивних елементів	Високі витрати на довгостроковий період	Зменшення впливу негативних факторів, стабільність матеріалів
<i>Технічне старіння</i>	Пошкодження через природний знос матеріалів, усталення будівельних елементів	Модернізація, заміна старих матеріалів, капітальний ремонт	Високі витрати на капітальний ремонт	Вимагає високих інвестицій у новітні матеріали та технології

Експлуатація після завершення будівництва і введення в експлуатацію об'єкта розпочинається його основний етап функціонування. Часові параметри експлуатації включають періоди, протягом яких будівля або інфраструктурний об'єкт знаходиться в експлуатації, надаючи різноманітні послуги або функції. Тривалість етапу залежить від якості будівельних матеріалів, конструкцій та від того, як активно використовується об'єкт. Для сучасних будівель і інфраструктури період коливається від кількох десятиліть до понад століття. Важливо, що з часом настане необхідність в оновленні або модернізації систем та інфраструктури, що визначатиме часові параметри життєвого циклу.

Реконструкція і модернізація з часом, через старіння конструкцій та зміни в вимогах до об'єкта, виникає потреба в реконструкції або значній модернізації. Етап є важливим для продовження життєвого циклу об'єкта, покращення його функціональності та підвищення ефективності експлуатації.

Часові параметри етапу залежать від масштабів змін та складності реконструкції. Реконструкція проведена на основі сучасних технологій, як BIM-моделювання, робить процес більш ефективним і швидким [11].

Демонтаж та знос, коли об'єкт досягає кінця свого життєвого циклу або більше не відповідає вимогам, настає етап демонтажу або зносу. Процес є останнім етапом у життєвому циклі будівлі чи інфраструктурного об'єкта. Часовий параметр етапу визначається відновлювальною або демонтажною технологією та умовами навколишнього середовища. Знос або реконструкція на основі нових вимог займає від кількох місяців до кількох років [12].

Оцінка витрат часу на відновлення і пошкодження в контексті будівельних об'єктів є важливою складовою процесу управління життєвим циклом будівлі. Відновлення пошкоджень має різні масштаби та складність залежно від характеру і типу пошкоджень, впливає на час, необхідний для виконання ремонтних або реконструкційних робіт. Правильна оцінка часу, необхідного для відновлення, керує проектами, визначає їхні терміни, розраховує бюджет та мінімізує ризики. Вона приймає обґрунтовані рішення щодо того, чи варто проводити відновлення, чи буде дешевше збудувати об'єкт заново [5].

Час на відновлення пошкоджень обчислюється залежно від таких факторів, як тип пошкодження, доступність необхідних матеріалів, кількість робітників, використання сучасних або традиційних методів відновлення, погодні умови та інші зовнішні фактори. Для відновлення пошкоджень на об'єкті використовують новітні технології, як 3D-сканування для точного визначення дефектів та BIM-моделювання для планування всіх етапів ремонту, скорочує час на етапі підготовки до відновлення та безпосередньо на етапі виконання робіт [13].

Одним з основних факторів, котрий впливає на час відновлення, є запаси матеріалів і ресурсів. У разі дефіциту необхідних матеріалів або обладнання час відновлення значно збільшується. Погодні умови відіграють важливу роль у швидкості виконання робіт, екстремальні температури або вологість впливають на швидкість висихання матеріалів, можливість використання певних технологій чи методів [14].

Оцінка витрат часу на пошкодження та відновлення є важливим інструментом для планування робіт та для фінансового планування. Чим більше часу потребує відновлення, тим вищими будуть витрати на роботу, матеріали, оренду обладнання та оплату праці. Прогнозування часу на відновлення визначає, чи варто ремонтувати існуючу будівлю або, можливо, буде дешевше збудувати нову [15].

На нижче наведеному рисунку 2 представлена схема процесу оцінки часу на відновлення пошкоджень будівельних об'єктів, котра враховує різні типи пошкоджень та методи їх усунення.

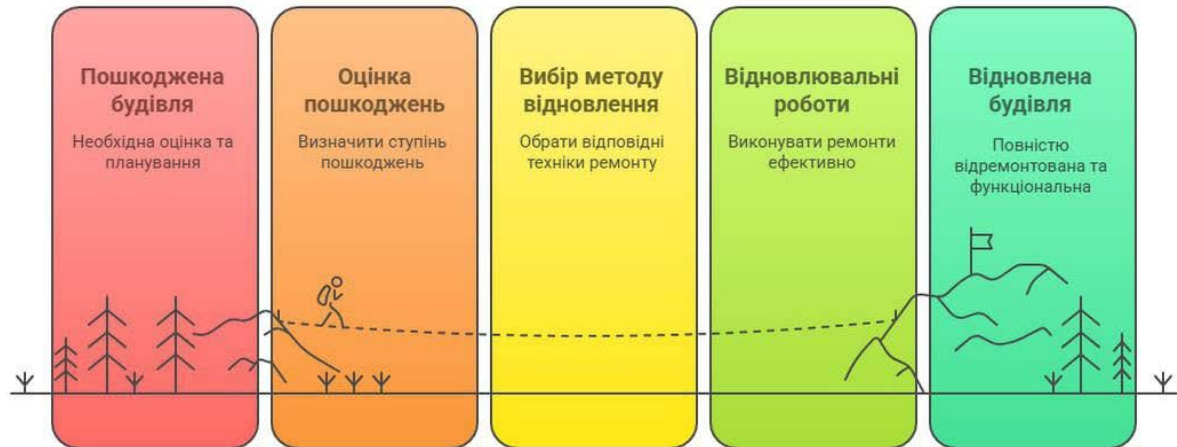


Рис. 2. Часові параметри у життєвому циклі цивільного об'єкта
(розроблено авторами на основі [16])

Основою для категоріального аналізу є класифікація пошкоджень за різними критеріями: типами пошкоджень, ступенем їх серйозності, місцем виникнення (структурні чи неструктурні) та за природою пошкоджень (механічні, фізичні, технологічні чи природні). Кожен з критеріїв має велике значення для правильного вибору методів відновлення і технічних рішень. Категоріальний аналіз чітко відокремлює види пошкоджень, обирає оптимальні стратегії їх усунення, передбачає, чи потрібно проводити комплексні роботи з реконструкції або можна обмежитися простими ремонтами.

У таблиці 2 представлено порівняння типів пошкоджень будівель і об'єктів та відповідних методів відновлення з урахуванням часу, необхідного для їх усунення.

Практичні підходи до відновлення та пошкодження на основі категоріального аналізу є важливим інструментом для управління життєвим циклом будівельних об'єктів. Категоріальний аналіз систематизує пошкодження та відповідні методи відновлення, оцінює вплив різних факторів на процеси відновлення та забезпечує точність і ефективність управлінських рішень у процесах.

Класифікація пошкоджень є важливим етапом у категоріальному аналізі. Вона систематизує дефекти будівлі та оцінює їхні наслідки для функціональності об'єкта. Класифікація визначає, чи є пошкодження критичними для безпеки будівлі або вони не становлять прямої загрози для експлуатації. Тріщини в стінах або незначне порушення фасаду класифікують

як незначні дефекти, котрі не потребують капітального ремонту, в той час як серйозні пошкодження, як порушення фундаменту чи тріщини в несучих конструкціях, вимагають негайного втручання та відновлення з високими витратами [16].

Таблиця 2.

Порівняння типів пошкоджень та методів їх відновлення з урахуванням часу
(розроблено авторами на основі [15])

Тип пошкодження	Метод відновлення	Час усунення	Технічні вимоги	Екон. доцільність
Механічні	Армування, заміна, ремонт тріщин	1–3 дні	Точність, сталеві матеріали, контроль	Вигідно при малих дефектах
Технологічні	Заміна обладнання, капремонт	3–10 днів	Нові технології, якість	Помірні витрати, потреба в інвестиціях
Природні	Реконструкція, адаптація	1–6 місяців	Стійкі матеріали, екостандарти	Високі витрати через масштабність
Корозія, зношення	Обробка, заміна, техобслуговування	3–7 днів	Спецпокриття, контроль конструкцій	Економно, але з частими витратами
Технічне старіння	Реконструкція, оновлення	6–12 місяців	Модернізація систем	Висока вартість, ефективність у майбутньому

Економічна доцільність відновлення є ще одним важливим аспектом, котрий оцінюють за допомогою категоріального аналізу. Порівняння витрат на відновлення та можливих втрат від тривалого простою будівлі визначає, чи варто проводити відновлення, чи не дешевше збудувати нову будівлю. Оцінити витрати та визначає терміни, в яких об'єкт може бути знову введений в експлуатацію.

Однією з найбільш значущих технологій є 3D-сканування та лідарне сканування, котрі отримують точні тривимірні моделі будівлі або її частини. Технології визначають масштаби пошкоджень у важкодоступних місцях, створюють точні моделі для подальшого проектування відновлення. 3D-сканування дає змогу зберігати точну геометрію конструкцій, яка необхідна для підготовки проекту ремонту та реконструкції. Використання інструментів уникає помилок при визначенні дефектів та мінімізує необхідність в ручних вимірюваннях [17].

Іншою технологією, котра активно використовується у відновленні та ремонті будівель є BIM-модельовання (Building Information Modeling). Технологія створює цифрову модель будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про її конструктивні особливості, матеріали, інженерні системи та

можливі пошкодження або дефекти. BIM-моделювання ефективно оцінює пошкодження, створює стратегії відновлення, котрі максимально ефективно використовують наявні ресурси.

Інтеграція новітніх технологій покращує процеси відновлення, підвищує стійкість і довговічність будівель, особливо важливо в умовах швидких змін на ринку та постійних економічних та екологічних викликів [18].

На нижче наведеному рисунку 3 представлена схема інтеграції сучасних технологій у процеси відновлення та пошкодження будівельних об'єктів.

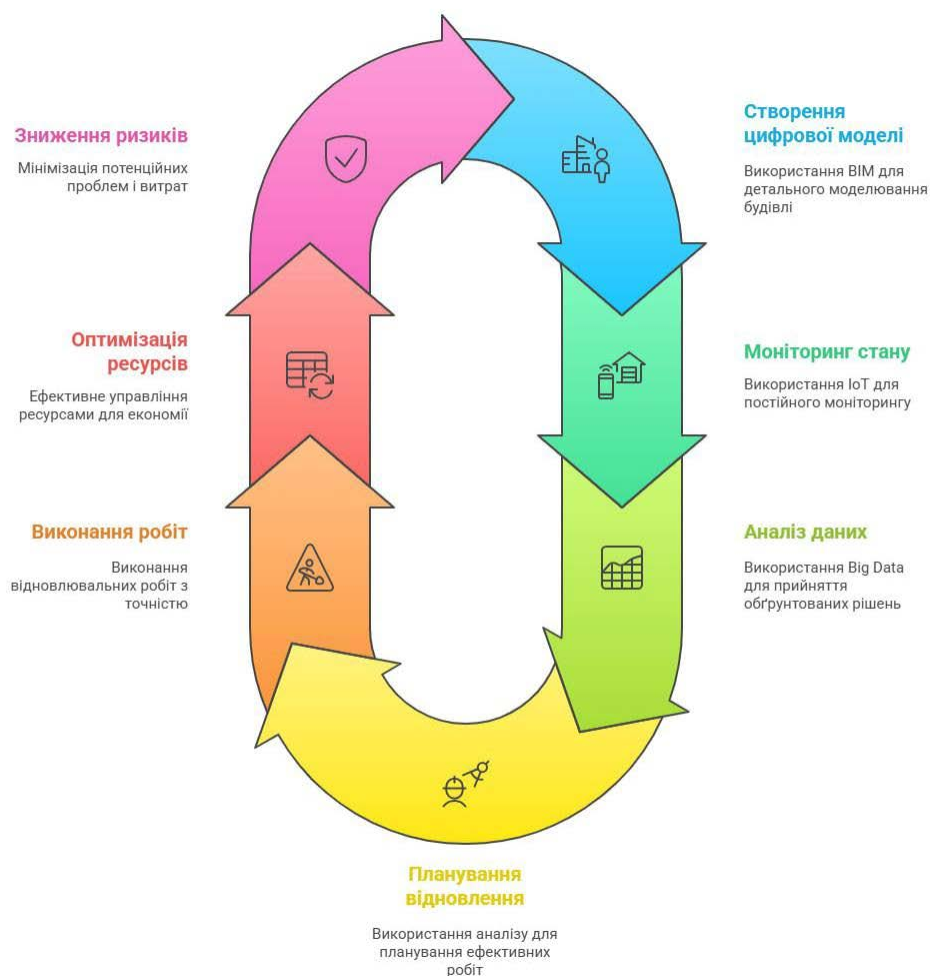


Рис. 3. Система моніторингу пошкоджень та відновлення цивільних об'єктів з використанням технологій (розроблено авторами на основі [18])

Література

1. Гуменна, І.В. Механізми управління інвестиційною діяльністю в будівництві: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / І. В. Гуменна. – Київ: Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2025. – 190 с. – Режим доступу: <https://surl.lu/zxvmdy>.
2. Невідомий автор. Розроблення системи автоматизації для енергетичних об'єктів / [б.в.]. – Київ: Ін-т автоматизації та енергетики КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 35 с. – Режим доступу: https://iate.kpi.ua/uploads/p_21_54259438.pdf.
3. Україна. ДБН В.1.2-2:2006. 3.Навантаження і впливи. Норми проектування / [б.в.]. – Київ, 2006. – 94 с. – Режим доступу: <https://surl.li/lpdeai>.

4. Програма та тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві», 15–16 вересня 2022 р., Київ / [редкол.: В. А. Тимошенко та ін.]. – Київ: КНУБА, 2022. – 120 с. – Режим доступу: <https://surli.cc/fleynb>.
5. ДСНС України. Землетрус – небезпека природного характеру / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – [б. м.], [б. р.]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/abetka-bezpeki-1/nebezpeki-prirodnogo-harakteru/zemletrus>.
6. Вісник юридичного факультету УжНУ. – 2025. – Вип. 88, ч. 4(1). – 175 с. – Режим доступу: https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2025/05/88-part-4_1.pdf.
7. PromScan3D. 3D-модельовання об'єктів промисловості / PromScan3D. – [б. м.], 2024. – Режим доступу: <https://promscan3d.com/3dmodel/>.
8. Рибалко, І.В. Управління розвитком будівельних підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / І. В. Рибалко. – Київ: Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2025. – 180 с. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2025/04/dysertacziya_rybalko_i.v.pdf.
9. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(13-115), 6–19.
10. СНУ ім. В. Даля. Збірник наукових праць за результатами будівельної конференції, грудень 2023 р. / Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. – Сєверодонецьк, 2023. – 98 с. – Режим доступу: https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/bud_2023.pdf.
11. 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.
12. Flexi Project. Життєвий цикл проекту: етапи та ключові аспекти управління / [б.в.]. – Київ: Flexi Project, 2025. – Режим доступу: <https://flexi-project.com/uk/життєвий-цикл-проекту-етапи-та-ключов/>.
13. Чуприна Ю.А., Федорова Я., Рижаківа Г. Аналітичні компоненти та базові функціонали управління підприємством в сучасній системі будівельного девелопменту / Ю.А. Чуприна, Я. Федорова, Г. Рижаківа, Г. Петренко, І. Гриненко, М. Ніколаєва // *Управління розвитком складних систем*, – К.: КНУБА, 2021. – №47. – с.130–137
14. Дембицька, О.І. Теоретичні основи управління інноваційним розвитком підприємств: монографія / О.І. Дембицька. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 156 с. – Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Dembitska_2022_156.pdf.
15. БукЛіб. Економіка підприємств: навчальний посібник / [б.в.]. – [б. м.]: [б.в.], 2025. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/28311/>.
16. Електронний архів КПІ. Аналіз впливу цифровізації на ефективність управління підприємствами / [б.в.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f10814f3-44d4-4558-b79b-b763120e293a/content>.
17. Чуприна, Ю., Петренко, Г., Гриненко, І., Ніколаєва, М., Поколенко, В., & Савчук, Т. (2021). Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту. *Управління розвитком складних систем*, (48), 125–134
18. The Problems of Economy. Thematic search: Economics and Enterprise Management / [б.в.]. – [б. м.]: [б.в.], 2025. – Режим доступу: <https://www.problecon.com/thematic-search/?theme=economics-and-enterprise-management>.

Associate Professor **Prykhodko Dmytro,**
Verchenko Valerii, Hrohoh Viktor, Herasymchuk Oleksandr,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

SCIENTIFIC AND CATEGORIAL ANALYSIS OF THE CONCEPTS OF RESTORATION, DAMAGE, AND TEMPORAL CHARACTERISTICS IN THE LIFE CYCLE OF CIVIL STRUCTURES

Modern theories of managing the restoration of civil infrastructure demand a comprehensive rethinking of the categorical framework, which includes the concepts of “restoration,” “damage,” and “temporal characteristics of the life cycle.” In the context of increasing urban complexity, the rising frequency of extreme events, technogenic accidents, and wartime impacts, the justified application of these terms is a prerequisite for building adequate models for evaluating the condition of structures and planning their reconstruction strategies. A scientific and categorial analysis makes it possible to delineate the application boundaries of each term, uncover the relationships between a structure's physical condition and its functional potential, and construct an interpretative framework of damage considering temporal factors.

This study systematizes approaches to damage classification based on depth, scale, propagation speed, and functional consequences, enabling the formation of adaptive typologies for response scenarios. Particular emphasis is placed on aligning terminology with normative and technical documentation and synchronizing it with modern digital models of life cycle management. A multilevel concept of damage interpretation is proposed—from technical defects to socio-functional disruptions. Critical temporal markers are defined to identify turning points between sustained functionality and the necessity for major intervention. The importance of accounting for the cumulative effect of damage and the role of systematic monitoring in determining acceptable degradation thresholds is highlighted. The findings of this study may serve as a foundation for developing integrated models for the restoration of civil facilities and establishing criteria for their prioritization within recovery programs.

In this regard, it is essential to recognize that the concept of “restoration” is not univocal and acquires different nuances depending on the domain—technical, social, legal, or environmental. In the construction sector, it encompasses both minor repair interventions and full-scale reconstruction, repurposing, or even reintegration of the structure into a transformed urban landscape. Therefore, the categorial framework must be both flexible and standardized to ensure effective communication among all process participants—engineers, architects, clients, and government bodies.

Keywords: restoration; damage; life cycle; degradation; categorical framework; monitoring; temporal characteristics; civil structures.

REFERENCES

1. Humenna, I.V. Mechanisms for Managing Investment Activities in Construction: PhD Thesis in Economics (08.00.04). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2025. – 190 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://surl.lu/zxvmdy>. {in English}
2. Unknown author. Development of an Automation System for Energy Facilities / [no data]. – Kyiv: Institute of Automation and Energy of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021. – 35 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://iate.kpi.ua/uploads/p_21_54259438.pdf. {in Ukrainian}
3. Ukraine. DBN B.1.2-2:2006. Loads and Impacts. Design Standards / [no data]. – Kyiv, 2006. – 94 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://surl.li/lpdeai>. {in English}
4. Program and Abstracts of the IV International Scientific and Technical Conference “Efficient Technologies in Construction”, September 15–16, 2022, Kyiv / [ed. by V.A. Tymoshenko et al.]. – Kyiv: KNUBA, 2022. – 120 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://surli.cc/fleynb>. {in Ukrainian}
5. SES of Ukraine. Earthquake – A Natural Hazard / State Emergency Service of Ukraine. – [no place], [no year]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://dsns.gov.ua/abetka-bezpeki-1/nebezpeki-prirodnogo-xarakteru/zemletrus>. {in Ukrainian}
6. Bulletin of the Faculty of Law, UzhNU. – 2025. – Issue 88, part 4(1). – 175 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2025/05/88-part-4_1.pdf. {in English}
7. PromScan3D. 3D Modeling of Industrial Facilities / PromScan3D. – [no place], 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://promscan3d.com/3dmodel/>. {in Ukrainian}
8. Rybalko, I.V. Enterprise Development Management in Construction: PhD Thesis in Economics (08.00.04). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2025. – 180 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2025/04/dysertacziya_rybalko_i.v.pdf. {in Ukrainian}
9. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(13-115), 6–19. {in Ukrainian}

10. East Ukrainian National University named after V. Dal. Collection of Scientific Works Based on the Construction Conference Results, December 2023. – Sievierodonetsk, 2023. – 98 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/bud_2023.pdf. {in Ukrainian}
11. 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. {in Ukrainian}
12. Flexi Project. Project Life Cycle: Stages and Key Management Aspects / [no data]. – Kyiv: Flexi Project, 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://flexi-project.com/uk/життєвий-цикл-проекту-етапи-та-ключов/>. {in Ukrainian}
13. Chupryna, Y.A., Fedorova, Y., Ryzhakova, G., Petrenko, G., Grynenko, I., Nikolaeva, M. Analytical Components and Basic Functionals of Enterprise Management in the Modern Construction Development System. *Development Management of Complex Systems*, – Kyiv: KNUBA, 2021. – No. 47. – pp. 130–137. {in Ukrainian}
14. Dembytska, O.I. Theoretical Foundations of Innovation Development Management of Enterprises: Monograph. – Vinnytsia: VNTU, 2024. – 156 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Dembitska_2022_156.pdf. {in English}
15. BukLib. Economics of Enterprises: Textbook / [no data]. – [no place]: [no data], 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://buklib.net/books/28311/>. {in Ukrainian}
16. KPI e-Archive. Analysis of the Impact of Digitalization on Enterprise Management Efficiency / [no data]. – Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f10814f3-44d4-4558-b79b-b763120e293a/content>. {in Ukrainian}
17. Chupryna, Y., Petrenko, G., Grynenko, I., Nikolaeva, M., Pokolenko, V., & Savchuk, T. (2021). Methodological Regulation and Analytical-Informational Support of Process-Oriented Management in the Modern Construction Development System. *Development Management of Complex Systems*, (48), 125–134. {in Ukrainian}
18. The Problems of Economy. Thematic Search: Economics and Enterprise Management / [no data]. – [no place]: [no data], 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.problecon.com/thematic-search/?theme=economics-and-enterprise-management>. {in English}