

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

О. І. Лугченко, П. А. Резнік

ОБСТЕЖЕННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ
ТА ЗМІЦНЕННЯ БУДІВЕЛЬ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів другого (магістерського)
рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня
програма «Промислове та цивільне будівництво»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

УДК 69.059.25(26)

Лугченко О. І. Обстеження, реконструкція та зміцнення будівель : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво» / О. І. Лугченко, П. А. Резнік ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 60 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. О. І. Лугченко,
канд. техн. наук, доц. П. А. Резнік

Рецензент

О. О. Калмиков, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних конструкцій (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій, протокол № 9 від 18 квітня 2024 р.

© О. І. Лугченко, П. А. Резнік, 2025
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	7
1.1 Завдання обстежень	7
1.2 Основні етапи обстеження та реконструкції будівель і споруд.....	8
1.3 Методи обстеження стану будівель і конструкцій	10
1.3.1 Візуальні методи обстеження.....	14
1.3.2 Неруйнівні методи обстеження.....	14
1.3.3 Руйнівні методи обстеження.....	15
1.3.4 Інші методи обстеження.....	15
1.4 Переваги та недоліки методів обстеження.....	17
1.5 Типові дефекти і пошкодження будівельних конструкцій.....	17
1.6 Оцінка залишкової несучої здатності конструкцій.....	19
1.7 Техніка безпеки під час обстеження будівель.....	20
1.8 Забезпеченість обстеження приладами та інструментами	21
1.9 Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій.....	25
1.10 Поняття та категорії технічного стану конструкцій.....	27
1.11 Види технічних оглядів конструкцій будівель та інженерних споруд.....	31
2 РЕМОНТ І РЕКОНСТРУКЦІЯ БУДІВЕЛЬ	34
2.1 Поняття ремонту і реконструкції будівель.....	34
2.2 Характерні ознаки та класифікація реконструкції	36
2.3 Переваги й недоліки реконструкції	37
2.4 Аспекти реконструкції	38
2.4.1 Архітектурні аспекти реконструкції.....	38
2.4.2 Конструктивні аспекти реконструкції.....	39
2.4.3 Технологічні аспекти реконструкції.....	40
2.5 Причини ремонту і реконструкції	40
2.6 Фізична і моральна спрацьованість.....	41
2.7 Термін служби конструкцій.....	43
2.8 Класифікація будівель.....	46
2.9 Особливості ремонту та реконструкції громадських будівель.....	47
2.10 Особливості ремонту і реконструкції промислових будівель.....	49
3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ	54
3.1 Використання ВІМ-технологій у реконструкції та обстеженні будівельних конструкцій	54
3.2 Моделювання стану конструкцій	54
3.3 Планування та моніторинг обстеження	55
Питання до самоконтролю ЗМ1.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

Будівельна галузь відіграє ключову роль у розвитку інфраструктури та забезпеченні стійкості міських і промислових об'єктів. З плином часу будівлі та споруди зазнають фізичного спрацювання, змінюються експлуатаційні вимоги, а також виникає необхідність адаптації конструкцій до нових умов використання. У зв'язку із цим важливими напрямками сучасного будівництва є обстеження, реконструкція та зміцнення будівельних об'єктів.

Цей конспект лекцій призначений для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Промислове та цивільне будівництво». Він охоплює питання першого змістового модулю робочої програми відповідної навчальної дисципліни, а саме: основні методи обстеження технічного стану будівель, принципи їхньої реконструкції, сучасні технології посилення несучих конструкцій, а також нормативно-правові та технічні аспекти, що регулюють цей процес.

Метою дисципліни є надання здобувачам теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для виконання обстеження, реконструкції та підсилення будівель і споруд з метою забезпечення їхньої безпеки, надійності, довговічності та функціональної придатності відповідно до сучасних вимог.

Завданнями дисципліни є:

– формування знань з основних методів діагностики технічного стану будівель і споруд, причин виникнення дефектів та пошкоджень конструкцій, методів та способів реконструкції та підсилення конструктивних елементів, сучасних матеріалів і технологій, що застосовуються у реконструкції та підсиленні;

– розвиток навичок із проведення візуального та інструментального обстеження будівель, розробки проєктних рішень для реконструкції або підсилення, виконання економічного аналізу доцільності ремонтно-

відновлювальних робіт, використання інноваційних технологій у процесі обстеження та реконструкції;

- формування професійної відповідальності щодо дотримання вимог безпеки під час виконання обстежень і реконструкцій, урахування екологічних аспектів під час виконання робіт, забезпечення відповідності робіт нормативно-правовим вимогам.

Дисципліна є ключовою для професійної підготовки фахівців у сфері будівництва, реставрації, реконструкції, експлуатації та технічного обслуговування будівель і споруд.

Нормативно-правова база з обстеження, реконструкції та підсилення будівель і споруд визначає порядок, правила та стандарти, яких необхідно дотримуватися під час проведення таких робіт. Вона містить закони, державні будівельні норми (ДБН), стандарти (ДСТУ), а також міжнародні акти та рекомендації.

Основні законодавчі акти України:

- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» визначає загальні принципи здійснення будівельних та реконструктивних робіт, регулює процедуру обстеження об'єктів перед реконструкцією;

- Закон України «Про архітектурну діяльність» встановлює правові та організаційні засади у сфері архітектурної діяльності, регламентує відповідальність суб'єктів, які виконують реконструкцію та обстеження;

- Закон України «Про охорону праці» визначає вимоги до безпеки працівників під час проведення обстежень, реконструкції та підсилення;

- Кодекс цивільного захисту України регулює заходи з аварійно-відновлювальних робіт у разі пошкодження будівель.

Державні будівельні норми (ДБН):

- ДБН В.1.2-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд містить вимоги до безпеки та експлуатаційної надійності будівель;

– ДБН В.2.6-98:2009 Будівельні конструкції. Реконструкція та підсилення визначає методи проектування підсилення конструкцій, регулює вимоги до матеріалів, що використовуються для підсилення;

– ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст науково-проектної документації на реконструкцію об'єктів визначає порядок розробки та погодження документації для реконструкції;

– ДБН В.3.2-2-2009 Система технічного обслуговування та ремонту будівель і споруд регламентує порядок обстеження та технічного обслуговування будівель;

– ДБН В.1.1-12:2014 Захист будівель і споруд від прогресуючого обвалення містить вимоги до захисту конструкцій від катастрофічних руйнувань.

Державні стандарти України (ДСТУ):

– ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова з оцінки технічного стану будівель і споруд визначає методологію проведення обстеження та оцінки стану конструкцій;

– ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Методи визначення міцності будівельних матеріалів містить інструкції для проведення випробувань будівельних матеріалів.

Міжнародні стандарти:

– ISO 13822:2010 Основи оцінки існуючих конструкцій визначає міжнародні принципи оцінки стану конструкцій;

– Eurocode (EN 1990-EN 1999) – Європейські стандарти, що регламентують проектування, оцінку та підсилення конструкцій.

Інші нормативні документи:

– методичні рекомендації з обстеження технічного стану будівель та споруд (затверджені Держбудом України) надають детальні рекомендації щодо організації процесу обстеження;

– санітарні норми і правила (СНіП) регламентують умови виконання будівельних робіт з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог.

Нормативно-правова база регулює процедури обстеження та реконструкції для попередження аварій. Стандарти гарантують виконання робіт на високому професійному рівні, спрощують процес погодження проєктів і їх реалізації, узгоджують українські норми із міжнародними стандартами. Виконання робіт з обстеження та реконструкції відповідно до нормативів забезпечує їхню надійність, довговічність та економічну доцільність.

1 ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

1.1 Завдання обстежень

Оцінка технічного стану будівель та споруд – найважливіший етап у процесі їх оцінки. Під час обстеження необхідно визначити дійсну несучу здатність та експлуатаційну придатність будівельних конструкцій та основ. Крім того, потрібно знайти найбільш оптимальне конструктивно-планувальне рішення та спосіб можливого підсилення несучих конструкцій з урахуванням технологічності, забезпечення мінімуму витрат трудових, матеріальних ресурсів і часу на виконання робіт із реконструкції.

Обираючи різні матеріали, такі як метал, камінь, залізобетон та дерево, необхідно використовувати відповідні методи розрахунку за граничними станами відповідно до чинних норм.

Для встановлення нормативних та розрахункових значень навантажень необхідно дотримуватися чинних державних норм. Після проведення основних етапів обстеження необхідно здійснити оцінку технічного стану будівельних конструкцій об'єкта та скласти технічний висновок, у якому надати загальну оцінку експлуатаційної придатності розглянутих несучих конструкцій.

1.2 Основні етапи обстеження та реконструкції будівель і споруд

Процес обстеження та реконструкції будівель містить чітко визначені етапи, які забезпечують ефективність, безпеку та якість виконання робіт.

Підготовчий етап: збір та аналіз вихідної документації та інформації про об'єкт. Основні дії: аналіз проєктної документації, технічних паспортів, актів попередніх обстежень; вивчення умов експлуатації будівлі (рівень навантажень, вплив середовища); проведення попередніх візуальних оглядів; визначення мети обстеження (реконструкція, підсилення, технічна експертиза); розробка плану робіт і технічного завдання.

Обстеження технічного стану будівлі: оцінка фактичного стану будівельних конструкцій, інженерних систем та ґрунтової основи. Основні дії: візуальне обстеження (виявлення дефектів і пошкоджень – тріщин, корозії, деформації), інструментальні методи (використання спеціального обладнання, ультразвукових, тепловізійних приладів, георадарів); лабораторні випробування (аналіз фізико-механічних характеристик матеріалів (міцність, щільність)); оцінка ґрунтової основи (визначення стану фундаменту та геологічних умов ділянки); документування результатів (складання актів обстеження, фото та відеофіксація стану конструкцій).

Аналіз результатів обстеження та розробка висновків: визначення ступеня спрацьованості конструкцій і ухвалення рішень щодо реконструкції чи підсилення. Основні дії: розрахунок залишкової несучої здатності конструкцій; оцінка рівня небезпеки дефектів і пошкоджень; визначення доцільності реконструкції або підсилення будівлі; розробка технічного звіту з рекомендаціями щодо подальших дій.

Проектування реконструкції та підсилення: розробка проєктних рішень з урахуванням технічного стану об'єкта. Основні дії: розробка архітектурних і конструктивних рішень; визначення матеріалів і технологій для реконструкції чи підсилення; виконання інженерних розрахунків; погодження проєктної документації з відповідними органами.

Підготовчі роботи на об'єкті: підготовка будівлі до виконання реконструктивних чи ремонтних робіт. Основні дії: демонтаж пошкоджених або спрацьованих елементів конструкцій; організація будівельного майданчика, забезпечення доступу до всіх ділянок; забезпечення безпеки робіт та мінімізація впливу на навколишнє середовище.

Виконання робіт з реконструкції та підсилення: проведення запланованих ремонтних, реконструктивних або підсилювальних робіт. Основні дії: виконання будівельних і монтажних робіт відповідно до проєкту (підсилення конструкцій за допомогою сучасних технологій – фібробетону, композитних матеріалів, сталевих накладок); заміна інженерних систем (водопостачання, вентиляції, електромережі); контроль якості робіт на всіх етапах виконання.

Контроль якості та завершення робіт: перевірка відповідності виконаних робіт проєктним рішенням. Основні дії: проведення випробувань змінених конструкцій і систем; складання актів завершення будівельних робіт; оформлення сертифікатів якості використаних матеріалів; передача об'єкта замовнику.

Моніторинг стану будівлі після реконструкції: забезпечення подальшої експлуатаційної надійності будівлі. Основні дії: проведення регулярних обстежень об'єкта після реконструкції; виявлення потенційних проблем та їх усунення; аналіз ефективності виконаних заходів.

Чітке дотримання етапів запобігає аварійним ситуаціям, оптимізує витрати на реконструкцію та експлуатацію, забезпечує довговічність та функціональну придатність будівлі.

1.3 Методи обстеження стану будівель і конструкцій

Групи інженерно-технічних працівників, підготовлених і оснащених необхідними спеціальними приладами та обладнанням, із відповідною кваліфікацією виконують обстеження будівель і споруд. До таких груп належать проєктні та науково-дослідні інститути, конструкторські бюро, служби експлуатації будівельних об'єктів, науково-дослідні підрозділи, а також студентські проєктно-конструкторські бюро навчальних закладів. Групи обстеження конструкцій повинні керуватися діючими нормативними та інструктивними документами з реконструкції та обстеження будівель і споруд, а також актуальними на сьогодні державними стандартами на проєктно-вишукувальні роботи, будівництво та експлуатацію відповідних об'єктів.

Підготовка до обстеження містить вивчення досвіду проєктування та будівництва, конструктивних рішень та будівельних матеріалів за історичний період, що охоплює час будівництва та експлуатації будівель і споруд, які підлягають реконструкції.

Завдання, в якому вказані мета реконструкції та відповідні основні вимоги до конструкцій, орієнтовні планові технологічні навантаження та впливи, планувальні рішення та загальні умови експлуатації після реконструкції, є підставою для проведення обстеження. Крім того, важливо мати дані про технічні можливості будівельної організації, яку планується залучити до роботи із посилення.

Для здійснення огляду та затвердження технічних рішень до основної комісії залучаються представники підприємства, такі як служби головного архітектора, відділу капітального будівництва, а іноді й представники підрядних та субпідрядних організацій.

Зазвичай роботи з огляду складаються з двох етапів: попереднього та детального огляду, але можуть проводитися і в один етап. Під час огляду конструкцій виконуються наступні роботи: попередній огляд конструкцій, дослідження технічної документації, вивчення особливостей майбутнього

технологічного процесу та режимів експлуатації, інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні та інженерно-гідрометеорологічні дослідження, детальний натурний огляд, обміри конструкцій та виявлення дефектів, відбір та лабораторний аналіз зразків матеріалів конструкцій, визначення планових навантажень та впливів, встановлення розрахункової схеми та виконання перевірочних розрахунків.

За необхідності можуть проводитися випробування конструкцій у натурних умовах. Важливо зазначити, що деякі види робіт можуть проводитися як на першому, так і на другому етапі огляду.

Розпочинаючи попередні або загальні дослідження, необхідно оглянути споруду та її конструкції, а також ознайомитися з технічною документацією та іншими матеріалами, що допоможуть зрозуміти об'єкт дослідження. На цьому етапі необхідно насамперед виявити ділянки та окремі конструкції, які перебувають у аварійному стані, та застосувати заходи для їх тимчасового підсилення.

Вивчення проєктно-технічної документації має відповісти на різні питання, включно із історичними даними, наприклад, початком та тривалістю будівництва, капітальними та іншими ремонтами, переплануванням, змінами експлуатації або технологічними процесами, а також захистом від аварій та серйозних порушень умов експлуатації. Крім того, необхідно ознайомитися з об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями, робочими кресленнями та розрахунковими навантаженнями та впливами, а також із інженерно-геологічними умовами будівництва та експлуатації.

Для забезпечення повної інформації про будівництво та експлуатацію споруд, окрім основної проєктно-технічної документації, розробленої організацією-проєктувальником, необхідно використовувати також додаткові матеріали, такі як акти передачі в експлуатацію, акти на приховані роботи, паспорти-сертифікати, журнали виробництва робіт, журнали експлуатації, документи про проведені ремонти і реконструкції тощо.

Для отримання додаткової інформації про будівництво та експлуатацію

споруд можна проводити опитування робітників та інженерно-технічного персоналу обстежуваних підприємств.

Перед проведенням будь-яких робіт необхідно здійснити попередні обстеження, щоб виявити можливі відхилення від проєктних даних за об'ємно-планувальними, конструктивними рішеннями, за видом і характером навантажень, включно із природно-кліматичними, тощо.

Якщо немає проєктно-технічної документації або вона неповна, то перед початком будь-яких робіт необхідно виконати попередні обміри конструкцій та основних креслень будівель та споруд.

Під час проведення вимірювальних робіт необхідно фіксувати такі параметри: відхилення конструкцій від допустимих значень, розміри перетинів та положення елементів у просторі, якість сполучень та з'єднань, міцність матеріалів та їхні дефекти. Для зручності та систематизації даних споруди рекомендується розділяти на зони за матеріалом, типом конструкції та її призначенням. Попередні або загальні обстеження допомагають провести орієнтовну оцінку технічного стану будівельних конструкцій та розробити програму для детального обстеження. Останнє проводиться з метою отримання найбільш достовірних даних для оцінки технічного стану конструкцій, що є основою для вибору конструктивного рішення під час реконструкції будівель та споруд.

Після детального обстеження будівельних конструкцій рекомендується розробити точну проєктно-технічну документацію та обмірювальні креслення, які зафіксують положення будівельних конструкцій у плані і за висотою з урахуванням несучих елементів, переміщень, зсувів та інших відхилень. Потім необхідно виконати комплекс робіт із встановлення фактичних значень фізико-механічних характеристик матеріалів за допомогою руйнівних і лабораторних методів випробувань. Деталізовано уточнюються та систематизуються дефекти та пошкодження конструкцій, їх вузлів та сполучень, а також збираються відомості про експлуатаційне середовище, що впливає на конструкції та основи, визначається величина статичних та динамічних навантажень та

впливів, включно із даними вібродіагностики. На основі цього обирається розрахункова схема несучих конструкцій для проведення остаточних повірчих розрахунків окремих елементів конструкцій і споруд в цілому.

У разі детального обстеження може використовуватися суцільне або вибіркоче обстеження. Суцільне обстеження необхідно проводити для об'єктів з коефіцієнтом надійності, що дорівнює одиниці, а також у випадках, коли немає проєктної документації, або виявлено дефекти, що зменшують несучу здатність будівельних конструкцій, різні властивості матеріалів, умови навантаження та інші небезпечні умови експлуатації.

Під час виконання комплексу робіт з інструментального визначення фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей матеріалів конструкцій необхідно виділити елементи, які експлуатуються в умовах дії підвищених і високих температур, знижених і низьких температур, агресивних середовищ тощо.

Аналіз стану конструкцій, які перебувають під впливом підвищених і високих температур, необхідно проводити, звернувши увагу на джерело тепловиділень, вид нагріву (конвективний, променистий), температурний режим (циклічний нагрів, постійний нагрів, вологість, тиск тощо).

Під час виконання всіх видів робіт з обстеження будівельних конструкцій необхідно вести суворий облік отриманих даних у спеціальних журналах, оформлювати акти обстежень на різні види робіт, прагнути до оформлення інформації у табличній формі і її систематизації.

Якщо під час повного огляду було виявлено, що не менше 20 % однакових конструкцій із загальної кількості понад 20 штук знаходяться у гарному технічному стані, то можна обмежитись вибіркочевим оглядом решти неперевірених конструкцій. Кількість елементів, які потребують вибіркового огляду, повинна бути визначена залежно від конкретних умов (не менше 10 % від кількості однакових конструкцій, але не менше трьох).

Під час детального огляду, у процесі виконання вимірювальних робіт, проводять інженерно-геодезичні дослідження з метою точного створення

креслень будівель та споруд і визначення точних геометричних параметрів несучих конструкцій та їх викривлень для уточнення розрахункових схем.

Рекомендується проводити інженерно-геологічні дослідження, якщо немає робочих креслень фундаментів реконструйованих споруд, виконавчих документів на їх зведення та матеріалів про інженерно-геологічні умови ділянки будівництва об'єкта. Це особливо важливо, якщо об'єкт знаходиться на основах, складних в інженерно-геологічному відношенні.

Спеціальні інженерно-гідрогеологічні та гідрометеорологічні дослідження проводяться з одного боку під час реконструкції об'єктів, що знаходяться на підтоплених або потенційно підтоплених територіях, а також під час експлуатації будівель та споруд в умовах негативного впливу фізико-геологічних та гідрометеорологічних чинників.

Обстеження будівельних конструкцій є важливою складовою для забезпечення безпеки, довговічності та функціональності споруд. Основні методи обстеження будівельних конструкцій можна поділити на три групи: візуальні, неруйнівні та руйнівні методи.

1.3.1 Візуальні методи обстеження

Це перший етап обстеження, який дозволяє оцінити стан конструкцій без застосування складного обладнання. Основні аспекти:

- огляд зовнішнього стану: перевірка наявності тріщин, деформацій, корозії, відшарувань штукатурки, слідів вологи або грибка;
- документування: фіксація виявлених дефектів за допомогою фото та відеозйомки;
- оцінка геометричних параметрів: перевірка вертикальності, горизонтальності, товщини елементів тощо.

1.3.2 Неруйнівні методи обстеження

Ці методи дозволяють отримати детальну інформацію про стан конструкції без її пошкодження. Ними є ультразвукові методи, що

використовуються для виявлення тріщин, пустот і неоднорідностей у матеріалах. Їхні переваги: точність, можливість обстеження внутрішньої структури.

Радіографія (рентгенографія) застосовується для контролю зварних швів, металоконструкцій, залізобетону. Потребує спеціального обладнання і дотримання норм радіаційної безпеки.

Метод акустичної емісії визначає активні дефекти шляхом фіксації звукових сигналів, які виникають у процесі руйнування матеріалу.

Сканування арматури відбувається з використанням магнітних або електромагнітних пристроїв для визначення розташування арматури у бетоні.

Тепловізійний контроль допомагає виявити втрати тепла, порушення теплоізоляції, місця протікання вологи.

Ендоскопія використовується для огляду важкодоступних ділянок конструкцій за допомогою спеціальних камер.

1.3.3 Руйнівні методи обстеження

Використовуються для визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, що складають конструкцію. Передбачають часткове або повне руйнування зразків, а саме:

1. *Випробування на міцність* – механічне випробування на розтяг, стиск або згин.

2. *Вилучення зразків (кернів)* – витяг частин матеріалів конструкції (бетону, сталі) для лабораторного аналізу.

3. *Хімічний аналіз матеріалів* для виявлення корозії, вмісту солей чи інших домішок.

1.3.4 Інші методи обстеження

Геодезичний контроль – вимірювання деформацій і осідань будівель.

Моніторинг стану конструкцій – довгостроковий контроль за допомогою сенсорів, встановлених у ключових точках.

Комп'ютерне моделювання – створення моделі для оцінки впливу навантажень чи реконструкції.

Обрання методу обстеження залежить від:

- типу конструкції (бетон, метал, дерево тощо);
- виявлених дефектів;
- поставлених завдань (ремонт, реконструкція, оцінка довговічності).

Комплексне використання візуальних, неруйнівних та руйнівних методів забезпечує точну оцінку стану конструкцій і сприяє ухваленню обґрунтованих рішень щодо їх експлуатації чи ремонту.

Для визначення геометричних характеристик конструкцій застосовуються різноманітні лазерні прилади, такі як лазерні нівеліри, лазерні теодоліти, лазерні дальноміри тощо. За їхньою допомогою можна визначити довжини, відстані, кути нахилу, висоту, рівність поверхонь, заміри прогинів, величину деформацій і переміщень.

Для виявлення дефектів у матеріалах конструкцій використовуються прилади дефектоскопії, які дозволяють виявити наявність тріщин, домішок, корозійних пошкоджень, деформацій тощо. До таких приладів належать магнітні дефектоскопи, ультразвукові дефектоскопи, рентгенівські дефектоскопи, термографи.

Також у процесі діагностики використовуються прилади для вимірювання рівня вібрацій, звуку, освітленості, температури та інших параметрів, які можуть впливати на стан конструкцій і споруд.

Важливим етапом діагностики є лабораторне дослідження зразків матеріалів, з яких виготовлені конструкції. Для цього застосовуються спеціальні прилади, які дозволяють визначити фізико-механічні та фізико-хімічні властивості матеріалів.

Під час вибору приладів для діагностики технічного стану конструкцій необхідно керуватися їхньою точністю, надійністю та можливостями застосування в конкретних умовах. Також необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки та забезпечувати належне обслуговування приладів.

1.4 Переваги та недоліки методів обстеження

Візуальні методи

Переваги: простота, низька вартість.

Недоліки: суб'єктивність оцінки, неможливість дослідження внутрішніх дефектів.

Інструментальні методи

Переваги: висока точність, можливість дослідження внутрішніх дефектів.

Недоліки: потреба у спеціалізованому обладнанні, вищі витрати.

Застосування цих методів дозволяє забезпечити безпеку експлуатації будівель, своєчасно виявляти та усувати дефекти, а також продовжувати термін служби конструкцій.

1.5 Типові дефекти і пошкодження будівельних конструкцій

Будівельні конструкції з часом можуть зазнавати різноманітних дефектів і пошкоджень через вплив зовнішніх факторів, помилки у проектуванні, будівництві чи експлуатації. Розглянемо основні типи дефектів, причини їх виникнення та наслідки.

Конструктивні дефекти – недоліки в проектуванні (недостатня міцність чи жорсткість конструкції), неправильний вибір матеріалів або їх властивостей.

Технологічні дефекти – помилки під час будівництва (наприклад, недостатня товщина шарів, погано виконані шви), відхилення від проектною документації.

Експлуатаційні дефекти – невідповідне використання об'єкта, несвоєчасний ремонт або обслуговування.

Дефекти, викликані зовнішніми факторами – кліматичні впливи (температурні коливання, волога, агресивні середовища), механічні пошкодження (удари, перенавантаження).

Основні типи дефектів та їхні причини подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні типи дефектів та їхні причини

Типи дефектів	Причини	Наслідки
Тріщини	Неоднорідність основи або її осідання. Перевищення проектного навантаження. Температурно-вологісні деформації	Зниження міцності та довговічності конструкції. Порушення герметичності
Корозія металевих конструкцій	Контакт із вологою чи агресивними середовищами. Низька якість захисного покриття або його відсутність	Зменшення перерізу металу, що призводить до погіршення несучої здатності
Деформації та прогини	Недостатня жорсткість конструкції. Підвищене навантаження	Втрата стабільності конструкції. Можливий обвал
Усадкові явища	Неправильна технологія укладання бетонної суміші. Висихання бетону без належного догляду	Утворення дрібних тріщин, що можуть прогресувати
Вицвітання та утворення плям	Проникнення вологи, яка виносить солі на поверхню	Погіршення естетичного вигляду. Руйнування поверхні матеріалу
Відшарування або руйнування захисних шарів	Порушення технології нанесення захисного шару. Агресивні зовнішні впливи (ультрафіолет, мороз)	Підвищення ризику корозії чи руйнування основного матеріалу

Причини, які викликають пошкодження будівель:

- вплив зовнішніх природних та штучних факторів;
- вплив внутрішніх факторів, які обумовлені експлуатацією інженерних комунікацій;
- виявлення помилок, які зроблені під час вишукування, проєктування і зведення будівлі;
- порушення правил експлуатації.

За ступенем руйнування і значущістю наслідків виокремлюють три

категорії пошкоджень:

- I категорія – пошкодження аварійного характеру, які викликані впливом різних факторів;
- II категорія – пошкодження основних елементів не аварійного характеру, які можна усунути у разі капітального ремонту або реконструкції;
- III категорія – пошкодження другорядних елементів, які усуваються під час поточного ремонту.

Профілактика дефектів може здійснюватися на етапі проектування (використання якісних матеріалів із відповідними характеристиками, правильне визначення навантажень і умов експлуатації), під час будівництва (дотримання технологій будівництва; контроль якості матеріалів і виконання робіт) та на етапі експлуатації (регулярні огляди та профілактичний ремонт; захист конструкцій від впливу агресивного середовища (гідроізоляція, антикорозійні покриття)).

Дефекти і пошкодження будівельних конструкцій є важливою проблемою, яка впливає на безпечність і довговічність будівель. Регулярний контроль, належне обслуговування та своєчасне усунення пошкоджень допомагають зменшити ризик аварійних ситуацій і продовжити термін служби споруд.

1.6 Оцінка залишкової несучої здатності конструкцій

Оцінка залишкової несучої здатності конструкцій (ЗНЗК) – це процес визначення здатності будівельних конструкцій виконувати свої функції за умов експлуатаційних навантажень, з урахуванням впливу дефектів, пошкоджень, старіння матеріалів і змін у проектних умовах. Така оцінка є ключовою для забезпечення безпеки будівель та споруд, а також для ухвалення рішень щодо їх подальшої експлуатації, ремонту чи реконструкції.

Метою оцінки ЗНЗК є оцінка залишкової несучої здатності конструкцій необхідна для забезпечення надійності та безпеки об'єкта, визначення ступеня

спрацьованості та залишкових ресурсів конструкцій, планування ремонтних чи реконструкційних робіт, розрахунків доцільності подальшої експлуатації будівлі чи споруди, оцінки відповідності конструкцій сучасним нормам і стандартам.

Основні фактори, що впливають на залишкову несучу здатність:

- фізичне старіння матеріалів (зниження міцності бетону, металу, деревини чи інших матеріалів через природну спрацьованість);
- дефекти та пошкодження (тріщини, розшарування, корозія, відшарування захисного шару, осідання конструкцій);
- перевантаження (постійні або тимчасові навантаження, які перевищують розрахункові значення);
- вплив зовнішніх умов (агресивні середовища (хімічні, вологісні), температурні перепади, сейсмічна активність);
- експлуатаційні умови (порушення технологій обслуговування чи невідповідність умов експлуатації проєктним рішенням).

Критеріями оцінки залишкової несучої здатності є:

- міцність (здатність конструкції витримувати розрахункові навантаження);
- жорсткість (відсутність надмірних прогинів чи деформацій);
- стійкість (можливість конструкції зберігати рівноважний стан);
- довговічність (тривалість безпечної експлуатації);
- експлуатаційна придатність (відповідність сучасним нормам і вимогам).

1.7 Техніка безпеки під час обстеження будівель

Для забезпечення безпеки під час проведення діагностики будівель і споруд необхідно дотримуватися таких вимог:

- заздалегідь попередити відповідні органи про проведення робіт;
- проводити діагностику тільки за наявності належної кваліфікації, знань і досвіду;
- перед початком робіт необхідно оцінити ризики, визначити можливі

небезпечні фактори та захистити працівників від них;

- забезпечити безпеку під час виконання робіт у зоні впливу електромагнітних полів, а також під час роботи з електроприладами і електроінструментами;

- забезпечити безпеку під час виконання робіт на висоті, у котлованах, а також під час роботи з будівельними конструкціями, що можуть обвалюватися або падати;

- використовувати захисні засоби і пристрої, які зменшують ризик виникнення небезпеки;

- керуватися інструкціями з техніки безпеки та дотримуватися правил техніки безпеки, що стосуються проведення певного виду робіт;

- надавати необхідну медичну допомогу за необхідності.

Дотримання цих вимог допоможе забезпечити безпеку під час проведення діагностики будівель і споруд, запобігти небажаним наслідкам і зберегти здоров'я працівників.

1.8 Забезпеченість обстеження приладами та інструментами

Для визначення геометричних характеристик конструкцій застосовуються різноманітні лазерні прилади, такі як лазерні нівеліри, лазерні теодоліти, лазерні дальноміри тощо. Із їхньою допомогою можна визначити довжини, відстані, кути нахилу, висоту, рівність поверхонь, заміри прогинів, величину деформацій і переміщень.

Для виявлення дефектів у матеріалах конструкцій використовуються прилади дефектоскопії, які дозволяють виявити наявність тріщин, домішок, корозійних пошкоджень, деформацій тощо. До таких приладів належать магнітні дефектоскопи, ультразвукові дефектоскопи, рентгенівські дефектоскопи, термографи.

Також у процесі діагностики використовуються прилади для вимірювання рівня вібрацій, звуку, освітленості, температури та інших параметрів, які можуть впливати на стан конструкцій і споруд.

Важливим етапом діагностики є лабораторне дослідження зразків матеріалів, з яких виготовлені конструкції. Для цього застосовуються спеціальні прилади, які дозволяють визначити фізико-механічні та фізико-хімічні властивості матеріалів.

Під час вибору приладів для діагностики технічного стану конструкцій необхідно керуватися їхньою точністю, надійністю та можливостями застосування в конкретних умовах. Також необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки та забезпечувати належне зберігання та обслуговування приладів.

Для визначення характеристик міцності та деформативних властивостей матеріалів, з яких створені споруди та конструкції, використовуються різноманітні прилади. Найбільш достовірні дані можуть бути отримані шляхом прямих випробувань зразків матеріалів, вибірково вилучених із конструкцій. Проте вилучення дослідних зразків із конструкцій може бути проблемою, тому під час обстеження існуючих конструкцій надають перевагу неруйнівним методам випробувань.

Для вимірювання динамічних характеристик використовуються різні механічні та електричні прилади, такі як вібрмарки, індикатори годинникового типу, тензорезистори та осцилографи.

Під час проведення дефектоскопії будівельних конструкцій та матеріалів залучають прилади, які використовуються для визначення міцності бетону за фізичними методами (рис. 1). Для вимірювання ширини розкриття тріщин використовуються мікроскопи типу МПБ-2 та МИР-2.

Фізико-хімічні параметри, які характеризують властивості матеріалів і визначають їхню стійкість до хімічної агресії, температурних та вологих впливів, вимірюються із використанням спеціальних приладів та обладнання за допомогою випробування зразків матеріалів, що вилучені з конструкції в лабораторних умовах.

Під час обстеження може виникнути необхідність випробування існуючих конструкцій для визначення їхньої жорсткості та несучої здатності.

Для цього використовуються традиційна апаратура та пристрої, які застосовуються для проведення статичних та динамічних випробувань будівельних конструкцій будівель та споруд.

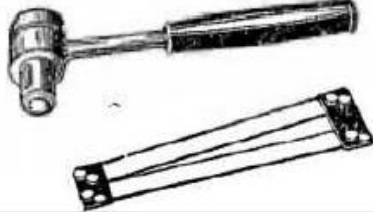
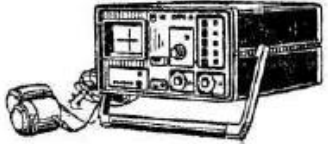







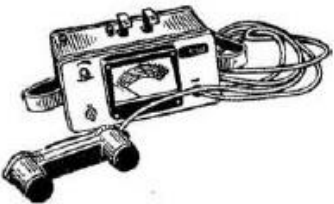
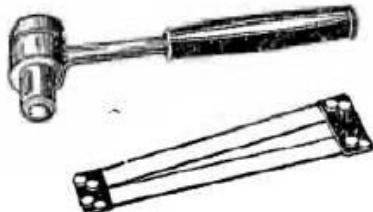
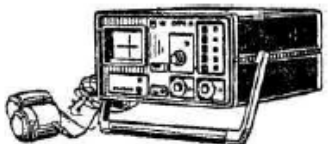







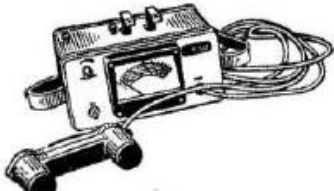
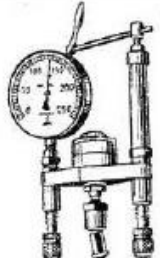



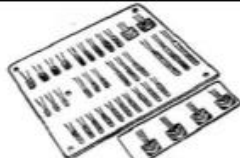

Назва приладу	Ескіз	Назва приладу	Ескіз
Еталонний молоток Кашкарова з кутовим масштабом		Ультразвуковий прилад УК-10ПМ	
Прилад типу КМ		Індикатор часового типу	
Склерометр Шмідта		Віброграф ВР-1	
Молоток Физделя		Мікроскоп типу МПБ-2	
Прилад типу ПМ		Прилад типу ИЗС-2	
Еталонний молоток Кашкарова з кутовим масштабом		Ультразвуковий прилад УК-10ПМ	
Прилад типу КМ		Індикатор часового типу	

Рисунок 1 – Прилади для визначення деформативно-міцнісних характеристик матеріалів і конструкцій

Назва приладу	Ескіз	Назва приладу	Ескіз
Склерометр Шмідта		Віброграф ВР-1	
Молоток Физделя		Мікроскоп типу МПБ-2	
Прилад типу ПМ		Прилад типу ИЗС-2	
Гідравлічний прес-насос ГПНВ-5		Прогиномір типу ПМ-3 Конструкції Н.Н. Максимова	
Тензометри Гугенбергера		Вимірювач деформацій типу АИД	
Тензорезистори для вимірювання деформацій		Те саме, типу ЦТМ-5	

Продовження рисунка 1

Застосовують різні прилади для вимірювання зусиль, що передаються на конструкції за допомогою домкратів, лебідок, талей тощо, такі як гідравлічні та

пружинні динамометри переміщень (деформацій), прогиноміри, компаратори, індикатори годинникового типу, тензометри (включно із тензографами Гугенбергера, Н. Н. Аїстова), та електричні тензометри з використанням різних типів тензорезисторів, таких як ТЦМ, ІДС, та осцилографи. Крім того, клінометри використовуються для вимірювання прогинів та кутів повороту конструкцій, а геодезичні прилади – для вимірювання переміщень конструкції в цілому та її вузлів. Прилади для вимірювання зусиль, що передаються на конструкції, дозволяють визначити їх прогини та кути повороту, а також переміщення конструкції в цілому та її вузлів.

1.9 Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій

Основним документом, регламентуючим методику обстеження, є «Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів» затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 28.04.2022 року № 65. Обстеження пошкоджених об'єктів проводиться відповідно до Порядку проведення обстеження впроваджених в експлуатацію об'єктів будівництва, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року № 257.

Роботи з проведення обстеження повинні забезпечуватись замовником, який має залучати фахівців з відповідною кваліфікацією. Інші фахівці відповідної кваліфікації можуть бути залучені до проведення обстеження за потреби.

Роботи з фінансування обстеження повинні здійснюватись за рахунок фізичних або юридичних осіб, коштів державного та/або місцевих бюджетів, а також інших коштів у порядку, визначеному законодавством.

Основні етапи проведення обстеження містять підготовку до проведення обстеження, попереднє та/або основне (детальне) обстеження та складення

звіту про результати обстеження із рекомендаціями щодо подальшої експлуатації. Кількість етапів та обсяг робіт, що виконуються за кожним із етапів обстеження, визначається технічним завданням залежно від мети та задач обстеження.

Під час виконання робіт з обстеження пошкоджених об'єктів необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки та охорони праці відповідно до законодавства. У разі виявлення небезпечних предметів, вибухових пристроїв, останків загиблих, запаху газу або інших характерних запахів, пробою електричного струму тощо роботу потрібно негайно припинити та невідкладно повідомити територіальні органи ДСНС та правоохоронні органи.

Оцінювання технічного стану конструкцій та об'єкта в цілому необхідно виконувати відповідно до розділу 5 ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану (далі – ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016). Водночас необхідно брати до уваги наявні аварійні пошкодження, а також інші дефекти та пошкодження, що утворились під час виготовлення, транспортування, монтажу, зведення та експлуатації та можуть погіршувати експлуатаційні показники будівельних конструкцій та елементів інженерних систем об'єкта (з урахуванням класифікаційних ознак технічного стану конструкцій згідно із додатком В ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016, а для сталевих конструкцій – ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються).

З метою врахування галузевої специфіки споруд інженерно-транспортної інфраструктури необхідно враховувати положення нормативно-правових актів, а також будівельних норм та національних стандартів у відповідній сфері, зокрема: ДСТУ 8954:2019 Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу, ДСТУ 8745:2017 Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу, ДСТУ 8746:2017 Методи вимірювання зчипних властивостей поверхні дорожнього покриття, ДСТУ Б В.2.3-42:2016 Автомобільні дороги. Методи визначення деформаційних характеристик земляного полотна та дорожнього одягу – під час обстеження автомобільних доріг; ДБН В.2.3-6:2009

Мости та труби. Обстеження і випробування, ДСТУ 9123:2021 Настанова з обстеження та випробування мостів і труб, ДСТУ 8748:2017 Настанова щодо проведення динамічних випробувань автодорожніх мостів, ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів – під час обстеження мостів.

1.10 Поняття та категорії технічного стану конструкцій

Технічний стан будівлі (споруди) – сукупність якісних і кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність будівлі та його частин порівняно з їхнім гранично допустимим значенням. Технічний стан характеризується у певний момент часу, за певних умов зовнішнього середовища значеннями параметрів (показників експлуатаційної придатності), встановлених на цей об'єкт. Рівень придатності технічного стану окремих конструкцій та об'єкта в цілому для надійного й безпечного використання за призначенням визначають через ступінь їх відповідності нормативним вимогам з експлуатаційної придатності. Співвідношення фактичних експлуатаційних характеристик, отриманих за результатами обстеження, з проєктними та нормативними вимогами, з урахуванням граничних станів конструкцій та/або основ, характеризують ступінь придатності конструкцій, який оцінюється показником «категорія технічного стану». Досвід експлуатації будівель і інженерних споруд свідчить, що якісні характеристики з часом погіршуються, а тому їхній технічний стан в часі не є сталим, а постійно змінюється і може досягти того, що конструкції чи будівлі перестануть виконувати свої проєктні функції.

Технічний стан конструкцій визначається шляхом комплексного аналізу дефектів та пошкоджень, а також за результатами перевірочних розрахунків. Згідно із нормативними документами за несучою здатністю та експлуатаційними характеристиками конструкції будівель та інженерних споруд належать до однієї з чотирьох категорій технічного стану:

1. *Нормальний* – I категорія. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих за розрахунками. Немає дефектів та пошкоджень, які перешкоджають нормальній експлуатації або погіршують несучу здатність чи довговічність.

2. *Задовільний* – II категорія. За несучою здатністю та умовами експлуатації відповідають I категорії. Наявні часткові відхилення від умов проекту, дефекти та пошкодження, які можуть зменшити довговічність конструкції або частково порушити вимоги другої групи граничних станів, що за конкретних умов експлуатації не обмежує використання об'єкта за призначенням. Потрібні заходи щодо захисту конструкції та дотримання встановлених вимог її використання.

3. *Не придатний до нормальної експлуатації* – III категорія. Конструкція перевантажена або мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про погіршення несучої здатності. Але на основі перевірочних розрахунків та аналізу пошкоджень можливо забезпечити її цілісність на час підсилення. Необхідно виконати ремонт, підсилення або заміну конструкції, а до завершення цих заходів використовувати об'єкт за програмою обмеженого режиму експлуатації, розробленою з урахуванням поточного технічного стану, контролюючи стан конструкції, навантаження і впливи.

4. *Аварійний* – IV категорія. Порушені вимоги першої групи граничних станів, або неможливість запобігти цим порушенням. На основі перевірочних розрахунків та аналізу дефектів і пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкції на період підсилення, особливо коли можливий «крихкий» характер руйнування. Необхідно терміново вивести людей із зони можливого обвалення та/або вжити заходів, які унеможливають таке обвалення до проведення ремонту, підсилення, заміни конструкції або до ліквідації об'єкта.

Згідно із ДБН В.1.2-14-2009 залежно від наслідків, які можуть бути викликані відмовою, встановлено категорії відповідальності конструкцій та їхніх елементів:

– А – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до повної непридатності до експлуатації будівлі (споруди) в цілому або значної її частини;

– Б – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі (споруди) або до руйнування інших конструкцій, які не належать до категорії А;

– В – конструкції, відмова яких не призводять до порушення функціонування інших конструкцій або їхніх елементів.

У складі категорії А можуть виокремлюватися конструкції категорії А1 (головні несучі конструкції), стійкість яких рятує будівлю або споруду від повного руйнування у разі аварійних впливів, навіть якщо її подальше використання за призначенням стане неможливим без капітального ремонту. До категорії А1 належать конструктивні елементи, відмова яких може стати безпосередньою причиною аварійної ситуації з безпосередньою загрозою для людей або довкілля.

На сьогодні ще немає однозначного загальноприйнятого підходу до визначення кількості технічних станів і їхньої назви, а також критеріїв належності конструкцій і будівель до одного із них. Наприклад, у ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації передбачено визначати чотири технічні стани, але з іншими назвами: *справний; роботоспроможний; обмежено працездатний; аварійний*. Раніше у [10] передбачалося тільки три групи технічних станів: роботоспроможний, обмежено працездатний та аварійний.

У науковій літературі на підставі аналізу сучасних положень про оцінювання технічного стану пропонується обрати три технічні стани конструкцій будівель і споруд за такими критеріями (Клименко Є. В.):

– І – задовільний: у конструкціях, які можуть належати до цього стану, показники експлуатаційної придатності відповідають вимогам їхнього розрахунку за граничними станами першої і другої груп;

– II – не придатний до нормальної експлуатації: окремі показники експлуатаційної придатності перевищують показники за розрахунками їх за другою групою граничних станів, але показники для розрахунків за першою групою граничних станів знаходяться у допустимих межах;

– III – аварійний: фактичні показники розрахунків за граничними станами першої групи перевищують граничні значення, але показники для розрахунків за другою групою граничних станів можуть перевищувати або не перевищувати граничні значення.

Всі показники технічного стану конструкцій, будівель і споруд встановлюються на стадії проектування і складають комплекс показників експлуатаційної придатності (ПЕП), який утворює область якості об'єкта.

Область якості можна подати у вигляді n -мірного простору, векторами якого є показники експлуатаційної придатності. Оскільки конструкції розраховуються за двома групами граничних станів (за придатністю до експлуатації та за придатністю до нормальної експлуатації), то і показники експлуатаційної придатності також поділяють на дві групи: перша група ПЕП і друга група ПЕП відповідно (рис. 2).

Області якості конструкцій A і B відповідають вимогам їхніх розрахунків відповідно за першою та другою групою граничних станів.

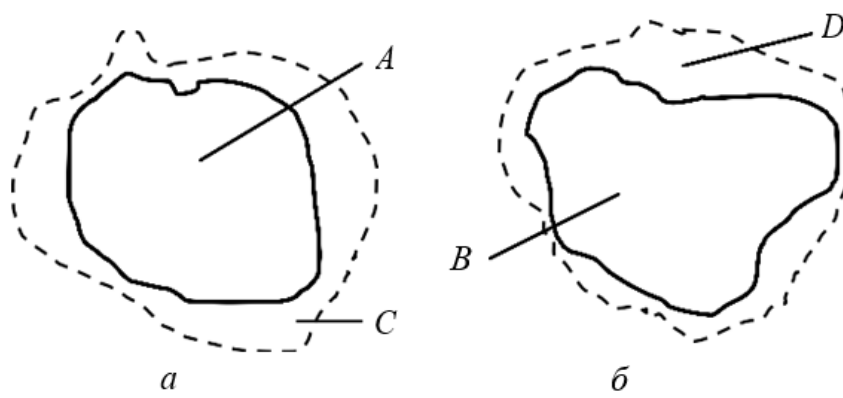


Рисунок 2 – Групи показників експлуатаційної придатності:

а – за першою групою ПЕП; б – за другою групою ПЕП

Стосовно будівель і споруд, то до області *A* належать показники експлуатаційної придатності, перевищення яких призводить до повної непридатності до експлуатації, а до області *B* належать показники, перевищення яких ускладнює нормальну експлуатацію або зменшує довговічність будівель порівняно з терміном експлуатації, який передбачався технічною документацією.

Області *C* і *D* утворюються сукупністю радіусів – векторів, які відображають окремі показники експлуатаційної придатності в будь-який час, визначені відповідно за першою і другою групою граничних станів. Оскільки в процесі експлуатації радіуси-вектори областей *C* і *D* мають змінний характер і зазвичай через різні причини (пошкодження, фізичну спрацьованість тощо) вони зменшуються, то межі цих областей наближаються до меж областей *A* і *B*.

Перетинання межею області *D* межі області *B* свідчать про те, що окремі конструкції чи будівлі і споруди в цілому не можуть у подальшому нормально експлуатуватися, тобто вони непридатні до нормальної експлуатації (технічний стан II). Якщо межа області *C* буде перетинати межу області *A*, конструкції чи будівлі і споруди в цілому будуть знаходитися в аварійному стані (технічний стан III). З огляду на це області *A* і *B* характеризуються задовільним технічним станом будівель і споруд (технічний стан I), тобто всі показники експлуатаційної придатності відповідають технічній документації.

1.11 Види технічних оглядів конструкцій будівель та інженерних споруд

Контроль технічного стану будівель і споруд здійснюється шляхом впровадження системи їх технічного огляду, яка містить проведення планових (які відомі заздалегідь і здійснюються відповідно до встановленої періодичності) та позапланових оглядів. Технічні огляди будівель і споруд дають можливість своєчасно виявити несправності їх конструктивних

елементів, дефекти і пошкодження в них, причини їх появи, а також визначити обсяги робіт з поточного та капітального ремонту.

Планові огляди оцінюють поточний технічний стан об'єкта, встановлюють можливість його подальшої безаварійної експлуатації, або необхідність відновлення експлуатаційних властивостей. Планові огляди бувають загальні та профілактичні. Загальні огляди проводять на підставі наказу з періодичністю два рази на рік, зазвичай навесні і восени, з метою визначення обсягів робіт з підготовки будівель та споруд до експлуатації та встановлення їхнього технічного стану перед капітальними або поточними ремонтами. Профілактичні огляди є складовою технічного обслуговування будівель і споруд й полягають у виявленні та усуненні несправностей конструктивних елементів, встановленні їхніх причин, запобіганні порушенням санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях, а також перевірці, налагодженні та регулюванні окремих видів технічних пристроїв з метою забезпечення їх безперервної роботи. Терміни планового обстеження для об'єктів, що перебувають у типових для цієї галузі умовах експлуатації, обираються згідно з таблицею 2.

Таблиця 2 – Орієнтовані терміни планового обстеження об'єктів

Вид об'єкта	T _Б , роки
Житлові та громадські будівлі	6–7
Виробничі та допоміжні, складські будівлі	5–6
Сільськогосподарські, резервуари для води, теплиці	4–5
Мобільні збірно-розбірні будівлі, контейнерні	3–4
Мости, греблі, тунелі	5–6
Бункери, приміщення для силосу, башти, щогли, димові труби	3–4
Резервуари для нафтопродуктів	3–4
Резервуари для хімічної промисловості	2–3

Визначена за таблицею 2 усереднена величина T_b може бути скоригована з огляду на конструктивні особливості конкретного об'єкта, його поточний технічний стан, властивості та стан основ, досвід експлуатації подібних об'єктів та інші фактори, що впливають на його надійність та довговічність.

Позапланові огляди будівель та інженерних споруд необхідно проводити за виявленої потреби у відновленні експлуатаційних властивостей або пристосуванні їх до зміни умов використання:

- після екстремальних явищ стихійного або техногенного характеру;
- якщо виявлено, що технічний стан об'єкта погіршився до рівня, який не відповідає вимогам експлуатаційної придатності;
- у разі виникнення або прогнозуванні змін в умовах експлуатації об'єкта, які змінюють проектні навантаження, впливи, інженерно-геологічну, гідрогеологічну або іншу ситуацію чи конструктивну систему об'єкта;
- у разі консервації, розконсервації або ліквідації об'єкта.

Сезонний технічний огляд проводиться зазвичай двічі на рік – навесні та восени. Основною метою є оцінка впливу сезонних факторів (відлиг, опадів, замерзань) на елементи будівлі, особливо на дах, водовідведення, фасади.

Поглиблений технічний огляд проводиться у випадках, коли потрібно отримати детальну інформацію про технічний стан конструкцій (наприклад, для розробки проекту реконструкції або капітального ремонту). Він містить інструментальні обстеження, випробування матеріалів, лабораторний аналіз тощо.

Експертне обстеження проводиться спеціалізованими організаціями (експертами), часто в рамках судових розглядів, страхових випадків або для підтвердження технічного стану перед продажем/здачею в оренду. Результатом є експертний висновок, що має юридичну силу.

У нормативних документах також використовуються терміни візуальне обстеження (без демонтажу або руйнівних методів) та інструментальне обстеження (з використанням приладів, зондажу, руйнівних/неруйнівних методів).

2 РЕМОНТ І РЕКОНСТРУКЦІЯ БУДІВЕЛЬ

2.1 Поняття ремонту і реконструкції будівель

Реконструкція будівель і інженерних споруд – комплекс ремонтно-будівельних робіт, які пов'язані із перебудовою будівлі чи споруди в цілому з метою підвищення її комфортності, місткості тощо. Реконструкція також пропонує розробку окремих частин споруд і будівництво нових.

Реконструкція будівель – це процес, який оцінює стан будівлі і виконує комплекс ремонтно-будівельних робіт, які спрямовані на перебудову чи відновлення окремих конструктивів або всієї будівлі з метою удосконалення або зміни її функціонального призначення та продовження строку її експлуатації.

Відтворення будівель передбачає відновлення початкових міцносних, технічних, архітектурних та інших властивостей окремих конструкцій, конструктивів і будівлі цілому.

Ремонт існуючої будівлі – це будівельні заходи щодо відновлення необхідного технічного стану конструкцій будівлі.

Поточний ремонт – комплекс ремонтно-будівельних робіт, які підтримують експлуатаційні якості будівлі шляхом нааштування систем, відновлення захисних покриттів, усунення невеликих пошкоджень.

Капітальний ремонт – комплекс ремонтно-відновлювальних робіт з цілеспрямованим покращенням експлуатаційних показників і підвищення надійності елементів будівель і споруд. Капітальний ремонт може бути вибіркоким або комплексним.

Завдання реконструкції і ремонту – покращити експлуатаційні властивості будівлі, підвищити ступінь надійності, комфорту.

Мета ремонту цивільних будівель полягає в перебудові для того, щоб покращити планувальні рішення, підвищити рівень благоустрою і комфорту в приміщеннях різного призначення.

Напрямами реконструкції будівель і споруд є зміна функціонального

призначення будівель, удосконалення планувальних рішень і прибудова, вбудова чи надбудова елементів будівель. Окрім того, виконується частина робіт щодо відновлення фізичної та моральної спрацьованості будівлі чи її окремих конструкцій.

Візуальний аналіз будь якого міста України вказує на те, що перші поверхи будівель різного призначення перелаштовуються під приміщення сфери обслуговування. Зміна функціонального призначення будівель передбачає комплекс робіт із розбирання і руйнування конструкцій, їх посилення чи заміни, а також улаштування нових конструкцій чи конструктивів. Напрямок реконструкції, який передбачає тільки перепланування приміщень зазвичай передбачає комплекс робіт у невеликих об'ємах. Наприклад, це розбирання і улаштування нових переділок чи внутрішніх стін, посилення перекриття, заміна чи ремонт підлоги та інженерних комунікацій, оброблювальні роботи.

Прибудова, вбудова і надбудова будівель також виконується доволі часто, і в кожному конкретному випадку містить різні комплекси ремонтних і будівельно-монтажних робіт.

Прибудова до будівлі поряд з іншими роботами нового будівництва поєднується з улаштуванням з'єднувальних елементів – деформаційних швів; улаштуванням отворів для переходів – дверей, воріт; улаштуванням ніш, гнізд для спирання несучих конструкцій.

Вбудова будівель чи приміщень вимагає виконання великого комплексу робіт щодо посилення чи заміни існуючих будівельних конструкцій і повного комплексу робіт із заміни підлоги, інженерних комунікацій, оброблювальних робіт.

Надбудова будівель під час реконструкції вимагає великої кількості робіт щодо посилення ґрунтів основ, фундаментів, несучих стін, розбирання конструкцій даху, заміні перекриття, інженерних мереж тощо.

Роботи зі зменшення фізичної спрацьованості будівельних конструкцій у практиці реконструкції насамперед передбачають посилення і ремонт, інколи

заміну окремих конструкцій, найчастіше – посилення балконів, простінків, карнизних і парапетних елементів, деталей декору. Зменшення ступеню моральної спрацьованості, як і фізичної, є основою будь-якого із напрямів реконструкції.

2.2 Характерні ознаки та класифікація реконструкції

Реконструкція охоплює всі роботи, спрямовані на зміну фізичних параметрів будівлі або її функціонального призначення. Головна мета реконструкції – забезпечення відповідності сучасним нормам, стандартам та вимогам до будівель, а також продовження терміну їх експлуатації.

Основними характеристиками реконструкції є:

- вдосконалення конструкцій, систем і технологій без знесення будівлі;
- зміна конфігурації, об'ємно-планувального рішення чи призначення будівлі;
- підвищення надійності, безпеки й естетичних характеристик споруди.

Реконструкція відрізняється від капітального ремонту. Якщо ремонт зосереджується на підтриманні початкового стану об'єкта, то реконструкція змінює його властивості або призначення.

Реконструкцію класифікують за кількома критеріями:

- *за масштабом робіт*: у разі повної реконструкції здійснюється комплексна заміна або вдосконалення всіх елементів будівлі (перебудова промислового цеху в бізнес-центр); часткова реконструкція – це зміни в окремих елементах або частинах споруди (добудова поверху або перепланування кімнат);

- *за функціональним призначенням*: функціональна реконструкція – це зміна або адаптація будівлі під нове призначення: наприклад, реконструкція складського приміщення у торговий центр; технічна реконструкція спрямована на покращення технічних характеристик конструкцій і матеріалів, наприклад, посилення фундаменту або заміну покрівлі; економічна реконструкція

пов'язана зі зменшенням витрат на експлуатацію будівлі, наприклад, утеплення фасаду для підвищення енергоефективності;

– *за видом конструктивних змін:* із добудовою: збільшення площі чи об'єму споруди шляхом надбудови або прибудови, наприклад, створення мансардного поверху; без добудови (роботи проводяться в межах існуючих об'ємів споруди, наприклад, зміцнення стін або перепланування приміщень); реконструкція із частковим знесенням, під час якої видаляється частина конструкцій, які втратили несучу здатність або є застарілими, наприклад, демонтаж аварійного крила будівлі;

– *за об'єктом реконструкції:* житлові будівлі (покращення умов проживання або зміна призначення, наприклад, на офіс); громадські будівлі (реконструкція шкіл, лікарень, театрів для відповідності сучасним стандартам); промислові споруди (відновлення або адаптація для нових виробничих процесів); інженерні споруди (реконструкція мостів, тунелів, шляхопроводів);

– *за архітектурною цінністю:* реконструкція сучасних будівель (орієнтована на покращення функціональності без врахування історичних особливостей); реставрація історичних об'єктів (збереження і відновлення архітектурного вигляду з мінімальними змінами конструктивних рішень);

– *за способом виконання:* реконструкція з модернізацією (використання сучасних матеріалів та технологій); консерваційна реконструкція (утримання об'єкта в існуючому стані для збереження його подальшої цінності); реконструкція зі зміцненням (посилення фундаментів, стін або інших конструктивних елементів).

2.3 Переваги й недоліки реконструкції

Перевагами реконструкції є економія ресурсів порівняно з новим будівництвом, збереження об'єкта (особливо важливо для історичних споруд), підвищення функціональності та адаптація до сучасних вимог та зменшення негативного впливу на довкілля.

Недоліками реконструкції є можливість прихованих дефектів, які важко виявити під час проектування, високі витрати на посилення конструкцій або інженерних систем та обмеження, пов'язані з архітектурною чи історичною цінністю об'єкта.

Реконструкція будівельних конструкцій є ефективним методом продовження експлуатаційного терміну будівель та адаптації їх до сучасних потреб. Завдяки широкому спектру методів і підходів реконструкція дозволяє зберігати історичну цінність об'єктів, модернізувати інженерні системи та вдосконалювати функціональність споруд, забезпечуючи їхню відповідність сучасним стандартам і нормам.

2.4 Аспекти реконструкції

Реконструкція будівель і споруд є складним процесом, який враховує три основні аспекти: архітектурний, конструктивний і технологічний. Ці аспекти взаємопов'язані й спрямовані на досягнення основної мети реконструкції – продовження терміну служби будівлі, покращення її функціональності, безпеки та відповідності сучасним вимогам.

2.4.1 Архітектурні аспекти реконструкції

Архітектурний аспект реконструкції зосереджений на збереженні або покращенні зовнішнього вигляду, естетичних характеристик і функціонального призначення об'єкта. Основні завдання архітектурного аспекту:

- відповідність містобудівним вимогам (інтеграція будівлі у навколишнє середовище; відповідність об'єкта генеральному плану міста чи району);
- збереження архітектурної ідентичності (збереження фасадів, стилістики та інших елементів, що мають історичну або культурну цінність);
- функціональна адаптація (зміна внутрішнього планування для відповідності новим потребам: наприклад, перетворення житлового будинку на офісний центр);

– естетичні рішення (використання сучасних матеріалів для покращення зовнішнього вигляду та вдосконалення ландшафтного дизайну прилеглої території).

Прикладами архітектурних рішень є реставрація історичних фасадів із використанням традиційних матеріалів, добудова сучасних елементів (скляні фасади, тераси) без порушення загальної стилістики, утеплення та обшивка фасадів зі збереженням декоративних елементів.

2.4.2 Конструктивні аспекти реконструкції

Конструктивний аспект реконструкції спрямований на забезпечення міцності, стійкості й довговічності будівлі шляхом аналізу, посилення або заміни окремих елементів конструкції. Основними завданнями конструктивного аспекту є:

- оцінка технічного стану конструкцій (виявлення дефектів, спрацьованості, пошкоджень, тріщин або корозії);
- посилення несучих елементів (зміцнення фундаментів, колон, балок, перекриттів, використання сучасних матеріалів, таких як композитні матеріали або високоякісна сталь);
- зміна конструктивної схеми (у разі зміни функціонального призначення будівлі або підвищення навантаження);
- покращення захисних властивостей конструкцій (застосування антикорозійних покриттів, гідроізоляції, вогнезахисних матеріалів);
- інтеграція нових конструкцій (додавання нових поверхів, прибудов, ліфтів, сходів або міжповерхових перекриттів).

Методи конструктивної реконструкції:

- ін'єкування: зміцнення тріщин і пустот у бетонах за допомогою спеціальних розчинів;
- заміна конструктивних елементів: демонтаж пошкоджених елементів із заміною на нові;

– каркасна добудова: створення додаткових каркасів для підтримки нових поверхів або надбудов.

2.4.3 Технологічні аспекти реконструкції

Технологічний аспект містить використання сучасних методів, матеріалів і технічних рішень для досягнення максимального ефекту реконструкції. Основні завдання технологічного аспекту:

– вибір оптимальної технології реконструкції (неруйнівні методи обстеження, ультразвуковий контроль, лазерне сканування), моделювання конструкцій у програмному забезпеченні (BIM, SAP2000, LIRA);

– забезпечення технологічної сумісності (використання матеріалів, які сумісні зі старими конструкціями);

– енергоефективність (утеплення будівлі, заміна вікон, встановлення енергоощадних інженерних систем);

– автоматизація і модернізація інженерних систем (установлення сучасних систем вентиляції, опалення, кондиціонування, автоматизованих систем пожежної безпеки);

– організація будівельного процесу (поетапне виконання робіт, щоб мінімізувати вплив на оточення, використання сучасної техніки для демонтажу та монтажу конструкцій).

Реконструкція будівель і споруд є багатограним процесом, що враховує архітектурні, конструктивні та технологічні аспекти. Гармонійне поєднання цих трьох напрямів забезпечує збереження історичної цінності, підвищення функціональності, довговічності й естетичної привабливості об'єкта. Використання сучасних технологій, матеріалів та інструментів дозволяє реалізовувати проекти реконструкції на високому рівні, відповідаючи сучасним вимогам та викликам.

2.5 Причини ремонту і реконструкції

Класифікація за ознаками:

1) до першої групи причин ремонту і реконструкції належать: погіршення фізичного стану окремих конструкцій і будівлі в цілому; термін експлуатації будівлі; будівельні матеріали, із яких виконані окремі конструкції і конструктиви, умови експлуатації тощо;

2) до другої групи причин ремонту і реконструкції належать обставини, які дають підставу змінити функціональне призначення будівлі або пристосувати її до сучасних умов, комфорту, естетики чи експлуатаційної доцільності.

2.6 Фізична і моральна спрацьованість

Будівлі і споруди, їх конструктивні елементи, інженерне обладнання і внутрішня обробка в процесі експлуатації спрацьовуються фізично і морально.

Під *фізичною спрацьованістю* конструкції, елемента, і будівлі в цілому необхідно розуміти втрату ними первинних техніко-експлуатаційних властивостей в результаті впливу природно-кlimатичних факторів і життєдіяльності людини. Фізична спрацьованість на момент її оцінки виражається відношенням вартості ремонтних робіт, які об'єктивно необхідні для усунення пошкоджень конструкції, елемента, системи чи будівлі в цілому та їх відновленої вартості.

Фізичну спрацьованість конструкцій, елемента чи системи, які мають різний ступінь спрацьовування окремих ділянок, визначають за такою формулою:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Phi_i P_i}{P_k}, \quad (1)$$

де Φ_k – фізична спрацьованість конструкцій, елемента, системи, %;

Φ_i – фізична спрацьованість ділянки конструкції;

P_i – розміри пошкодженої ділянки, m^2, m ;

P_k – розмір всієї конструкції, m^2, m ;

n – кількість пошкоджених ділянок.

Фізичну спрацьованість будівлі визначають за такою формулою:

$$\Phi_3 = i = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} L_i, \quad (2)$$

де Φ_3 – фізична спрацьованість будівлі, %;

Φ_{ki} – фізична спрацьованість окремої конструкції елемента чи системи, %.

Таблиця 3 – Питома вага вартості конструкції у загальній вартості будівлі

№ з\п	Конструктивні елементи	Питома вага, %
1	фундаменти	7
2	стіни і перегородки	40
3	колони	4
4	перекриття і дахи	10
5	покрівля	3
6	сходи	3
7	підлоги	6
8	вікна і двері	4
9	оздоблення (зокрема і штукатурка)	8
10	інженерні комунікації	12
11	інші елементи	3
Всього		100

Під *моральною спрацьованістю* будівлі розуміють невідповідність будівлі функціональному та технологічному призначенню, яке виникло під впливом технічного прогресу, а також зміни властивостей будівлі, його комфортних умов і ступеню благоустрою. Така спрацьованість настає раніше, ніж матеріальна, і потребує зміни технологічного обладнання.

Моральна спрацьованість настає незалежно від фізичної (матеріальної) спрацьованості. Це погіршення чи втрата експлуатаційних властивостей будівель, викликані зміною нормативних вимог до їхнього планування, благоустрою, комфорту. За ступенем фізичної і моральної спрацьованості визначається економічний термін служби будівель. Це наблизений термін, минаючи який необхідно проводити повну реконструкцію будівлі, чи заміну конструкцій тощо.

2.7 Термін служби конструкцій

Під *терміном служби конструкцій* розуміють календарний час, протягом якого під впливом різних факторів вони зазнають змін, за яких подальша експлуатація стає неможливою, а відновлення – економічно недоцільним. Термін служби будівлі визначається терміном служби конструкцій, які не змінюються: фундаментів, стін, елементів каркасів.

Економічний термін служби будівлі – це наблизений термін, після закінчення якого вимагається чи повна реконструкція будівлі, чи заміна конструкцій. Мінімальні терміни експлуатації окремих будівельних конструкцій і конструктивів наведені у таблиці 4.

Таблиця 4 – Мінімальні терміни експлуатації будівельних конструкцій і конструктивів

Елементи житлових будівель	Термін експлуатації
1	2
Фундаменти	
Стрічкові фундаменти на складному чи цементному розчині	50
Стрічкові фундаменти на вапняковому розчині і цегляні фундаменти	50
Стрічкові бетонні і залізобетонні фундаменти	60

Продовження таблиці 4

1	2
Бутові і бетонні стовпи	40
Палі	80
Дерев'яні конструкції фундаментів	15
Великопанельні з теплоізоляційним шаром із мінеральних плит, цементного фіброліту	50
Великопанельні із легкого бетону	30
Капітальні кам'яні (цегляні товщиною 2,5–3,5 цеглин) і крупноблочні на складному чи цементному розчині	50
Кам'яні звичайні (цегляні товщиною 2,5–3,5 цеглин)	40
Кам'яні полегшеної кладки із цегли, шлакоблоків і мушлі	30
Дерев'яні рублені та стіни із бруса	30
Дерев'яні збірно-щитові, каркасно-засипні	30
Глинонабивні, саманні	15
Герметизаційні стики панелей зовнішніх стін мастиками	
Нетвердіючі	8
Твердіючі	15
Перекриття	
Залізобетонні і монолітні	80
Із цегляним склепінням чи бетонним заповнювачем по металевим балкам	80
Дерев'яні по дерев'яним балкам, зі штукатуркою, міжповерхові	60
Те саме горищні	30
По дерев'яним балкам, полегшені, не оштукатурені	20
Дерев'яні по металевим балкам	80
Теплоізоляційні шари горищного перекриття	
З пінобетону	25
Піноскло	40
Цементний фіброліт	15
Керамзит і шлак	40
Мінеральна вата	15
Мінеральні плити	15
Підлоги	
Із керамічної плитки по бетонній основі	60

Продовження таблиці 4

1	2
Цементні	30
Цементні із мармуровою крихтою	40
Дощаті шпунтовані по перекриттю	30
Дощаті шпунтовані по ґрунту	20
Паркетні:	
Дубові на цвяхах / на мастиці	50/60
Букові на цвяхах / на мастиці	40/50
Березові, осинові на цвяхах / на мастиці	30/20
Із паркетних щитів	20
Із твердої дерево-волокнистої плити	15
Мастичні на полівінілфлінілацетатній мастиці	30
Асфальтові	8
Лінолеум	10
Лінолеум на тканинній основі	20
Із поліхлорвінілових плиток	10
Із кам'яних плит:	
Мармурові	50
Гранітні	80
Сходи	
Майданчики залізобетонні, сходи по металевим та залізобетонним костурам	60
Накладні бетонні сходи із мармуровою крихтою	40
Дерев'яні	20
Балкони і лоджії	
Балкони по:	
металевим консольним балкам із монолітним залізобетонним заповнювачем чи збірними плитами	60
залізобетонним балкам-консолям і плитам перекриття	80
Дахи	
Крокви і обрешітка зі збірних залізобетонних елементів	80
Дерев'яні крокви і обрешітка	50
Теплоізоляційні шари суміщених безгорищних дахів, які вентилюються (не вентилюються) із:	
Пінобетону чи піноскла	40\30
Керамзиту	40
Мінеральної вати	15
Мінеральних плит	20
Покриття даху (покрівлі)	
Із оцинкованої сталі	15

Закінчення таблиці 4

1	2
Із чорної сталі	10
Із рулонних матеріалів	10
Із керамічної черепиці	60
Із азбестоцементних хвильових листів	30
Переділки	
Шлакобетонні, бетонні, цегляні оштукатурені	75
Гіпсові, гіпсоволокнисті	60
Гіпсокартоні по дерев'яному каркасу	30

Практика свідчить, що терміни наведені у таблиці 4, не завжди відповідають фактичним термінам експлуатації окремих конструктивів.

2.8 Класифікація будівель

За періодами зведення існуючий фонд громадських будівель можемо умовно поділити на декілька груп:

- будівлі, побудовані до XIX ст.;
- будівлі, побудовані в кінці XIX – на початку XX ст.;
- будівлі, побудовані в період із середини 20-х рр. до кінці 50-х рр. XX ст.;
- будівлі, побудовані в період із 60-х рр. XX ст. до наших часів.

Залежно від матеріалу стін і перекриття будівлі в Україні класифікуються за групами, які наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Класифікація громадських будівель за капітальністю

Група будівель	Класифікація будівель	Термін служби, років
1	2	3
1	Будівлі капітальні з залізобетонним і металевим каркасом, із заповненням кам'яними матеріалами	175

Продовження таблиці 5

1	2	3
2	Будівлі капітальні зі стінами із штучного каменю чи крупноблочні; колони або стовпи залізобетонні чи цегляні; перекриття залізобетонні чи кам'яні; склепіння по металевим балкам	150
3	Будівлі зі стінами зі штучного каменю або крупноблочні, колони і стовпи залізобетонні чи цегляні, перекриття дерев'яні	125
4	Будівлі зі стінами із полегшеної кам'яної кладки, колони і стовпи залізобетонні або цегляні, перекриття дерев'яні	100
5	Будівля зі стінами із полегшеної кам'яної кладки; колони і стовпи залізобетонні чи цегляні; перекриття дерев'яні	80
6	Будівлі дерев'яні зроблені із колод або із колод з рубленими стінами	50
7	Будівлі дерев'яні, каркасні, щитові	25
8	Будівлі комишитові та інші полегшені	15
9	Палатки, павільйони, рундуки та інші полегшені будівлі торгівлі	10

2.9 Особливості ремонту та реконструкції громадських будівель

Ремонтні та реконструкційні роботи громадських будівель мають низку специфічних особливостей, які ускладнюють процес будівництва та знижують його ефективність. Основні труднощі пов'язані з тим, що такі роботи зазвичай проводяться в умовах щільної міської забудови та функціонуючих інфраструктур. Це обмежує можливість використання стандартних технологій, сучасної техніки, ускладнює логістику та впливає на безпеку.

Основні особливості:

1. *Обмеженість будівельного майданчика.* Тісні умови заважають розміщенню техніки, матеріалів і ускладнюють рух транспорту. Ускладнене використання великогабаритної техніки. Майданчики можуть бути прибудованими, вбудованими, об'єднаними або об'ємними (рис. 3).

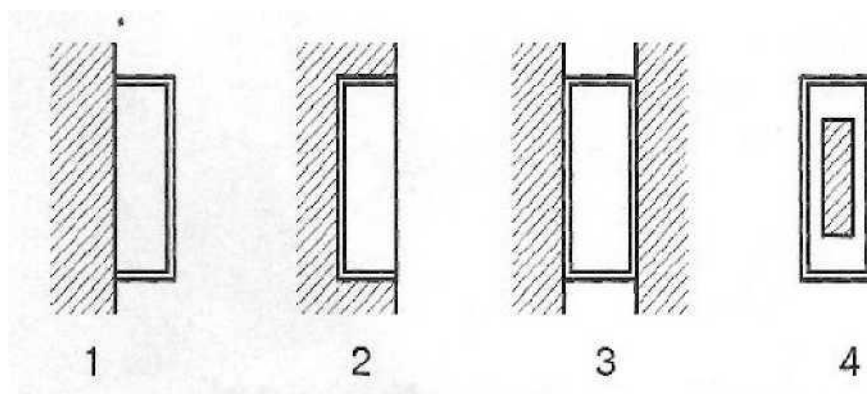


Рисунок 3 – Об'єкти: 1 – прибудовані; 2 – вбудовані;
3 – ті, що з'єднуються; 4 – об'ємні

2. *Складна конфігурація об'єкта.* Через попередні добудови чи перебудови будівлі набувають індивідуальної форми. Потрібен індивідуальний підхід до вибору методів виконання робіт. Часто наявні нестандартні архітектурно-конструктивні рішення.

3. *Обмежена доступність об'єкта.* Об'єкти можуть бути повністю доступними, частково або зовсім недоступними. Роботи ускладнюються, якщо приміщення продовжують функціонувати під час реконструкції.

4. *Особливі умови експлуатації.* Потрібно враховувати діючі транспортні, виробничі та побутові процеси. Часті перерви у виконанні робіт через режим роботи об'єкта. Необхідність дотримання заходів безпеки та охорони здоров'я.

5. *Наявність додаткових робіт, яких немає під час нового будівництва.* Демонтаж, посилення або заміна існуючих конструкцій. Забезпечення стійкості будівельних елементів під час виконання робіт.

Механізація таких процесів обмежена, застосовуються прості засоби (талі, лебідки, домкрати тощо). Через брак повної інформації про стан конструкцій під час робіт часто виникають непередбачувані ситуації, що змінюють обсяг і ритм виконання.

2.10 Особливості ремонту і реконструкції промислових будівель

Розвиток промисловості вимагає збільшення швидкості технологічних потоків, тиску, температури та збільшення агресивних середовищ. Це призводить до більш швидкого руйнування споруд у разі впливу більш агресивних середовищ та механічних навантажень.

Фізична спрацьованість та можливі пошкодження конструкцій промислових будівель та споруд можуть бути класифіковані за такими ознаками: причини їх виникнення, механізм корозійного процесу руйнування конструкцій, значення наслідків руйнування та труднощів відновлення будівель.

Моральна спрацьованість, тобто втрата економічної ефективності виробничих будівель, може мати дві форми прояву. Перша форма зумовлена зменшенням їхньої первісної вартості з часом і виникає в результаті скорочення обсягів суспільно необхідної праці на будівництво аналогічних об'єктів у більш пізні періоди. Це впливає на доцільність збереження будівлі та її функцій під час обліку її залишкової вартості.

Залишкова вартість визначається як різниця між відновлюваною вартістю та сумою нарахованої амортизації на її відновлення. Друга форма моральної спрацьованості виникає, коли існуючі будівлі не відповідають вимогам реорганізації виробництва порівняно із більш прогресивними об'єктами аналогічного призначення, такими як будівля-еталон. Це може бути зумовлено неоптимальними розмірами сітки колон, конфігурацією в плані, висотою поверхів, несучою здатністю конструкцій, потужністю вентиляції, кондиціонуванням та іншими чинниками.

Під час реконструкції виробничих споруд розв'язуються наступні основні завдання:

- адаптація об'ємно-планувальної структури будівлі до вимог оновленого виробництва, а в разі зміни функціонального призначення – до вимог цехів або служб;

- підвищення експлуатаційних характеристик існуючих несучих і огорожувальних конструкцій відповідно до нових вимог виробництва;

- зміна основних будівельних параметрів будівлі (конфігурації, плану, висоти приміщень, сітки колон), пов'язаних із розвитком виробництва, а також з умовами проведення будівельних робіт, зокрема без зупинки технологічного процесу;

- модернізація інженерних систем з метою забезпечення потреб оновленого виробництва та створення необхідних умов праці для працюючих згідно із нормами;

- вдосконалення архітектурно-художніх характеристик будівлі та її інтер'єру з урахуванням сучасних вимог до загальної композиції підприємства та промислової естетики.

У більшості випадків технічне переозброєння та реконструкція виробництв супроводжується заміною технологічного обладнання, переплануванням приміщень та зміною співвідношення різних ділянок і відділень. Необхідність у переплануванні може визначатися зміною санітарних та пожежних характеристик виробництва. Підвищення культури виробництва також потребує реорганізації внутрішнього простору з урахуванням створення прозорого композиційного рішення інтер'єру та чіткого зонування площ цехів.

Формування архітектурних рішень під час реконструкції підприємств визначається такими факторами, як широке впровадження нових технологічних процесів і обладнання, що підвищують продуктивність праці і вимагають підтримки постійних мікрокліматичних умов в цехах, підвищення вимог до інженерного забезпечення виробництва, комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів, створення систем автоматизованого

управління виробництвом та перехід до нових форм територіальної організації виробництва, що викликає зміни в планувальній структурі будівель та функціональних зонах.

Виконання робіт у ситуаціях існуючого виробництва має значні відмінності від нового будівництва, оскільки це стикається з низкою факторів, які не властиві зведенню нових об'єктів. Обмеженість умов виконання робіт, а також необхідність їх поєднання з основною діяльністю підприємства ускладнюють процес. Крім того, планувальні та конструктивні рішення будівель, які реконструюються, обмежують можливість використання оптимальних комплектів будівельних машин і потокової організації будівельно-монтажних робіт, що призводить до збільшення трудомісткості, непродуктивних витрат робочого часу, низької ефективності використання будівельних машин і значних економічних втрат, які не завжди компенсуються чинними поправочними коефіцієнтами до кошторисних норм.

Особливо це стосується демонтажу та монтажу будівельних конструкцій. Реконструкція вимагає виконання різноманітних робіт, які не є необхідними для нового будівництва, такі як демонтаж, підсилення конструкцій, заміна окремих конструктивних елементів та розбирання споруд. Водночас демонтажні та підсилювальні роботи зазвичай супроводжуються роботами забезпечення стійкості будівельних конструкцій, що зберігаються, і механізація їх проведення ускладнюється умовами діючого цеху. Головними засобами монтажу в цьому випадку є прості монтажні пристосування, такі як лебідки, талі, поліспасти, домкрати, що призводять до збільшення витрат на організацію робочих місць та збільшення витрат на виробництво робіт.

Такі роботи належать до категорії технологічно складних і вимагають використання спеціальних методів і технологій, а також високо кваліфікованих фахівців. Часто такі роботи вимагають індивідуального підходу і розробки унікальних рішень, що збільшує їхню вартість і час виконання. До таких робіт можуть входити, наприклад, зміна конфігурації промислового обладнання, реконструкція стін і переділок, заміна підлогових покриттів тощо. Оскільки

такі роботи можуть бути важкими і небезпечними, вони вимагають відповідного обладнання і технологій безпеки.

У сучасних умовах інтенсивного промислового розвитку в Україні та за кордоном, випуск продукції та технічне обладнання промислових підприємств змінюються швидко, але будівлі та споруди залишаються незмінними протягом 50–100 років. Проте заміна технологій та обладнання відбувається значно швидше: у машинобудуванні кожні 10–15 років, у хімічній промисловості – менше ніж 6–8 років, а в електронній – через 5 років. Це означає, що під час експлуатації будівель і споруд зміна технології відбувається кілька разів, що вимагає оновлення та реконструкції існуючих промислових будівель і споруд.

Для проведення реконструкції промислових будівель необхідні комплексні дослідження, щоб знайти оптимальні параметри відповідно до концепції оновлення основних фондів.

У процесі реконструкції промислових будівель і споруд необхідно враховувати вимоги безпеки праці та відповідність нормам пожежної безпеки.

Крім оновлення промислових будівель, необхідно забезпечити їхню енергоефективність та зменшення витрат на експлуатацію.

Оновлення та реконструкція промислових будівель може бути складним та дорогим процесом, тому необхідно забезпечити раціональне використання ресурсів та ефективну управлінську стратегію.

У процесі реконструкції промислових будівель і споруд необхідно забезпечити відповідність їх екологічним вимогам та нормам охорони довкілля.

Перед початком реконструкції підприємства необхідно провести комплексне дослідження для визначення параметрів, що визначають концепцію оновлення основних фондів (рис. 4).

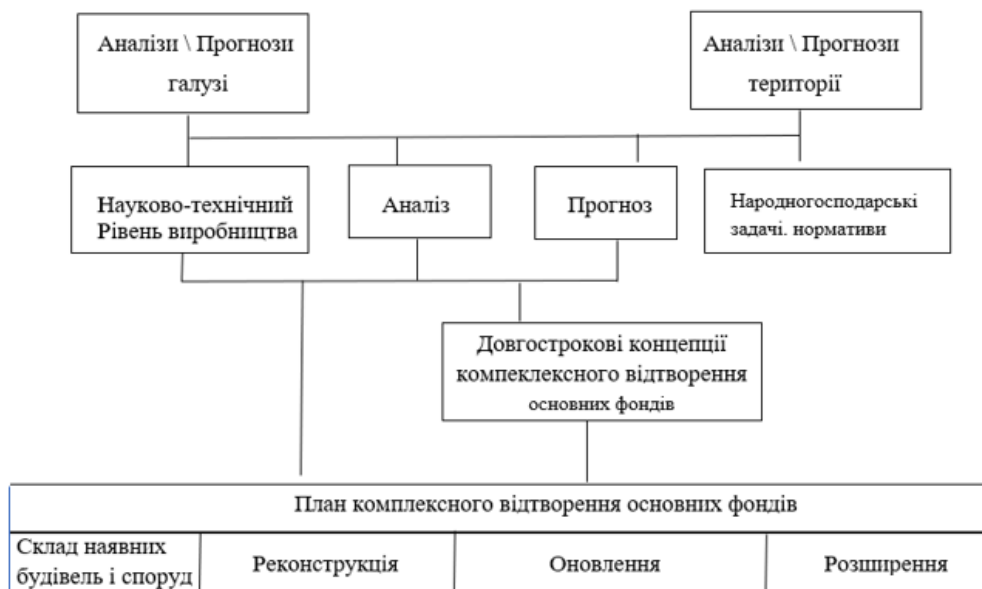


Рисунок 4 – Концепція загального оновлення основних фондів

Застосування запропонованої стратегії планування робіт з реконструкції промислових підприємств має потенціал вирішити кілька проблем, пов'язаних з ефективним використанням ресурсів та збільшенням продуктивності:

1. Дослідження витрат на проведення робіт та їхнього впливу на існуючу інфраструктуру дає змогу зрозуміти, які саме зміни необхідно внести для досягнення максимальної ефективності виробництва.

2. Розробка оптимальних технологічних рішень може поліпшити умови виробництва та рівень життя підприємства, що дозволяє зменшити витрати на ремонт і підтримку.

3. Інженерна підготовка може допомогти зменшити витрати на проведення реконструкції та збільшити продуктивність робіт завдяки кращому плануванню та використанню ресурсів.

Отже, використання цієї стратегії може підвищити ефективність виробництва, збільшити прибуток та скоротити витрати на ремонт та підтримку промислових підприємств.

3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ

3.1 Використання BIM-технологій у реконструкції та обстеженні будівельних конструкцій

BIM (Building Information Modeling) – це технологія моделювання інформації про будівлю, яка дозволяє створювати, керувати та аналізувати цифрову модель будівлі протягом всього її життєвого циклу. Використання BIM-технологій в реконструкції та обстеженні будівельних конструкцій забезпечує підвищену точність, ефективність та скорочення витрат на кожному етапі робіт. Це дозволяє зменшити ризики, покращити якість проектування та реконструкції, а також забезпечити більш раціональне використання ресурсів.

Процес обстеження будівельних конструкцій традиційно вимагає збору великої кількості даних про існуючі елементи конструкцій, їхній стан, матеріали та характеристики. З використанням BIM-технологій цей процес стає значно більш ефективним. А саме:

- *точне сканування* – використання технологій лазерного сканування або фотограмметрії дозволяє створювати точні 3D-моделі існуючих споруд (ці моделі можна імпортувати у BIM-системи для подальшого аналізу і обробки);
- *інтеграція даних* – дані з різних джерел (сканування, обстеження, лабораторні дослідження) можуть бути інтегровані в єдину модель, що дозволяє отримати повну картину стану конструкцій.

3.2 Моделювання стану конструкцій

BIM-моделі дозволяють створювати інтерактивні 3D-експонати будівлі, де можна детально оцінювати стан різних конструктивних елементів, таких як:

- *тріщини та деформації*: легке виявлення проблемних зон завдяки можливості накладати на модель різні типи даних (наприклад, навантаження, зміщення);

– *спрацьованість матеріалів*: використовуючи модель, можна візуалізувати пошкодження матеріалів (бетону, металу, дерева) та проводити аналіз їхнього стану на основі результатів обстеження.

3.3 Планування та моніторинг обстеження

ВІМ дозволяє ефективно планувати етапи обстеження будівельних конструкцій, забезпечуючи:

– *координацію команд*: всі учасники обстеження (інженери, архітектори, проєктувальники) можуть працювати в єдиному інформаційному просторі, що зменшує ймовірність помилок;

– *моніторинг змін*: всі зміни у стані конструкцій, які фіксуються під час обстеження, можуть бути збережені і відображені в реальному часі на ВІМ-моделі.

Використання ВІМ-технологій у реконструкції та обстеженні будівельних конструкцій дозволяє значно підвищити ефективність і точність виконуваних робіт. Від створення точних моделей існуючих конструкцій до оптимізації процесу реконструкції та подальшого обслуговування будівлі ВІМ-технології стають незамінним інструментом для забезпечення високої якості, скорочення витрат і мінімізації ризиків. Це дозволяє не тільки покращити процеси проєктування та реконструкції, але й створити умови для більш сталого і довгострокового використання будівель.

Питання для самоконтролю за ЗМ 1

1. Які вимоги висуваються до будівель і споруд?
2. Від чого залежить довговічність будівель?
3. Які конструктивні особливості житлових будівель дореволюційного і довоєнного періодів?
 4. Які обставини необхідно враховувати під час оцінювання будівель старовинної забудови?
 5. Скільки є груп капітальності житлових будинків, і чим вони є?
 6. Скільки є груп капітальності будівель громадського призначення? Надайте їхню характеристику?
 7. Залежно від яких умов встановлюють терміни служби будинків?
 8. Як визначають фізичну спрацьованість будинків?
 9. Як визначають моральну спрацьованість будинків?
 10. Які фактори характеризують довговічність і ступінь спрацьованості виробничих будівель?
 11. За якими ознаками класифікують можливі ушкодження?
 12. Що можна сказати про категорії ушкоджень?
 13. Як можна охарактеризувати основні групи вимог надійності та довговічності конструкцій?
 14. Яких заходів необхідно вжити для подовження терміну збереження експлуатаційних якостей конструкцій?
 15. На що необхідно звертати основну увагу під час встановлення оцінки технічного стану будівель, споруд та їхніх конструктивних елементів?
 16. Що є підставою для проведення обстежень споруд?
 17. Які види робіт виконують в процесі обстеження ?
 18. Що передбачає суцільне і вибіркове обстеження?
 19. Які технічні засоби та прилади застосовують в процесі обстеження будівельних конструкцій?
 20. Що таке місцеві та загальні деформації будівель?
 21. Яку задачу виконує дефектоскопія конструкцій?

22. Які існують основні дефекти металевих та дерев'яних конструкцій?
23. Які існують основні дефекти залізобетонних конструкцій?
24. Яка суть імпульсного ультразвукового методу випробування?
25. Що передбачає система планово-запобіжних ремонтів будівель і споруд?
26. У чому полягає поточний та капітальний ремонт будівель?
27. Яким чином визначають періодичність ремонтів житлових і виробничих будівель?
28. Яка документація ведеться експлуатаційними службами?
29. Види оглядів житлових і виробничих будівель і терміни їх проведення?
30. Мета реконструкції і модернізації будівель?
31. Які є особливості технічного обслуговування будівель? Назвіть характерні пошкодження, які впливають на вихід з ладу житлових будинків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков В. О. Технічна експлуатація будівель і міських територій : підручник / В. О. Барашиков, О. М. Гомілко, А. Я. Малишев. – Київ : Вища школа, 2000. – 112 с.
2. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу : підручник / П. Ф. Вахненко, В. П. Вахненко, Є. В. Клименко [та ін.] ; за заг. ред. П. Ф. Вахненка. – Київ : Урожай, 1994. – 296 с.
3. Губій М. М. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навч. посіб. / М. М. Губій, Є. В. Клименко ; Полтавський держ. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка. – Полтава : Полтавський держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2000. – 147 с.
4. Гавриляк А. І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель : підручник / А. І. Гавриляк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2006. – 536 с.
5. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – Чинний від 2019-01-01. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78683, вільний).
6. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. – Чинний від 2016-01-01. – Київ : Мінрегіон України, 2016. – 56 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=66126, вільний).
7. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). – Чинний з 2012-01-04. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 126 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399, вільний).

8. Іваник І. Г. Основи реконструкції будівель і споруд : навч. посіб. / І. Г. Іваник. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 269 с.
9. Клименко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навч. посіб. / Є. В. Клименко. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 304 с.
10. Рекомендації з обстеження і оцінки технічного стану житлових будинків перших масових серій / Київ : Держбуд України, 2000. – 28 с.
11. Савйовський В. В. Ремонт і реконструкція цивільних будівель : навч. посіб. / В. В. Савйовський, О. Н. Болотських. – Харків : Ватерпас, 1999. – 287 с.
12. Цифровий репозиторій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова [Електрон. ресурс] : сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua>, вільний (дата звернення: 15.08.2025). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

ЛУГЧЕНКО Олена Іванівна

РЕЗНІК Петро Аркадійович

**ОБСТЕЖЕННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ
ТА ЗМІЦНЕННЯ БУДІВЕЛЬ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів другого (магістерського)
рівня вищої світи денної та заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня
програма «Промислове та цивільне будівництво»)*

Відповідальний за випуск *П. М. Фірсов*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *О. І. Лугченко*

План 2024, поз. 2Л

Підп. до друку 08.08.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 3,5

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.