МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: Оцінка сучасних методів інспекції та огляду при будівництві цивільної інфраструктури

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1923-пцб-з
Ічетовкіна Лілія Геннадіївна
(прізвище та ініціали)
Спеціальность
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)
Керівник ст. викладач, доктор філософії Арутюнян Є.Е.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«___» _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Ічетовкіна Лілія Геннадіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Оцінка сучасних методів інспекції та огляду при будівництві цивільної інфраструктури.
керівник роботи Арутюнян Є.Е., доктор філософії, ст. викладач.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року
№ 1486-с
2 Строк подання студентом роботи 1 грудня 2024 р
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Інформаційна база сучасних методів та тенденцій обстеження у будівництві. 2. Особливості обстеження цивільних будинків. 3. Інструментальне вимірювання. Сучасні методи обстеження
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 аркушів

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання видав	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	Арутюнян Є.Е.		
Розділ 2	Арутюнян Є.Е.		
Розділ 3	Арутюнян Є.Е.		

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Інформаційна база сучасних методів та тенденцій обстеження у будівництві	з 01.10 по 24.10.2024	
2	Особливості обстеження цивільних будинків	з 25.10 по 15.11.2024	
3	Інструментальне вимірювання. Сучасні методи обстеження	з 16.11 по 06.12.2024	

Студент _____ Л.Г. Ічетовкіна
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ Є.Е. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Ічетовкіна Л.Г. Оцінка сучасних методів інспекції та огляду при будівництві цивільної інфраструктури.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Є.Е. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2024.

Дослідження присвячене аналізу сучасних методів обстеження в будівництві цивільної інфраструктури. Основна увага приділяється новітнім технологічним підходам, які дозволяють здійснювати ефективний моніторинг та оцінку стану будівельних об'єктів. Метою є виявлення оптимальних стратегій застосування цих методів для забезпечення надійності та безпеки будівельних конструкцій.

Дослідження спрямоване на визначення оптимальних стратегій використання сучасних методів обстеження для забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів у цивільному будівництві.

На основі проведеного аналізу розроблено рекомендації щодо покращення ефективності будівництва та реконструкції в умовах щільної забудови.

Ключові слова: обстеження, аналіз результатів, обстеження у будівництві, сучасні технології.

ANNOTATION

Ichetovkina L. Assessment of modern methods of inspection and review in the construction of civil infrastructure.

Qualifying graduation thesis for obtaining the degree of master of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor Y. Arutiunian, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2024.

The study is devoted to the analysis of modern survey methods in the construction of civil infrastructure. The main attention is paid to the latest technological approaches that allow effective monitoring and assessment of the state of construction objects. The goal is to identify optimal strategies for the application of these methods to ensure the reliability and safety of building structures.

The research is aimed at determining the optimal strategies for using modern inspection methods to ensure the reliability and safety of construction objects in civil construction.

Based on the analysis, recommendations were developed to improve the efficiency of construction and reconstruction in densely built-up conditions.

Key words: survey, analysis of results, survey in construction, modern technologies.

Зміст

	Вступ	7
1	**Інформаційна база сучасних методів та тенденцій обстеження у будівництві**	11
1.1	Знаходження зношень будівель і споруд та причин зношення	11
1.2	Основні етапи життєвого циклу будівельних об’єктів	19
1.3	Технічна база інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації у будівництві	24
2	**Особливості обстеження цивільних будинків**	34
2.1	Конструктивні особливості, що впливають на формування системи інструментальних вимірювань	34
2.2	Структура дослідженя та основні напрямки	39
2.3	Аналіз загальних методів досліджень	53
3	**Інструментальне вимірювання. Сучасні методи обстеження**	63
3.1	Аналіз методики інструментально-експерементальних досліджень	63
3.2	Аналіз технології інструментальних вимірювань залізобетонних конструкцій стадіону	70
3.3	Аналіз інструментальних спостережень за об’єктами прилеглої забудови	79
	Висновки	82
	Список використанних джерел	84

Вступ

Актуальність дослідження. Надійність та безпечна експлуатація будівель, споруд і інженерних мереж, а також запобігання аваріям на них, є актуальною проблемою, особливо в перехідний період розвитку економіки України. Постанова №409 "Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж" від 05.05.97, видана Кабінетом Міністрів України, містить комплекс заходів для вирішення цієї проблеми. Один з цих заходів - інвентаризація фактичного стану шляхом обстежень технічного стану та паспортизації всіх існуючих об'єктів, що є передумовою для вжиття заходів щодо виправлення стану та підвищення якості будівель і споруд.

Сучасне будівельне виробництво повинно відповідати вимогам системності, безпеки, гнучкості, ресурсозбереження, якості та ефективності. Однак зі зростанням обсягів будівництва та розширенням будівельного фонду виникає необхідність у підтримці та підвищенні якості будівель та споруд через проведення поточних, капітальних ремонтів, модернізації та реконструкції.

Цей процес призводить до нових проблем, зокрема, методичної роз'єднаності у системі "проектування - виробництво - експлуатація", що ускладнює прийняття техніко-економічних та інженерно-технологічних рішень. Брак інженерної інформації при прийнятті рішень ускладнює виробничу систему та гальмує досягнення ефективного результату - забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель та споруд.

Згідно з міжнародними нормами (EN 1990:2001/ Eurocode — Basis of structural design), надійність будівельних конструкцій розглядається як поєднання безпеки, придатності до нормальної експлуатації і довговічності. Безпечність розглядається як властивість будівельного об’єкта зберігати придатність до експлуатації впродовж передбаченого терміну без потенційної загрози для життя і здоров’я людей.

Існує відставання системи вимог чинної нормативно-технічної документації у сфері будівельно-монтажних робіт порівняно із сучасним рівнем вимог. Один з ключових аспектів цієї роботи - аналіз "інструментів для якісного утримання нерухомості", до яких відносяться дослідження та паспортизація технічного стану будівель і споруд. Основна мета методики досліджень та паспортизації технічного стану будівель і споруд полягає в організації постійного моніторингу за об'єктом нерухомості.

З одного боку, для зменшення витрат на реконструкцію слід максимізувати термін служби житлових будинків та інженерних систем, використовуючи їхній експлуатаційний ресурс. З іншого боку, для визначення допустимих меж зносу, які варіюються внаслідок умов експлуатації та параметрів оточуючого середовища, необхідно проводити дослідження. Існуючі обмеження термінів служби конструкцій у різних агресивних середовищах призводять до збільшення робіт з їх відновлення та посилення. Таким чином, необхідна інформаційна система для виявлення та спостереження за їхнім станом - система моніторингу якості будівель та споруд.

Аналіз експлуатаційного зносу будівель, споруд та інженерних систем, особливо в містах, де стан навколишнього середовища різний, є надзвичайно актуальним. Різниця у термінах експлуатаційного зносу значна, що ускладнює використання системи планових та запобіжних ремонтів. Перехід на встановлення термінів поновлення по фактичній відмові для конкретних будівель, споруд, елементів та систем є раціональним. Ефективність їхнього відновлення при фактичних відмовах вимагає науково обґрунтованого дослідження та розроблення принципів моніторингу стану будівель і споруд, виявлення закономірностей відмов та практичної реалізації оптимальної схеми їхнього відновлення.

Залізобетонні конструкції, які складають більшість несучих частин сучасних будівель і споруд масового та унікального будівництва, поряд з безперечними перевагами мають і ряд недоліків. Отже, виявлення, вивчення, врахування, прогнозування цих недоліків та адекватна конструктивна відповідь

на них є дуже актуальною і необхідною, особливо у зв'язку зі зростаючим значенням модернізації та реконструкції основних будівель і споруд.

Метою дослідження є розробка наукових основ і організаційно-технологічного забезпечення для гарантування надійності та безпечної експлуатації будівель і споруд. Важливим аспектом є створення концепцій та науково обґрунтованих методів попередження і відновлення відмов у конструкціях, елементах і системах, відповідно до нормативно-технічних стандартів, з максимальним використанням наявних ресурсів.

Об’єкт дослідження. Аналіз сучаної літератури, цивільні будівлі, споруди та інженерні комунікації.

Предметом дослідження є системи організаційно-технологічного моніторингу технічного стану та експлуатаційного зносу елементів будівель і інженерних мереж. Увага зосереджена на системах показників та критеріїв для оцінки працездатності будівель і споруд, а також на методиках використання та інтерпретації механізмів, форм і проектних рішень структурного управління процесами державного керування. Ці процеси спрямовані на забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівельного фонду.

Задачі дослідження. Досягнення визначеної мети вимагало вирішення наступних завдань:

1. Провести аналіз наукових досліджень та інших джерел щодо сучасних методів обстеження цивільних будівель.
2. Обґрунтувати значущість та дослідити процес зносу у цивільному будівництві.
3. Визначити основні аспекти впровадження методів обстеження будівель.

Методи дослідження. Проведено комплексне наукове дослідження, яке спрямоване на вдосконалення організаційно-технологічного забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель та споруд. Це дослідження включало окремі аналізи елементів та аспектів для вирішення різноманітних

завдань, що дозволило систематично підійти до вирішення поставлених проблем.

Наукова новизна отриманих результатів виражається в наступному:

Проведено аналіз та впроваджено концепцію та методи досягнення надійної та безпечної експлуатації через розробку науково обґрунтованої системи моніторингу технічного стану та експлуатаційного зносу елементів будівель та інженерних систем, а також оптимізацію часу їх відновлення (ремонт, модернізація, реконструкція).

Виявлено та систематизовано критерії та показники, які визначають параметри експлуатаційної якості та фізичного та морального зносу елементів будівель та споруд, що експлуатуються в різних умовах.

Встановлено закономірності експлуатаційного зносу елементів будинків та інженерних систем в різних умовах експлуатації.

Проаналізовано сучасні методи обстеження експлуатаційного зносу елементів будинків та споруд, описано закони їх зміни з часом та відхилення в системі планових та запобіжних ремонтів.

Практичне значення даної роботи полягає в розробці та успішному впровадженні науково обґрунтованих рекомендацій щодо організації системи моніторингу експлуатаційного зносу елементів будівель та споруд з метою забезпечення їхньої експлуатації на рівні, що відповідає сучасним стандартам, та мінімізації витрат ресурсів.

Особистий внесок автора включає основні концепції та висновки, що відзначаються науковою унікальністю та важливістю для практики, які є результатом особистих досліджень.

Апробація. Тематика даного дослідження була розроблена на кафедрі промислового та цивільного будівництва ІННІ ЗНУ.

1. ІНФОРМАЦІЙНА БАЗА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ОБСТЕЖЕННЯ У БУДІВНИЦТВІ

1.1 Знаходження зношень будівель і споруд та причин зношення

Наразі в науково-технічних, методичних та нормативних джерелах України відсутні узгоджені визначення та чітке розмежування понять "реконструкція", "ремонт", "відновлення" та "модернізація". У зарубіжній технічній літературі існує різне трактування терміна "реконструкція". Наприклад, у Німеччині термін "реконструкція" майже не використовується, там вживаються поняття "відновлення", "підтримка" та "модернізація".

Для досягнення узгодженості визначень та формулювань цих понять в Україні важливо вивчити та проаналізувати досвід розмежування та визначення основних термінів, що прийняті у Німеччині та Швейцарії. В Німеччині основні поняття, пов'язані з оновленням експлуатаційних характеристик систем (наприклад, будинків), поділяються наступним чином:

Збереження — заходи, спрямовані на підтримку необхідного стану будівель та споруд, а також конструкцій, з яких вони зведені.

Інспекція — заходи для визначення та оцінки діючого технічного стану конструкцій будівель та споруд.

Відтворення — заходи, спрямовані на відновлення необхідного стану технічних засобів та конструкцій будівель і споруд.

Сьогодні найпоширеніше визначення терміна "реконструкція" стосовно громадських будівель і споруд звучить так: "Реконструкція будівель і споруд — це комплекс будівельно-ремонтних робіт, що передбачають перебудову будівлі, споруди або об'єкту в цілому з метою підвищення його вмісткості, комфорту тощо. Реконструкція може включати демонтаж окремих частин споруди та будівництво нових."

Утримання і збереження – узагальнення всіх напрямків руху і заходів в рамці експлуатації споруди для її утримання в належному стані[1].

Після аналізу різних визначень поняття "реконструкція", які містяться у вітчизняній та зарубіжній літературі на сьогоднішній момент, в Україні прийнято наступні формулювання:

- Реконструкція – це процес, який включає оцінку стану та комплекс ремонтно-будівельних заходів, спрямованих на переоблаштування або відновлення окремих конструкцій або всієї будівлі з метою поліпшення або зміни її функціонального призначення та продовження строку її подальшої експлуатації. Цей процес передбачає перепланування, перебудову, добудову та надбудову.
- Відновлення – це встановлення первісних міцнісних та інших першопроектних характеристик окремих конструкцій, конструктивних елементів та будівель в цілому.
- Ремонт існуючої будівлі - це будівельні заходи, спрямовані на відновлення необхідного технічного стану конструкцій будівлі. Крім того, ціль ремонту включає перепланування для поліпшення планувальних рішень у відповідності до сучасних вимог.
- Біжучий ремонт – це комплекс ремонтно-будівельних робіт з утримання експлуатаційних якостей будівель та споруд шляхом впровадження систем відновлення захисних покриттів та усунення невеликих пошкоджень.
- Капітальний ремонт – це комплекс ремонтно-відновлювальних заходів з метою покращення показників та підвищення надійності елементів будівлі. Капітальний ремонт може бути вибірковим або комплексним.

Важливо враховувати особливості виконання реконструкції та відновлення промислових будівель та споруд в умовах діючих підприємств. При розробці проекту виконання робіт (ПВР) необхідно узгодити порядок дій та призначити відповідального за оперативне керівництво роботами.

Таблиця 1.1 - Заходи по визначенню і оцінці діючого технічного стану конструкцій будівель та споруд.

Нагляд-визначення стану, а також його оцінка з відображенням можливих наслідків в плані його збереження	Підтримка-збереження і відновлення без суттєвої зміни виду експлуатації і (або) призначення	Оновлення-суттєві зміни з можливими змінами експлуатації і (або) призначення
Нагляд-перевірка функціонування за рахунок простого і регулярного аудиту	Збереження-підтримка функціональної справності за рахунок простих і постійних заходів	Перебудова-зміни викликані вимогами часу і майбутньої експлуатації без зміни структури
Контрольні вимірювання-перевірка вимірювання контролюючих величин	Ремонт-відновлення функціональних і експлуатаційних якостей з надійністю і довговічністю	Реконструкція-відновлення раніше існуючого стану
Інспекція-визначення стану за рахунок обстеження з застереженням можливих наслідків	Реставрація-відтворення первинного стану при збереженні діючої субстанції	Розширення-збільшення ширини з включенням нових частин

Необхідність і термін зупинки основного виробництва (або окремих ділянок) визначається проектом (робочим проектом) реконструкції чи відновлення і проектом виконання робіт. Доцільно виконувати максимально можливий обсяг будівельно-монтажних робіт у період зупинки та під час планових технологічних зупинок основного виробництва.

Проект слід передбачати спільне використання внутрішньо-заводських транспортних комунікацій, інженерних мереж та цехового вантажопідйомного устаткування будівельною організацією. Замовник та підрядник, спільно з генеральною підрядною організацією, повинні встановити та узгодити:

- обсяги, технологічну послідовність та строки виконання будівельно-монтажних робіт, а також умови їх суміщення з роботою виробничих цехів і ділянок підприємства;
- послідовність розбирання конструкцій, перенесення та демонтаж інженерних мереж, місця під'єднання тимчасових енергомереж;

- порядок оперативного керівництва, включаючи дії будівельників та експлуатаційників у випадку аварійних ситуацій;
- перелік послуг замовника та його технічних засобів, які можуть бути використані будівельниками під час виконання робіт;
- умови комплектної та першочергової поставки матеріалів і устаткування, організації перевезень і складування вантажів, пересування будівельної техніки по території підприємства та розміщення мобільних тимчасових будівель і споруд.

Аналіз причин ремонту і реконструкції громадських будинків слід розпочати з класифікації цієї проблеми за двома основними аспектами. Перша група причин ремонту і реконструкції включає погіршення фізичних (міцнісних та інших експлуатаційних) властивостей окремих будівельних конструкцій і будинків в цілому через експлуатацію. Важливо враховувати термін експлуатації будинку, будівельні матеріали та умови експлуатації. Друга група причин ремонту та експлуатації полягає у необхідності зміни функціонального призначення будинку або його пристосування до сучасних або індивідуальних вимог затишку, естетики та експлуатаційних потреб, які мають господарі (власники) приміщень та будинку. Важливі характеристики технічного стану конструкцій, інженерного обладнання та будинку в цілому - це фізичне та моральне зношення. Фізичне зношення виражається у втраті першочергових технічних та експлуатаційних якостей (міцність, стійкість, надійність тощо) через вплив природно-кліматичних факторів та вплив людини. Фізичне зношення оцінюється як вартість ремонтних заходів, необхідних для усунення пошкоджень конструкцій, елементів, системи або будинку в цілому, відносно їх відновлювальної вартості.

Фізичне зношення окремих конструкцій елементів, систем чи ділянок оцінюють шляхом співставлення ознак фізичного зношення, виявлені під час обстеження, з їх значеннями наведеними в таблиці 1-17 ″Відомчих будівельних норм″ (ВСН 53-86Р) ″Правила оцінки фізичного зношення житлових будинків″.

Фізичне зношення конструкції елементу чи системи, які мають різну ступінь зношення окремих ділянок визначають за формулою:

$$\Phi_к = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i P_i / P_к \ , \qquad (1.1)$$

де Фк – фізичне зношення конструкції, елементу, системи, %;

Фі – фізичне зношення (%) ділянки конструкції, елементу, системи визначене по таблиці 1-17 ″Відомчих будівельних норм″;

Рі – розмір площі чи довжини ушкодженої ділянки м, м^2 ;

Рк – розмір всієї конструкції м, м^2 ;

п – число ушкоджених ділянок.

Фізичне зношення будинку визначаємо за формулою:

$$\Phi_з = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{кі} L_i \ , \qquad (1.2)$$

де Фз – фізичне зношення будинку, %;

Фкі – фізичне зношення окремих конструкцій, систем, будинків, %;

Li – коефіцієнт, шо відповідає частині відновлюваної вартості окремої конструкції, системи в загальній відновлювальній вартості;

п – число окремих конструкцій, елементів, систем в будинку.

Під моральним зношенням будинків розуміється його невідповідність функціональному або технічному призначенню, яке створилось під впливом технічного прогресу, а також зміни якостей будинку, його комфортних умов, ступеню благоустрою[4].

До ознак морального зношення житлових будинків відносяться:

- невідповідність планування квартир сучасним вимогам і норма;

- невідповідність інженерного обладнання і залізобетонних зовнішніх панелей будинку сучасним вимогам і нормам;

- недостатній благоустрій (автостоянки, місця для сміття) і озеленення кварталів;

- відсутність обладнання, пристроїв для вільного пересування від квартири (по квартирі) до вулиці (двору), для інвалідів хворих на опорно-руховий комплекс організму.

Моральне зношення настає незалежно від фізичного (матеріального) і являє собою зниження або втрату експлуатаційних якостей будинку, викликаних змінами нормативних вимог планувальних рішень, благоустрою.

За ступенем фізичного і морального зношення визначають економічний строк експлуатації будинку. Це орієнтований строк після закінчення якого необхідна або повна реконструкція або заміна конструкцій, тобто ремонт стає економічно не вигідним внаслідок, наприклад, недостатньої міцності споруди або через зміну архітектурного вигляду в даній місцевості.

Таблиця 1.2 - Питома вага вартості конструкцій в загальній вартості будинку

№ 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	Опорядження (в т.ч. тинькування)	8
10	Сантехнічні і електротехнічні пристрої	12
11	Інші елементи	3
	Разом:	**100**

Під строком служіння конструкцій необхідно розуміти календарний час на протязі якого під дією різноманітних факторів, вони приходять в стан коли

подальша їх експлуатація стає неможливою, а відновлення - економічно невигідним.

Таким чином, склалась система технічних вимог які ставлять до різноманітних конструкцій і конструктивних елементів, будинків, при оцінені ступеня експлуатації, для того щоб прийняти вірне рішення про необхідність ремонту, підсилення чи заміни тих чи інших конструкцій[5].

При експлуатації будинків першочерговим завданням є забезпечення безвідмовної роботи всіх конструкцій, комунікацій і технологічних систем (ліфти, сміттєпроводи та ін.), на протязі не менше нормативного строку експлуатації. При цьому якісна і своєчасна оцінка технічного стану, виявлення дефектів і початку деформацій необхідних для збереження будинків з найменшими витратами матеріально-технічних ресурсів та утримання експлуатаційно-ремонтних підрозділів.

Основними причинами пошкодження будинків є:

- механізм корозійного процесу ушкодження конструкцій і сам процес ушкодження;

- дія зовнішніх природних і штучно створених факторів;

- дія внутрішніх факторів обумовлених експлуатацією інженерних мереж і обладнання;

- наявність помилок допущених при вишукуванні, проектуванні і зведені будинків;

- недоліки і порушення правил експлуатації будинків.

Розглянуті вище фізичні моральні фактори зношення будинків та причини ремонту і реконструкції їх можна звести в нижче наведені структурні схеми (рисунок 1.1).

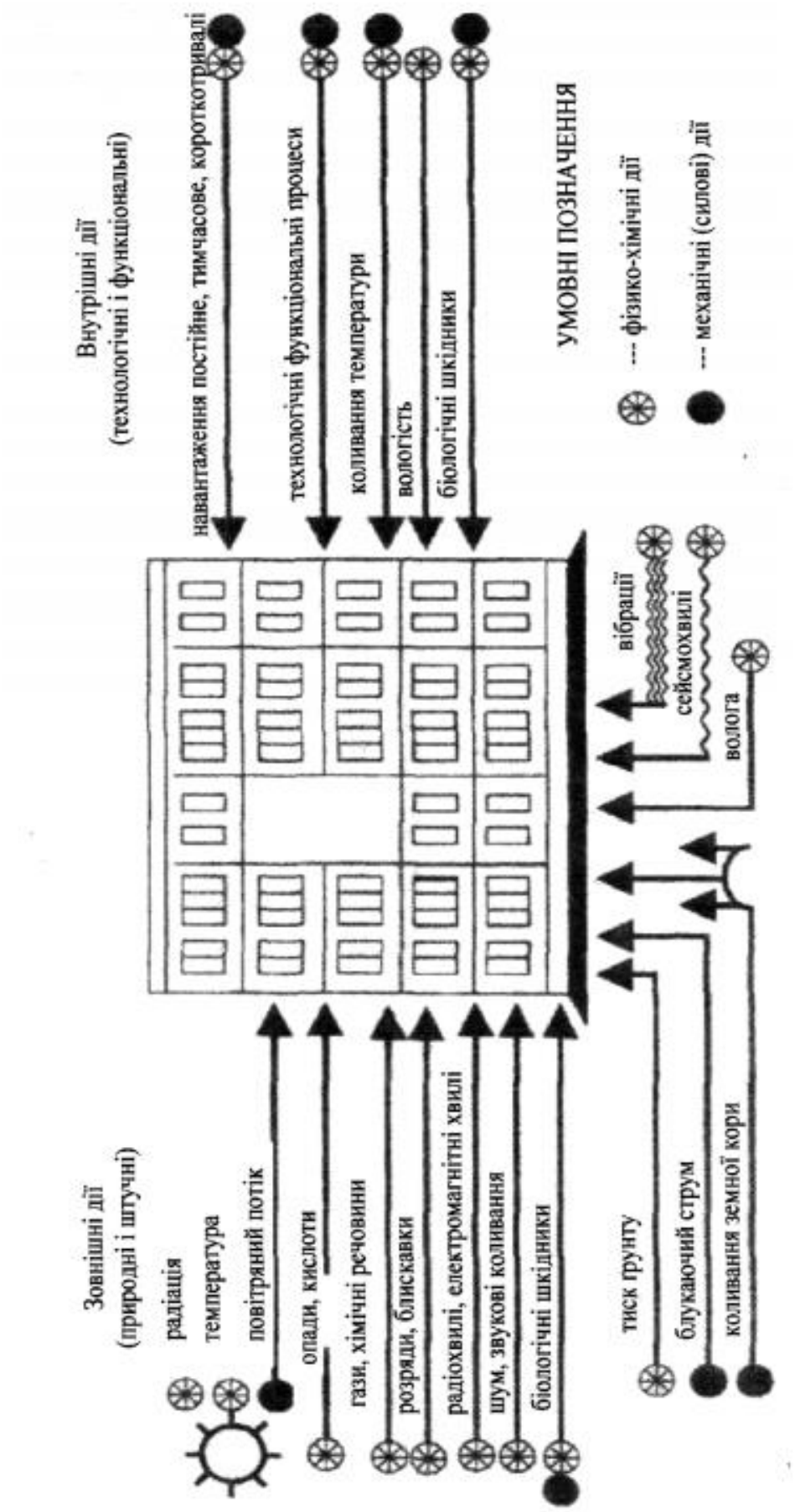


Рисунок 1.1 – Дії на будинок

1.2 Основні етапи життєвого циклу будівельних об’єктів

Життєвий цикл будівлі охоплює період від моменту обґрунтування її необхідності до економічної недоцільності подальшої експлуатації. Цей цикл включає такі етапи: вишукувальні та проектні роботи, підготовчий період, нульовий цикл, зведення наземної частини, експлуатація, період фізичного зносу. Останній етап може стати завершенням життєвого циклу або відкриттям нового через реконструкцію, капітальний ремонт чи технічне оновлення, що відновлюють експлуатаційні властивості будівлі.

Забезпечення тривалої експлуатації будівель є актуальною техніко-економічною задачею, яка потребує об'єктивної інформації, отриманої за допомогою інструментальних методів, щодо технічних, технологічних та організаційних параметрів на всіх етапах їх життєвого циклу. Це необхідно для ефективного прийняття рішень з подовження терміну експлуатації[6].

Конструкції будівель характеризуються різними рівнями складності та невизначеності їх технічного стану, що призводить до фізичного зносу, деформацій, дефектів та пошкоджень. Від конструктивних особливостей, технології зведення та експлуатації залежать обсяги необхідної інформації, методи, моделі та заходи для подовження їх життєвого циклу. Детальне вивчення є важливим завданням для визначення зв'язку між дефектами та їх причинами, а також для прогнозування впливу цих дефектів на подальший технічний стан об'єкту.

Аналіз етапів життєвого циклу будівель, споруд та територій забудови включає забезпечення їх експлуатаційної придатності з використанням інформації, отриманої інструментальними методами. Перед будівельно-монтажними роботами обов'язкові інженерні вишукування, такі як інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні, геотехнічні, інженерно-гідрогеологічні та інженерно-гідрометеорологічні, що є необхідними для успішної реалізації проектів.Їх обсяги розподіляють наступним чином:

– для передпроектних робіт та стадії ескізний проект (ЕП) результати вишукувань отримують на основі літературних, фондових джерел, обґрунтування обсягу польових і лабораторних робіт;

– на стадіях техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) або технікоекономічного розрахунку (ТЕР), проект (П) або робочий проект (РП) виконують основні обсяги польових вишукувань;

– на стадії розробки робочої документації (Р), за відповідного обґрунтування виконують додаткові обсяги вишукувальних робіт.

За нашою думкою, найбільше на технологію та організацію будівництва і параметри експлуатації впливають інженерно-геологічні і інженерно-геодезичні вишукування.

Інженерно-геологічні вишукування виконують з метою вивчення та оцінки інженерно-геологічних умов території будівництва для оцінки складності інженерно-геологічних умов території та отримання вихідних даних для проектування; прогнозування змін інженерно-геологічних умов під дією природних і техногенних факторів, визначення їх впливів на елементи геологічного середовища та способів досягнення необхідного стану цього середовища; оцінювання техногенного ризику на конкретних територіях; розроблення проектів захисту об’єктів від небезпечних процесів[7].

Їх види та обсяги визначають залежно від: вивченості території, призначення вишукувань, складності геологічних умов, наявності ґрунтів із особливими властивостями, глибини залягання та режиму підземних вод, зони активної взаємодії з геологічним середовищем, категорії складності та класу наслідків об’єктів.

Гідрогеологічні вишукування проводять на початкових стадіях проектування (ТЕО, ТЕР, ЕП, П) з можливістю коригування на стадіях (РП, Р). Об’єктом вишукувань є підземні води в усіх можливих станах (гравітаційні, капілярні, плівкові), що впливають на геологічні умови.

Інженерно-геодезичні вишукування призначені для забезпечення етапів: територіального планування, ЕП, ТЕО, П, Р, геодезичного забезпечення

будівництва, прийняття в експлуатацію та експлуатації об’єктів. Створюються опорні та зйомочні геодезичні мережі для будівництва та експлуатації будівель і споруд, геодезичного моніторингу, інженерно-топографічні плани; виконують інженерно-гідрографічні та трасувальні роботи, геодезичні спостереження за небезпечними природніми процесами.

На етапі проектування мають бути передбачені технічні рішення, які за умови нормативної системи технічного обслуговування забезпечать проектну (нормативну) довговічність будівлі з урахуванням зниження характеристик міцності матеріалів та конструкцій під впливом їх зношення, навколишнього середовища, зовнішніх і внутрішніх навантажень, тощо. Причому, запаси міцності повинні бути економічно виправдані, з урахуванням того, що чим вища надійність, тим більша вартість будівництва. Для забезпечення експлуатаційної придатності об’єкту при виконанні проектних робіт розробляються організаційні та технологічні розділи проекту, які повинні включати розділи або рекомендації щодо інструментального визначення параметрів будівель споруд і території забудови[8].

До складу підготовчих робіт входять як загальнобудівельні, так і вимірювальні роботи. Вимірювання на етапі підготовчих робіт складаються з: уточнення інженерно-геологічних та інженерно-геодезичних досліджень території; створення геодезичної розмічувальної основи. Підготовка до будівництва складних об'єктів включає роботи з організації науковотехнічного супроводу будівництва, що включає інструментальні вимірювання і роботи.

Інструментальні вимірювання під час робіт нульового циклу виконуються на етапах розробки котловану, організації водовідливу та водовідведення, підготовки до зведення підземної частини будівлі, у тому числі розмічування осей фундаменту у котловані, підготовки до проведення моніторингу будівлі, улаштування підземної частини будівлі, прокладання підземних інженерних мереж, гідроізоляції, зворотної засипки із ущільненням, підготовки до зведення наземної частини будівлі.

На етапах робіт нульового циклу та зведення надземної частини будівлі вимірювання виконують при вхідному контролі матеріалів та конструкцій, для технологічного забезпечення якості будівельних робіт.

Експлуатація будівель повинна забезпечувати підтримку конструкцій і інженерних систем в нормальному технічному стані шляхом проведення планово-запобіжних заходів, що включають у тому числі візуальні обстеження, інструментальні вимірювання та моніторинг будівель.

Експлуатація будівель враховує ступінь їх зносу і може закінчуватися рішенням про неможливість експлуатації, що є закінченням життєвого циклу, якщо прийнято рішення про ліквідацію будівлі, або початком нового життєвого циклу, якщо прийнято рішення про її відновлення. Рішення про неможливість експлуатації об’єкту за технічним станом приймають за результатами інструментальних досліджень та відповідних обґрунтувань. Тривалість етапу експлуатації характеризується часом, протягом якого експлуатаційні властивості будівель зберігаються на нормативному рівні. Інтенсивність відмов, тобто виявлення дефектів і пошкоджень, призводить до зниження експлуатаційних властивостей будівлі нижче нормативного рівня. На початковому етапі експлуатації (рисунок 1.2) число дефектів є відносно 23 високим. Вони викликані вірогідними помилками при проектуванні і виконанні будівельних робіт. Більшість дефектів усувають впродовж гарантійного терміну експлуатації, тому їх кількість систематично знижується в період (t0 - t1). Під час експлуатації відбувається поступове старіння і зношення елементів будівлі в період після t2 [9].

Аналіз функції інтенсивності відмов показує, що з моменту t2 знову спостерігається зростання кількості дефектів, що викликано природним зношенням будівлі. У інтервалі від t1 до t2 число дефектів мінімальне.

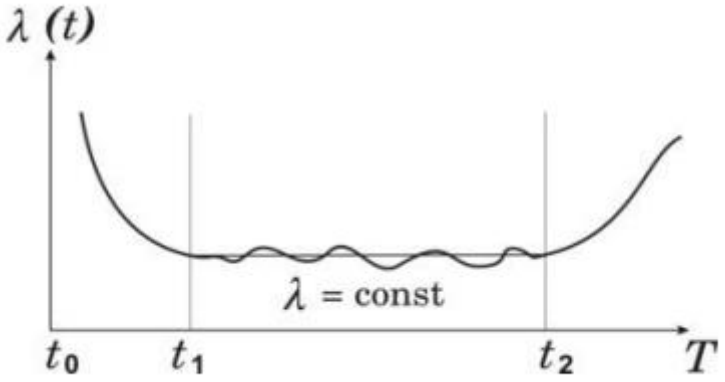


Рисунок 1.2. - Типова функція інтенсивності відмов будівлі за час її експлуатації: (t1 ÷ t0) – період стабілізації; (t2 ÷ t1) – період нормальної експлуатації; t2 – початок інтенсивного зношення

Аналіз функції інтенсивності відмов показує, що з моменту t2 знову спостерігається зростання кількості дефектів, що викликано природним зношенням будівлі. У інтервалі від t1 до t2 число дефектів мінімальне.

Результати інструментальних спостережень за деформацією будівель є джерелом об'єктивної інформації про складну взаємодію їх конструкцій з ґрунтовою основою і зовнішнім середовищем. Це є основа для встановлення закономірностей розвитку деформаційних процесів. На нашу думку, на підставі виявленої кількісної закономірності розвитку деформаційних процесів є можливість виконати математичне моделювання, котре дає змогу здійснювати інтерпретацію та прогнозування одержаних даних. Результати математичного моделювання можуть використовуватися для підвищення надійності, довговічності, безпеки експлуатації об’єктів на основі інформації про розвиток дестабілізуючих процесів та сприяти подовженню життєвого циклу будівель

1.3 Технічна база інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації у будівництві

Існуючі сучасні технічні засоби для інструментальних вимірювань відповідають технологічним, нормативним та проектним вимогам, що стосуються якості будівництва та експлуатації будівель і споруд.

Нівелір використовується для визначення різниці висот між точками. Він оснащений зоровою трубою і циліндричним рівнем або компенсатором для автоматичного встановлення в горизонтальне положення. Електронні нівеліри використовуються зі штрих-кодовою рейкою для автоматизації процесу відліку, що забезпечує вищу продуктивність і точність порівняно з оптичними нівелірами. Лазерні нівеліри працюють за принципом повороту лазерного променя, вони легкі у використанні, можуть обслуговуватися однією людиною і використовуються для різноманітних будівельно-монтажних робіт всередині приміщень. Вони застосовуються для укладання підлоги, встановлення і вирівнювання стін, контролю відміток фундаменту, розміщення бетонних блоків або вирівнювання площ і вертикального планування. Для фіксації лазерної площини використовуються як звичайні нівелірні рейки, так і рейки з приймачем випромінювання. (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. - Нівеліри: а) оптичний; б) електронний; в) лазерний

Оптичний теодоліт призначений для визначення напряму та вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів у будівництві[10]. За точністю теодоліти поділяються на високоточні, точні та технічні. Електронні тахеометри (рисунок 1.4) вимірюють відстані, горизонтальні та вертикальні кути, обчислюють координати та перевищення.



Рисунок 1.4. - Прилади для визначення просторового положення об'єктів: а) оптичний теодоліт; б) електронний теодоліт; в) електронний тахеометр; г) трьохкоординатна вимірювальна система MONMOS

Дальність дії залежить від типу відбивача: плівкові – декілька сотень метрів, з призмою – до десяти кілометрів. Деякі тахеометри мають безвідбиваючий режим.

Прилади вертикального проектування (ПВП) призначені для переносу координат з одного горизонту на другий та поділяються на оптичні або лазерні, зеніт-проектори або надир-проектори, прилади з автоматичним або ручним встановленням. Їх застосовують при зведенні висотних будівель та споруд, для контролю за деформаціями, при монтажі обладнання (рисунок 1.5). Лазерні рулетки та віддалеміри дозволяють проводити роботу одній людині та підвищують безпеку і продуктивність робіт (рисунок 1.6). Лазерні приймачі використовують з лазерними нівелірами. Відстань супутниковими геодезичними системами визначається часом проходження сигналу від супутника до приймальної станції, за умови відомої швидкості розповсюдження сигналу. Основний принцип дії – використання трилатерації, тобто вимірюється

відстань до супутників, які є точками відліку для визначення координат на Землі. GPS-приймачі зручні для геодезичних робіт та моніторингу споруд. Точність приймачів, досягає кількох міліметрів (рисунок 1.7).



Рисунок 1.5 - Прилади вертикального проектування: а) оптичний (зеніт); б) оптичний (зеніт-надір); в) лазерний (зеніт-надір)



Рисунок 1.6 - Прилади для вимірювання відстаней: а) механічна рулетка; б) дорожнє колесо; в) лазерна рулетка; г) лазерний віддалемір

Крім того, використовуються допоміжні вимірювальні засоби та пристосування. Мікрокомп’ютери та калькулятори з бібліотекою відповідних програм для одержання координат точок, даних для виносу в натуру, площ полігону. Нівелірні рейки використовуються для визначення перевищень точок відносно площини нівелювання або для визначення відстані до рейки[11].



Рисунок 1.7 - Супутникові приймачі: а) електронний тахеометр з інтегрованим GNSS-приймачем; б) потужний GPS-приймач; в) двочастотний приймач сигналів GPS и ГЛОНАСС

Мірні та візирні віхи застосовують для вимірювання висоти об’єктів, глибини підземних споруд. Вимірювальні рулетки поділяються за типом стрічок: сталева фарбована стрічка, стрічка з поліамідним покриттям, сталева стрічка з поділками, фібергласова стрічка з капроновим кордом. Дорожні колеса призначені для вимірювання відстані там, де неможливе використання лазерних віддалемірів та рулеток (інвентаризації об’єктів, вимірювання доріг). Будівельний рівень для визначення відхилення конструкцій від горизонтального чи вертикального положення (може мати вбудований електронний датчик кута нахилу та лазерний візир). Будівельний кутомір призначений для визначення кутів, наприклад, при монтажі елементів[12].

Технічні засоби інструментального моніторингу за станом будівель, споруд і території представляють наступну групу. Гідронівеліри, де принцип дії ґрунтується на встановленні поверхні рідини на одному рівні в сполучених сосудах. Їх використовують при нівелюванні фундаментів та монтажі обладнання, для контролю встановлення великих блоків, перекриттів та

панелей, для вимірювання відхилень від горизонтальності об’єктів великої довжини, при нагляді за просадками та деформаціями (рисунок 1.8). Датчики нахилу для нагляду за стійкістю стін котлованів, переміщенням ґрунтових мас. Маятникові пристрої (прямі та зворотні виски) для контролю горизонтального переміщення в греблях, фундаментах гребель, а також для визначення структурних зміщень фундаментів мостів та високих споруд. Датчики тиску та навантаження як на поверхні, так і в моноліті бетону, в ґрунті для контролю повного тиску в земляному полотні, під фундаментами, резервуарами.

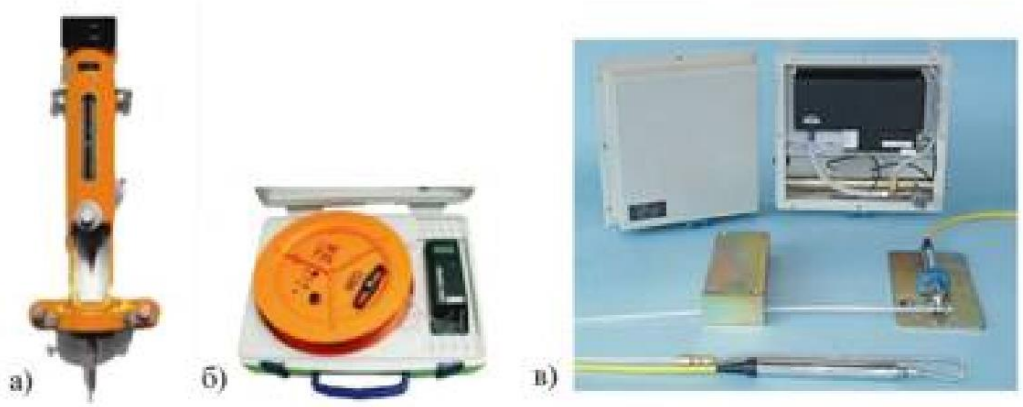


Рисунок 1.8 - Гідростатичні нівеліри: а) високоточний; б) з цифровим відліком; в) автоматична система нагляду за просадками

Стрічковий екстензометр (вимірювач щілин) призначений для точних вимірювань відстані між двома опорними точками, що встановлені постійно. Такий датчик застосовується для моніторингу зміщення елементів конструкцій відносно друг друга. Прилад має стальну вимірювальну стрічку з рівномірно розташованими перфораційними отворами у легкому корпусі з зовнішнім пневматичним пристроєм для натягування стрічки[13].

Тензодатчики для вимірювання розтягування (стиску) матеріалу, що викликане механічним навантаженням або температурною дією. Датчики деформації для перетворення деформації в зміну сигналу, яку можна виміряти з допомогою зчитувача. Датчики переміщення для вимірювання переміщень та наглядом за тріщинами та стиками конструкцій. Датчики сили

використовується для вимірювання розтягуючих навантажень. Акселерометри призначено для вимірювань сейсмічних впливів. Температурні датчики для нагляду за температурою у ґрунті, бетоні (дамби, мости, споруди).

В польових умовах раціонально застосовувати спеціальні комплекти приладів для випробування ґрунту.

Використовуються також системи збору даних для віддаленого зняття даних з вимірювальних приладів різними методами (портативні зчитувачі та реєстратори).

Вимірювачі рівня води (рисунок 1.9) для вимірювання порового тиску води, рівня ґрунтових вод, у колодязях та свердловинах, для визначення теплопровідності, щільності асфальтобетону

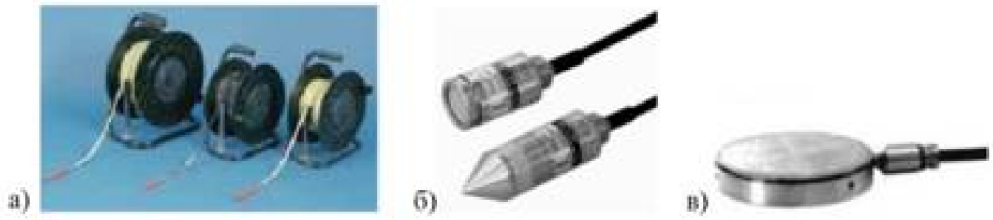


Рисунок 1.9 - Вимірювачі рівня води: а) вимірювач рівня ґрунтових вод у стояках та колодязях; б) датчики порового тиску води в ґрунті; в) датчик тиску у ґрунті, рівня підземних вод

Прилади для випробування матеріалів застосовуються при визначенні активності цементу, морозостійкості бетону, проникності бетону, стану арматури. Георадари та трасопошукові системи (рисунок 1.10) використовуються для зондування досліджуваного середовища[14].

Радари підповерхневого зондування використовують для вивчення середовищ по зміні діелектричної проникності або електропровідності (для обстеження ґрунтів та будівельних конструкцій, пошуку інженерних мереж). У середовище, що досліджується, випромінюється електромагнітна хвиля, яка відбивається від розділів середовища та різноманітних сторонніх включень, а

відбитий сигнал приймається та записується георадаром. Таки прилади застосовуються для побудови геологічних розрізів, визначення положення рівня ґрунтових вод, товщини льоду, глибини та профілю дна рік та озер, положення карстових пустот; визначення стану бетонних конструкцій, стану дамб, виявлення зон сповзання; оцінці забруднення оточуючого середовища; знаходження археологічних об’єктів.



Рисунок 1.10 - Георадари та трасопошукові системи: а) георадар для пошуку у ґрунті (під водою) різних предметів, неоднорідностей (трубопроводів, карстових пустот тощо); б) трасопошукова система; в) локатор підповерхневого зондування

Прилади для вимірювання міцності (рисунок 1.11) дозволяють проводити діагностику виробів з бетону та цегли для визначення їх міцнисних характеристик. Найбільш часто використовують наступні непрямі методи неруйнівного контролю: метод ударного імпульсу, пружного відскоку, ультразвуковий та метод часткового місцевого руйнування[15].

Окрема група приладів використовується при вимірюванні твердості, вологості. Прямий метод вимірювання вологості – сушильно-ваговий. До непрямих методів відносяться: кондуктометричний, ємнісний, високочастотний та інфрачервоний. Вимірювачі температури (контактні – термометри, безконтактні – інфрачервоні пірометри) дозволяють одержати значення температури на поверхні або всередині об’єкту.

Принцип дії тепловізорів (рисунок 1.12) є перетворення теплового випромінювання в видиме зображення. Вони призначені для обстеження об’єктів в інфрачервоній частині спектру та побудови температурних карт.



Рисунок 1.11 - Обладнання для неруйнівного контролю міцності методами: а) ударного імпульсу; б) пружного відскоку; в) ультразвуковий; г) часткового місцевого руйнування

Товщиноміри метала, покриттів, дефектоскопи застосовують для неруйнівного контролю при вимірюванні товщини та дефектоскопії матеріалів і покриттів. Виконується реєстрація та аналіз результатів взаємодії фізичних полів з об’єктом контролю, при тому що характер цієї взаємодії залежить від хімічного складу, будови, стану структури об’єкта, який контролюється[16].



Рис. 1.12 - Прилади для вимірювання температури: а) пірометр безконтактний; б) пірометр для контактного та безконтактного вимірювання; в) термографічна камера (тепловізор)

Всі методи неруйнівного контролю є непрямими методами, і кожний з них вирішує окрему задачу. Налаштування, калібрування приладів здійснюється по контрольних зразках, що імітують параметр, який вимірюється. В залежності від фізичних явищ, що лежать в основі методів неруйнівного контролю, вони поділяються на акустичний, магнітний, вихіороструменевий, радіохвильовий, радіаційний, оптичний, тепловий і електричний. Найбільш поширені перші три методи.

Прилади для пошуку арматури (вимірювачі захисного шару) призначені для обстеження будівельних конструкцій на наявність в них металевих виробів (арматура, труби тощо) електромагнітним методом. Ендоскопи (рисунок 1.13) використовують для візуальної дефектоскопії для огляду внутрішніх поверхонь, наприклад, труб. Візуальний контроль дозволяє обстежувати у важкодоступних місцях тільки поверхневі дефекти (тріщини, корозії) в металевих виробах та внутрішні дефекти у виробах зі скла або прозорих пластмас[17].

Вимірювачі довжини та параметрів паль (рисунок 1.14) визначають довжину паль і наявність дефектів (деформація профілю, тріщини). В основу дії вимірювачів щільності ґрунту земляного полотна покладено принцип порівняння щільності ґрунту з щільністю того ж ґрунту на лабораторному приладі. Результат порівняння в виді коефіцієнта щільності порівнюють зі стандартним.



Рисунок 1.13 - Ендоскопи: а) барабан з зондом для діагностичної системи на базі відеокамери; б) ручний ендоскоп; в) ендоскоп з відеовиходом для передачі зображення на записуючий пристрій



Рисунок 1.14 - Вимірювачі довжини та параметрів паль: а) ультразвуковий прилад для дефектоскопії буронабивних паль за допомогою перетворювачів, які занурені в контрольні канали; б) визначення довжини паль і локалізація дефектів (деформація профілю, тріщини)

Металодетектори призначені для пошуку та ідентифікації металевих предметів в діелектричному або слабопровідному середовищі; застосовуються у будівництві для визначення положення підземних комунікацій та труб, кабелів, люків.

Безконтактні вимірювачі шуму визначають рівень гучності як у приміщенні так і поза ним (у виробничих цехах, офісних приміщення тощо). Планіметри (полярні, роликові) призначені для вимірювання площ будь-якої форми на планах чи малюнках. Віброметри призначені для контролю та реєстрації віброшвидкості, віброприскорення, амплітуди та частоти коливань. Анемометри вимірюють середню швидкість вітру та температуру повітря. Їх застосовують для вимірювання параметрів вентиляційних систем. Вимірювачі теплопровідності визначають теплопровідність будівельних матеріалів та тих, що призначені для теплової ізоляції. Вимірювачі теплових потоків реєструють щільність теплових потоків через захисні конструкції, вологість і температуру приміщень, визначають опір теплопередачі та термічний опір конструкцій[18].

Випробувальне обладнання для будівельних лабораторій призначене для лабораторних випробувань будівельних матеріалів і конструкцій.

2. ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ ЦИВІЛЬНИХ БУДИНКІВ

2.1 Конструктивні особливості, що впливають на формування системи інструментальних вимірювань

Способи виконання вимірювальних та загальнобудівельних робіт суттєво впливають на технологічні рішення, техніко-економічні показники виконання робіт, якість і тривалість життєвого циклу об’єктів. Під час будівництва обсяг і перелік вимірювальних операцій та контролю якості залежать від застосованих технологій і матеріалів, архітектурно-конструктивних рішень та умов будівництва. Зведення частин будівлі з різними конструктивними рішеннями (наприклад, цегла, монолітний залізобетон, великорозмірні панелі, монолітний або збірний каркас) вимагає різних будівельних та вимірювальних операцій, що значно впливає на техніко-економічні показники. Тому ефективність вимірювальних робіт у будівництві, що мають однаковий обсяг, залежить від використаних технологій і архітектурно-конструктивних рішень.

Аналіз конструктивних особливостей зведення будівель показує, що вони суттєво впливають на організаційно-технологічні та технічні показники вимірювальних робіт. Будівлі класифікуються за довговічністю на чотири ступені: I – більше 100 років; II – 50-100 років; III – 20-50 років; IV – 5-20 років. Ця класифікація враховує період будівництва, матеріали конструкцій, конструктивну схему та технологію зведення. Ознаки класифікації будівель для різних етапів життєвого циклу впливають на склад, обсяги та технологію вимірювань. [19].

За періодом зведення будівлі можна об'єднати у три групи: що побудовані в кінці XIX – початку XX ст.; з середини 20-х рр. до кінця 60-х рр. XX ст.; в період 70÷90-х рр. XX ст. Архітектурно-конструктивні рішення будівель першого (1850÷1920) періоду відрізняються конструктивною схемою

(безкаркасні будівлі); фундаментами (стрічкові бутові, цегляні); стінами (цегляні); міжповерховими перекриттями (дерев'яні). Характерними є архітектурно-конструктивні рішення об’єктів другого періоду: фундаменти цегляні, бутові, бутобетонні, бетонні, залізобетонні; стіни цегляні; перекриття дерев'яні, дерев'яне заповнення по металевих балках або залізобетонні набірні з малорозмірних плит по металевих балках. Особливостями будівель третього періоду є конструктивні схеми (безкаркасні, каркасні із збірного залізобетону, з неповним каркасом); бетонні, залізобетонні фундаменти; панельні, цегляні стіни; збірні залізобетонні плити перекриття.

З 1957 р. почалося будівництво 5-поверхових житлових будинків за типовими проектами першого покоління, які застосовувалися до кінця 60-х рр. У 70÷90-х рр. будувались великопанельні 9-12-16-поверхові будинки з несучими та огороджувальними конструкціями із збірних залізобетонних і легкобетонних панелей[20]. Конструктивні схеми цього періоду: безкаркасні з поздовжніми несучими стінами; з неповним каркасом з поздовжніми несучими і поперечними цегляними стінами з внутрішніми рядами колон; каркасні з несучими колонами і ригелями, по яких влаштовані перекриття. Починаючи з 60-х рр. домінують повнозбірні будівлі з панельною і каркасно-панельною конструктивними схемами.

Сучасні житлові будівлі можна класифікувати за поверховістю: малоповерхові (до 4), середньої поверховості (до 4÷5), підвищеної поверховості (до 9), багатоповерхові (більше 9), висотні (до 100 м та вище) та за конструктивною схемою: великоблокові, великопанельні, каркасно-панельні, монолітні та каркасно-монолітні.

Технологія зведення будівель залежить від просторового поєднання несучих конструкцій. Розрізняють безкаркасні, каркасні, неповнокаркасні типи будівель (рисунок 2.1). Великопанельні будівлі монтуються з площинних елементів стін, перекриттів, покриттів. Збірні конструкції мають підвищену заводську готовність – оброблені поверхні, вбудовані вікна і двері. Для безкаркасних будівель характерні конструктивні схеми: з поздовжніми

несучими стінами, на які спираються перекриття; каркасна, що складається з колон і міжповерхових перекриттів; поєднана, коли перекриття спираються на поздовжні і поперечні стіни.

Каркасно-панельні будинки (рисунок 2.2) зводять з повним і з неповним каркасом. Повний каркас дозволяє зводити будинок будь-якої поверховості з використанням легких навісних панелей. Неповний каркас вимагає несучих панелей і застосовується тільки у будинках невеликої висоти.

Великопанельні безкаркасні будівлі (рисунок 2.3) можуть бути розділені на дві групи: із зовнішніми несучими стінами і внутрішніми поперечними і поздовжніми несучими перегородками, або з поперечними несучими перегородками і зовнішніми несучими стінами. У сучасних умовах поширені наступні типи об'ємно-блокових будівель (рисунок 2.4): безкаркасний з поярусним укладанням блоків одного на інший; блоковий – панельний із стовпчастим встановленням об'ємних блоків, на які поповерхово спираються перекриття панельних прольотів. Технологія монолітного будівництва використовує опалубку, яка повністю повторює контур майбутньої будови або його елементу. В монолітній технології (рисунок 2.5) використовується тунельна опалубка, що дозволяє відразу отримати цілі блоки квартир, оскільки можна одночасно зводити і внутрішні стіни, і перекриття. Щитова опалубка вимагає більшу кількість часу на збирання-розбирання, але ж вона мобільніша. Однією з найсучасніших, якісних і недорогих технологій є каркасно-монолітне будівництво. Цей метод дозволяє зводити високоміцні залізобетонні каркаси по всій висоті будівлі, на якому змонтований фасад і внутрішні перегородки (рисунок 2.6). Вузол з'єднання «колона-ригель-плита» монолітний, що значно підвищує довговічність об’єкту. При експлуатації будівель перелік та обсяг вимірювальних операцій з отримання даних для їх безпечного функціонування також залежить від тривалості та умов експлуатації, архітектурно-конструктивних схем, технологій та матеріалів, застосованих при будівництві, якості будівельних робіт і матеріалів.

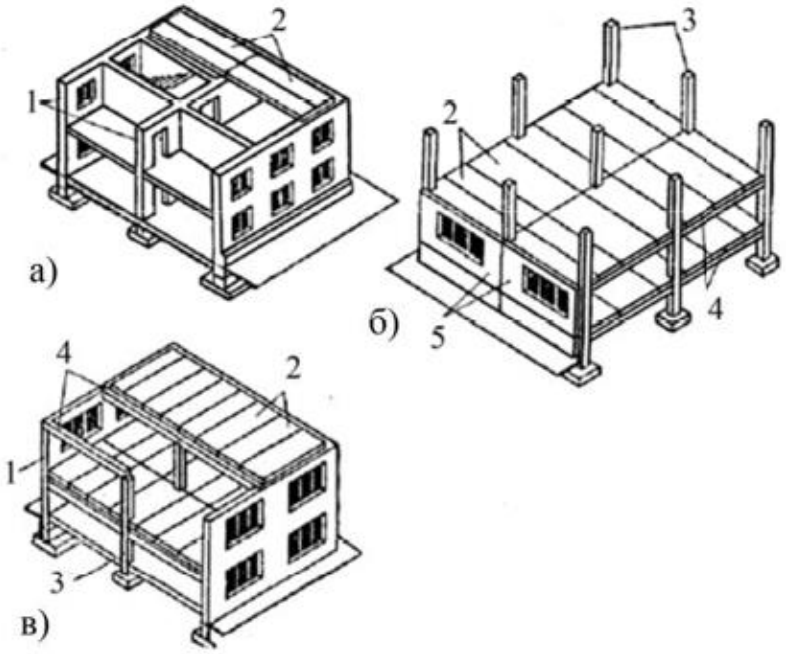


Рисунок 2.1 – Конструктивні типи громадських будівель: а) безкаркасний; б) каркасний; в) неповний каркасний; 1 – несучі стіни; 2 – міжповерхові перекриття; 3 – колони; 4 – ригелі; 5 – самонесучі стіни

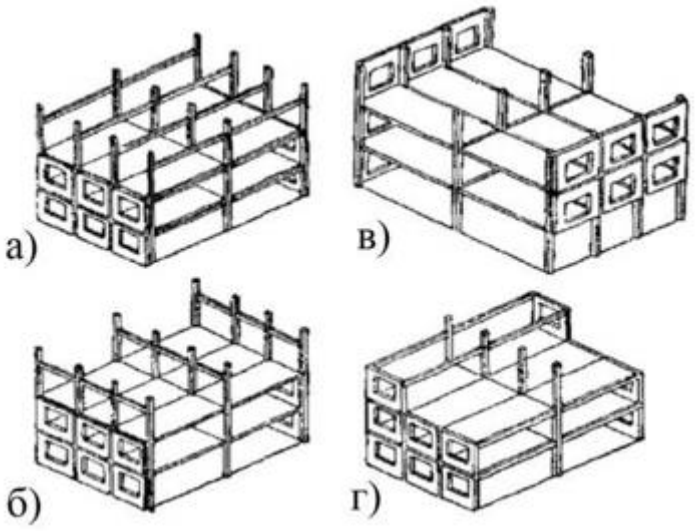


Рисунок 2.2 - Конструктивні схеми каркасно-панельних будівель: а) з поперечним каркасом; б) з поздовжнім каркасом; в) з безригельним перекриттям, опертим на чотири точки; г) з неповним (внутрішнім) каркасом і панелями зовнішніх несучих стін

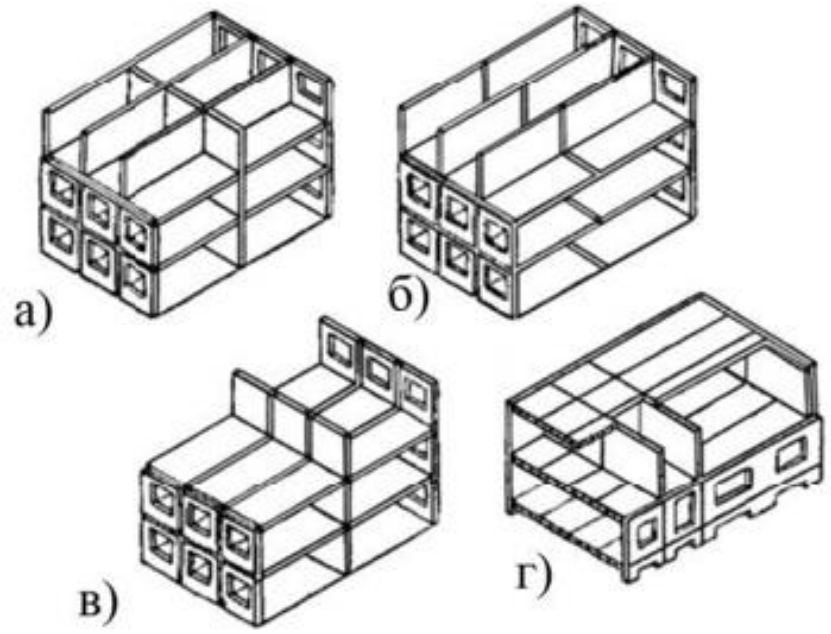


Рисунок 2.3 - Конструктивні схеми безкаркасних великопанельних будівель: а) із зовнішніми несучими стінами і поперечними і поздовжніми несучими перегородками; б) зовнішніми несучими стінами і поперечними несучими перегородками; в) зовнішніми і внутрішніми поздовжніми несучими стінами; г) з поперечними несучими стінами

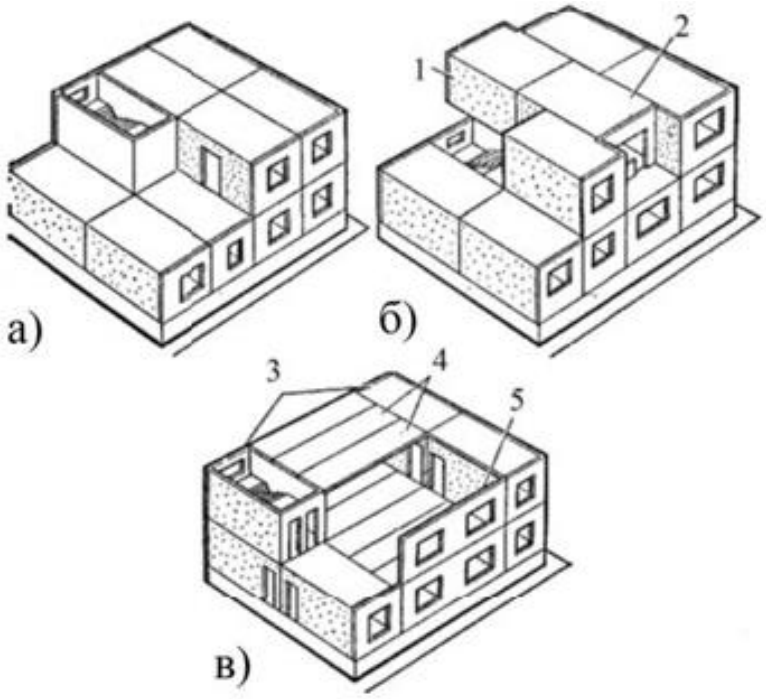


Рисунок 2.4 - Конструктивні схеми об'ємно-блокових будівель: а) безкаркасний; б) безкаркасний із блоками, що виступають/западають; в) блоково-панельний; 1 – блок, що виступає; 2 – западаючий блок; 3 – стовпчасте встановлення об'ємних блоків; 4 – плити перекриття; 5 – зовнішня стінова панель

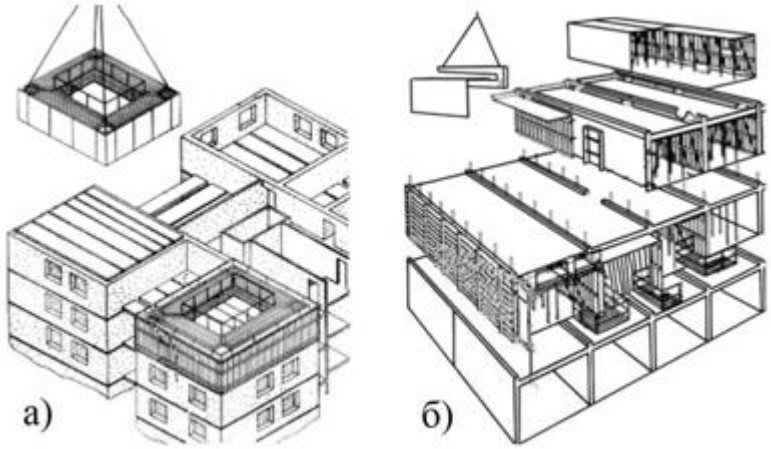


Рисунок 2.5 - Конструктивні схеми монолітних будівель: а) блокова та великощитова опалубка; б) об’ємно-переставна (тунельна) опалубка

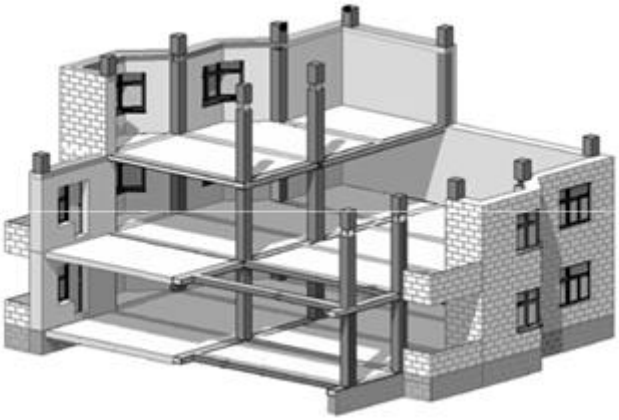


Рисунок 2.6 - Конструктивна схема каркасно-монолітної будівлі

2.2 Структура дослідженя та основні напрямки

Забезпечення тривалої експлуатації об’єктів є актуальною техніко-економічною проблемою, що вимагає ефективних рішень на всіх етапах їх життєвого циклу. Дефекти та пошкодження будівель є наслідком негативних впливів, що породжують завдання забезпечення їх експлуатаційної придатності через отримання інформації про вишукування, якість будівництва, оцінку технічного стану, діагностику та прийняття рішень щодо відновлення. Оцінка

технічного стану будівель є складною задачею, яка зумовлена великою кількістю факторів, що впливають на процес прийняття рішень, і складністю їх формалізації.

На сьогоднішній день досить повно вивчені технічні, технологічні, організаційні та економічні аспекти у сфері будівництва та експлуатації будівель і споруд; розроблені теоретичні та практичні основи системного раціонального використання методів вимірювання для контролю якості, сформульовані комплексні методологічні рішення щодо точності вимірювальних робіт, закріплені на законодавчому рівні принципи метрологічної діяльності, що мають широке покриття досліджень у галузі вишукувальних робіт [21]. Роботи провідних науковців показують, що визначення параметрів будівель, споруд і територій забудови супроводжується комплексом специфічних особливостей і впливом дестабілізуючих факторів на техніко-економічні показники.

У загальному, ці аспекти характеризуються наступними основними напрямками:

- зростанням потреб у збільшенні обсягів та ефективності будівництва об'єктів промислового і цивільного призначення, реконструкції та капітального ремонту об'єктів у експлуатації;
- скороченням тривалості будівництва та збільшенням строків експлуатації об'єктів завдяки впровадженню нових технологій, конструкцій, обладнання та матеріалів;
- підвищенням соціального значення безпеки та зниженням ризиків аварій об'єктів за рахунок забезпечення якості та надійності їх будівництва та експлуатації;
- комплексним вивченням властивостей будівель, споруд і територій для складних умов експлуатації та ущільненої забудови перед початком будівництва;

- необхідністю створення системи раціональних технологічних рішень через методологічне забезпечення процесу технологічного проектування;
- інтенсифікацією інженерних вишукувань, підвищенням рівня проектного опрацювання з урахуванням особливостей ефективних методів вимірювання та обробки інформації;
- підвищенням якості та складності будівельно-монтажних робіт і технологій, а також рівня кваліфікації фахівців;
- збільшенням масштабів і значення складних проектів.

Технічні аспекти зведення та експлуатації будівель можливо характеризувати певними класифікаційними ознаками, наприклад: період будівництва, поверховість (малоповерхові, середньої, підвищеної поверховості, багатоповерхові, висотні), матеріал конструкцій (цегла, камінь, бетон, метал, дерево), конструктивна схема (безкаркасні, каркасні, неповнокаркасні), технологія зведення (великоблокові, великопанельні, каркасно-панельні, монолітні та каркасно-монолітні), тощо. В залежності від етапу життєвого циклу вони, відповідним чином, впливають на склад, обсяг та технологію вимірювань. Технічні аспекти за класифікаційними ознаками представлені у публікаціях відомих авторів: А.І. Гавриляка, В.І. Теличенка, В.К. Черненка, В.І. Торкатюка, І.В. Шумакова.

Процес зведення будівель з однаковими об’ємно-планувальними параметрами за різними технологіями передбачає різний склад та послідовність будівельних і вимірювальних операцій. Від способів їх поєднання залежать технологічні рішення і техніко-економічні показники вимірювальних та основних робіт, котрі впливають на строки і якість будівництва, а також тривалість етапу експлуатації будівель. На етапі експлуатації технологія та якість їх зведення опосередковано впливає на обсяги та склад інструментальних обстежень. Питання технології будівельного виробництва, контролю та забезпечення якості робіт, як його складових, наведено у працях А.А.

Афанасьєва, В.С. Балицького, Д.Ф. Гончаренка, О.І. Менейлюка, В.В. Савйовського.

Організаційні аспекти метрологічного забезпечення вимірювальних робіт, що впливають на організацію зведення та експлуатації будівель регулюється вимогами чинного законодавства, нормативних документів, технічних регламентів шляхом: встановлення переліку вимірюваних параметрів і оптимальних норм точності; забезпечення метрологічного нагляду; уповноваження підприємств на проведення вимірювань; оцінки відповідності, повірки, калібрування та ремонту засобів вимірювань; впровадження методик вимірювань та нормативних документів; організації зведення та експлуатації будівель з урахуванням вимог до вимірювань; проведення метрологічної експертизи технічної документації; планування робіт з метрологічної діяльності; кадрового та матеріально-технічного забезпечення вимірювальних робіт, раціональної та безпечної організації праці виконавців, комплексної безпеки будівель. Питання організації вимірювальних робіт та принципи метрологічної діяльності щодо єдності вимірювань та їх метрологічної простежуваності закріплені на законодавчому рівні, наведені в Законах України та нормативних документах. При цьому питання організації вимірювальних робіт, як частини процесу організації будівельного виробництва, висвітлено недостатньо, потребує вивчення та розвитку.

Економічні аспекти вимірювальних робіт, що впливають на технологію і організацію робіт життєвого циклу, можливо оцінити методами визначення ефективності технологій, що наведено у працях С.С. Атаєва, С.Є. Канторера, М.С. Канюки та інших на прикладі: – обґрунтування ефективності застосування машин у будівництві шляхом порівняння їх техніко-економічних показників; – визначення продуктивності машин з урахуванням погодинних режимів роботи, класифікації видів і норм продуктивності; – визначення показників для розрахунків ефективності механізації шляхом урахування капітальних вкладень, витрат на експлуатацію, собівартості і трудомісткості робіт та

додаткових технічних показників; – встановлення області ефективного застосування та вибору доцільних варіантів механізації[22].

Однак, вказані методи призначені для визначення ефективності механізації. Питання обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах життєвого циклу вивчено недостатньо. Це об’єктивно призводить до недооцінки ролі вимірювальних робіт у складі технологічних процесів і, як наслідок, зниження експлуатаційної придатності будівельних об'єктів.

У дослідженнях А.І. Білоконя, М.С. Болотських розглянуто організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції, представлена цілісна методологія досліджень та обґрунтування ефективності застосування машин, комплектів і парків машин у будівництві, наведені критерії вибору техніко- економічних показників для визначення ефективності механізації та автоматизації, визначення продуктивності машин і їх комплектів у будівництві. Визначені особливості режимів роботи будівельної техніки, класифікація видів та норм її продуктивності[23]. Авторами обґрунтовано, що техніко-економічні показники для визначення економічної ефективності механізації й автоматизації будівництва слід підрозділяти за вагомістю та галуззю застосування на основні та додаткові (спеціальні). Основні показники носять загальний характер, мають найбільш широке застосування.

Вони застосовуються при оцінці будь-яких варіантів механізації і автоматизації, найбільш вагомо й повноцінно відображають результати, отримані при порівнянні розглянутих рішень, і найбільшою мірою, при спільному урахуванні, характеризують критерій ефективності. Додаткові (спеціальні) показники застосовують у випадках, коли потрібно додатково до основних врахувати вплив специфічних рис і конкретних особливостей, властивих окремим напрямкам механізації і автоматизації та розглянутим видам і типам машин та обладнання. Однак автори не торкались проблем

організаційно-технологічного обґрунтування ефективності засобів, заходів та технологій вимірювальних робіт, до яких можуть бути застосовані наведені методи досліджень та розрахунку.

У працях А.Х. Байбурина розглянуті питання впливу якості будівництва та стану довкілля на інтенсивність процесу зношення і руйнування матеріалу будівельних конструкцій на етапах будівництва та експлуатації будівель. Проведено аналіз критичності дефектів, статистичну оцінку якості та безпеки будівельних технологій. Встановлено, що з початку експлуатації усі елементи і конструкції будівель змінюються, поступово знижуючи свою міцність. Це відбувається під впливом фізико-механічних і хімічних чинників (неоднорідність матеріалів, підвищення навантажень, попеременне зволоження і висушування, періодичні заморожування і відтавання, різкі перепади температур, дія солей і кислот, вилуговування, корозія металу, загнивання деревини, стирання конструкцій, тощо).

Відбуваються поступові зміни структури і властивостей матеріалів. Це має враховуватись у проекті при розробці конструкцій, вузлів та виборі матеріалів[24].

А.Д. Єсипенко у праці продовжувала дослідження системи забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. У праці О.Ф.

Осиповим запропонована методика оцінки чинників впливу на параметри технологічних процесів при будівництві з поруч існуючими об’єктами. У наведених дослідженнях розглянуті питання динаміки розвитку пошкоджень та можливість їх впливу на експлуатаційну придатність будівель та споруд, але не знайшли достатнього відображення організаційно-технологічні аспекти застосування інструментальних методів реєстрації змінюваних параметрів впливу та їх наслідків на будівельний об’єкт.

У працях провідних вчених в галузі геодезичних вимірювань В.Д. Большакова, Х.К. Ямбаева, Г.А. Шеховцова сформульовані комплексні методологічні рішення щодо точності вимірювальних робіт у будівництві, наведено методи обґрунтування вимірювальної точності спостережень при

експлуатації будівель, відпрацьовані теоретичні та практичні засади системного, раціонального використання вимірювань при контролі якості.

Б.Н. Жуков у дослідженнях проаналізовано експлуатаційні вимоги до діагностування технічного стану об’єктів геодезичними методами.

Встановлено, що система діагностування реалізує алгоритм сукупності та послідовності перевірок об'єкту і правил аналізу отриманих даних.

Проведено класифікацію методів контролю. Рекомендовано застосовувати неперервний, періодичний, летючий, суцільний та вибірковий методи контролю. Наведено норми точності та допуски при контролі технічного стану об'єктів для пасивного методу (контроль постійних параметрів), або активного методу (контроль змінних параметрів). Автором встановлені закономірності планування строків проведення контролю осідань для різних видів ґрунтів, але аналіз та дослідження ґрунтувалися на вимогах до точності геодезичних вимірювань у залежності від нормативних допусків[25]. Не досліджувались негеодезичні методи вимірювань, тривалість, трудомісткість та інші організаційно-технологічні аспекти визначення параметрів будівель, споруд і території забудови.

У працях В.Г. Тишина розглянуті теоретичні принципи опису факторів впливу якості проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд на ризик аварій протягом життєвого циклу будівельних об'єктів.

Систематизовано причини аварій та фактори ризику. Узагальнюючим критерієм ризику визначено витрати на будівництво, безпеку експлуатації та ліквідацію збитків при аваріях. Методом управління ризиком визначено оптимізацію витрат для забезпечення його мінімального значення. Вказано, що отримання у достатньому обсязі інформації про складну систему «споруда–оточуюче середовище» потребує значних витрат, тому запропоновано оцінювати уразливість будівель до негативних факторів впливу на підставі нечітких експертних висновків. На підставі цього тлумачення робимо висновок, що зменшення витрат на отримання інформації про стан системи «споруда–оточуюче середовище» є актуальною задачею. У згаданих

дослідженнях наведено нечітко-логічне представлення оцінки уразливості територій при підтопленні та будівель в умовах невизначеності, але не розглянуте питання щодо необхідних та достатніх обсягів такої інформації для різних факторів впливу, методів її отримання та використання, організаційно-технологічних аспектів та техніко-економічних показників застосування інформаційно-вимірювальних систем.

У джерелах І.Г. Іваник та В.С. Балицький призначають періодичність планових обстежень з умови можливості підтримання робочого стану об’єкта до наступного обстеження. Автори пропонують визначати терміни обстежень з урахуванням: рівня безпеки, що характеризується надійністю, екологічною безпекою та агресивністю середовища; конструктивними особливостями, характеристиками основ; наявністю стаціонарної контрольно-вимірювальної апаратури; досвіду експлуатації подібних будівель. Дослідником Е.Г. Петровим у праці запропонована методика визначення періодичності обслуговування конструкцій на основі даних про їх надійність (інтенсивність відмов), що полягає у визначенні періодичності обслуговування та ремонту, при якій вірогідність безвідмовної роботи не менше заданої величини[26].

Автори С. Карлин та В. Стадден пропонували моделі випадкового процесу зміни параметрів стану досліджуваного технічного об'єкту, що дозволяє побудувати конус прогнозу, утворений двома найгіршими нижньою і верхньою реалізаціями, усередині якого на інтервалі прогнозу буде гарантовано знаходитися істинна реалізація випадкового процесу зміни досліджуваної системи. На відміну від традиційних вірогідностно- статистичних методів прогнозу така модель дозволяє отримувати рішення за відсутності відомостей про імовірнісні характеристики помилок спостережень. Модель дає можливість визначити деяку область, в межах якої гарантовано знаходитимуться параметри стану системи у будь-який заданий момент часу, має необхідні властивості незміщеності, однозначності і оптимальності. Результати прогнозу дозволяють призначати доцільні моменти контролю стану та ремонтно-відновлювальних робіт.

О.В. Абрамов, Е.Д. Хенли та Х. Кумамото у свій час для прогнозування техногенних ризиків у задачах забезпечення надійності технічних систем застосували функціонально-параметричний підхід. Ризик зв'язують з настанням випадкової (ризикової) події з можливого сімейства подій, що описують дану ризикову ситуацію. Ці події розподілені у часі і супроводжуються матеріальними, або іншими випадковими за величиною витратами. Ризик характеризується часом настання ризикової події і величиною заподіюваного збитку.

Основними математичними методами, що використовуються при конструюванні моделей є методи регресійного аналізу, методи та засоби прийняття рішень, оптимізації та моделювання в умовах невизначеності даних, що представлені у працях В.А. Перепелиці, Е.Г. Петрова, А.А. Самарського. Методологія формування блок-схем наукових досліджень з застосуванням математичної теорії планування експерименту, методи комплексної, багатофакторної оцінки для знаходження оптимального рішення, що базуються на принципах імовірнісного прогнозування та системній оцінці параметрів технологій представлено у дослідженнях Б.В. Смирнова, С.Д. Бешелева, О.Н. Дьячкової. Наведені методи та моделі можуть бути застосовані для прогнозу деформації будівель на етапі визначення впливу показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування.

Математико-статистичні методи прогнозування, розвиток теорії і практики ймовірносно-статистичного моделювання експертних методів прогнозування (в тому числі методів аналізу експертних оцінок, методів прогнозування в умовах ризику і комбінованих економіко-математичних і економетричних методів прогнозування), розробка процедур опитувань і обробки результатів, положення теорії вимірювань, методи математичної статистики, зокрема ранжування представлені у працях Б.Г. Литвак, В.В. Подиновського.

У дослідженнях Bryn M.J. наведено методику геодезичного моніторингу деформацій забудови прилеглої до території будівництва підземних споруд.

Концепція моніторингу інженерних споруд з використанням інструментальних методів розглянуто у праці Bryś H..

У дослідженнях Chen W.H. виконано теоретичний аналіз та експериментальні дослідження надійності висотної телевізійної вежі Гуанчжоу. Автором Groten E. наведено висновки та результати контролю положення об’єктів з використанням стаціонарних GPS-прймачів за територією прилеглої до забудови. У дослідженнях Glisic B. проаналіловано досвід застосування волоконно-оптичних методів контролю експлуатаційної придатності об’єктів. У публікації Glisic B. наведено методитку та результати інструментального моніторингу будівельних колон у процесі будівництва.

Таким чином, проведений аналіз досліджень багатьох вчених показав існування великого обсягу наукових результатів в даній галузі будівництва, але при цьому виявив і окремі проблеми, що вимагають подальших досліджень. Теоретичні та прикладні дослідження з технології інструментального визначення параметрів будівель, споруд та території забудови з урахуванням взаємозв’язку та взаємовпливу вимірювальних робіт з будівельними роботами та спостережень під час експлуатації об’єктів характеризуються своєю незавершеністю. Оптимізація організаційно- технологічних рішень у цьому напрямку виконана недостатньо[27].

Це стосується питань: – досліджень з визначення параметрів будівель і споруд на етапах проектування, будівництва та експлуатації як цілісної системи; – розробки та обґрунтування наукових класифікацій систем вимірювання параметрів об'єктів для різних умов їх будівництва та експлуатації;

– розкриття наукової сутності, характеру і ступеня впливу специфічних факторів експлуатації на режими і параметри життєвого циклу об’єктів; – розробки процесів прогнозування технологічних параметрів з використанням об’єктивної інформації, отриманої інструментальними методами на всіх етапах життєвого циклу; – моделювання технологічних систем вимірювань, здатних

забезпечувати надійне і ефективне зведення та експлуатацію будівель у складних, динамічних умовах.

Сутність наукової проблеми, що розглядається у дисертації, полягає у необхідності теоретичного обґрунтування системи концептуальних і теоретико-методологічних основ подовження терміну експлуатації, а також оптимізації організаційно-технологічних і техніко-економічних показників будівництва та експлуатації будівель і споруд за рахунок застосування ефективних методів вимірювань для своєчасного одержання та використання достовірної інформації, необхідної та достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу[28].

Потребують подальшого розвитку теоретико-методологічні дослідження оптимізації організаційно-технологічних, організаційно- технічних та техніко-економічних показників будівництва і експлуатації будівель, споруд і території забудови за рахунок застосування ефективних методів вимірювань для своєчасного одержання та використання достовірної інформації, достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу.

За результатами вивчення наукових джерел зроблені висновки щодо відсутності або необхідності поглиблення рішень таких проблемних завдань: – аналізу сучасного стану проблеми та загальних принципів впливу організації і технології вимірювань на формування системи забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд; – розкриття сутності теорії, методологічних принципів визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами;

– встановлення раціональних обсягів інструментальних вимірювань з урахуванням уразливості будівель і споруд при впливі факторів природнього та техногенного характеру на їх експлуатаційну придатність; – дослідження закономірностей впливу технології та організації вимірювальних робіт на тривалість технологічних процесів зведення об’єктів та на їх експлуатаційну придатність на всіх етапах життєвого циклу; – дослідження закономірностей

впливу технічних та технологічних показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування з подальшою розробкою методів прогнозування відмов у експлуатаційний період, оцінки ризиків несвоєчасного виявлення пошкоджень та обґрунтування точності спостережень за деформаціями; – визначення періодичності інструментальних вимірювань з урахуванням прогнозування процесів осідань, зсувів, динаміки рівня ґрунтових вод на початковому етапі життєвого циклу об’єкту та з урахуванням термінів ремонтно-відновлювальних робіт у процесі експлуатації;

– розробки методологічної структури обґрунтування трудовитрат та тривалості виконання вимірювальних робіт у процесі будівництва та експлуатації будівель і споруд; – розробки принципів нормування вимірювальних робіт у структурі системи експлуатаційної придатності об’єктів на всіх етапах життєвого циклу;

– розробки алгоритмічної структури моделювання комплексного процесу визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами з поєднанням окремих оптимізаційних параметричних моделей для підвищення ефективності вимірювальних робіт; – експериментального підтвердження методів формування проектних і виробничих рішень з удосконалення організації й технології вимірювальних робіт з використанням сучасних вимірювальних та інформаційних технологій[29].

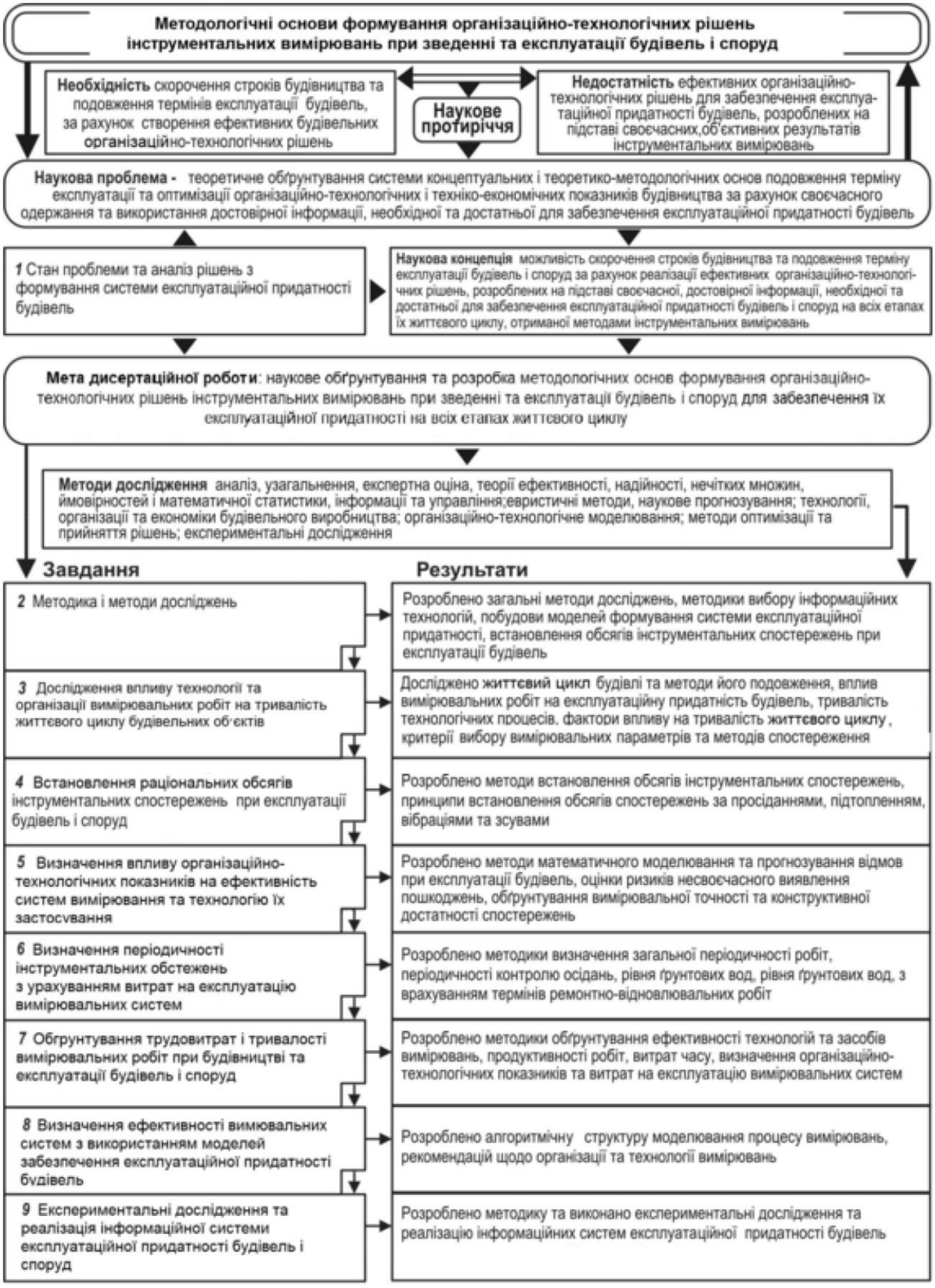
Встановлено, що методи обґрунтування ефективності у будівництві достатньо вивчені, але вони в основному прив’язані до визначення ефективності механізації. Питання обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель і споруд на всіх етапах життєвого циклу вивчено недостатньо. Це призводить до недооцінки ролі вимірювальних робіт у складі технологічних процесів і, як наслідок, зниження експлуатаційної придатності будівельних об'єктів.

Аналіз та узагальнення практичного досвіду і наукових досліджень з технології та організації вимірювальних робіт дозволили виявити ряд протиріч,

головним з яких приймаємо протиріччя між необхідністю підвищення ефективності будівельних та експлуатаційних процесів (скорочення строків будівництва/подовження термінів експлуатації будівель) за рахунок створення ефективних організаційно-технологічних рішень та недостатнім рівнем опрацювання організаційно-технологічних рішень для забезпечення якісного будівництва та надійної експлуатації будівель, розроблених на підставі своєчасних, об’єктивних результатів інструментальних вимірювань.

У якості основної ідеї, що дозволить вирішити зазначене наукове протиріччя, приймаємо положення про те, що своєчасна та достовірна інформація щодо параметрів будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу, яка отримана об’єктивними методами інструментальних вимірювань дозволить скоротити строки будівництва та подовжити термін експлуатації будівель і споруд за рахунок реалізації розроблених на її підставі ефективних організаційно-технологічних рішень.

У якості наукової гіпотези приймаємо положення про можливість скорочення строків будівництва та подовження терміну експлуатації будівель і споруд за рахунок реалізації ефективних організаційно-технологічних рішень, розроблених на підставі своєчасної, достовірної інформації, необхідної та достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу, отриманої методами інструментальних вимірювань. Загальна структурно-логічна схема дисертаційної роботи складається з послідовних етапів наукових досліджень для отримання результатів у відповідності до сформульованих завдань (рисунок 2.7).


Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд
Необхідність скорочення строків будівництва та подовження термінів експлуатації будівель, за рахунок створення ефективних будівельних організаційно-технологічних рішень
Наукове протиріччя
Недостатність ефективних організаційно-технологічних рішень для забезпечення експлуатаційної придатності будівель, розроблених на підставі своєчасних,об'єктивних результатів інструментальних вимірювань
Наукова проблема - теоретичне обґрунтування системи концептуальних і теоретико-методологічних основ подовження терміну експлуатації та оптимізації організаційно-технологічних і техніко-економічних показників будівництва за рахунок своєчасного одержання та використання достовірної інформації, необхідної та достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель
1 Стан проблеми та аналіз рішень з формування системи експлуатаційної придатності будівель
Наукова концепція можливість скорочення строків будівництва та подовження терміну експлуатації будівель і споруд за рахунок реалізації ефективних організаційно-технологічних рішень, розроблених на підставі своєчасної, достовірної інформації, необхідної та достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу, отриманої методами інструментальних вимірювань
Мета дисертаційної роботи: наукове обґрунтування та розробка методологічних основ формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд для забезпечення їх експлуатаційної придатності на всіх етапах життєвого циклу
Методи дослідження аналіз, узагальнення, експертна оцінка, теорії ефективності, надійності, нечітких множин, ймовірностей і математичної статистики, інформації та управління;евристичні методи, наукове прогнозування; технології, організації та економіки будівельного виробництва; організаційно-технологічне моделювання; методи оптимізації та прийняття рішень; експериментальні дослідження
Завдання
Результати
2 Методика і методи досліджень
Розроблено загальні методи досліджень, методики вибору інформаційних технологій, побудови моделей формування системи експлуатаційної придатності, встановлення обсягів інструментальних спостережень при експлуатації будівель
3 Дослідження впливу технології та організації вимірювальних робіт на тривалість життєвого циклу будівельних об'єктів
Досліджено життєвий цикл будівлі та методи його подовження, вплив вимірювальних робіт на експлуатаційну придатність будівель, тривалість технологічних процесів, фактори впливу на тривалість життєвого циклу, критерії вибору вимірювальних параметрів та методів спостереження
4 Встановлення раціональних обсягів інструментальних спостережень при експлуатації будівель і споруд
Розроблено методи встановлення обсягів інструментальних спостережень, принципи встановлення обсягів спостережень за просіданнями, підтопленням, вібраціями та зсувами
5 Визначення впливу організаційно-технологічних показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування
Розроблено методи математичного моделювання та прогнозування відмов при експлуатації будівель, оцінки ризиків несвоєчасного виявлення пошкоджень, обґрунтування вимірювальної точності та конструктивної достатності спостережень
6 Визначення періодичності інструментальних обстежень з урахуванням витрат на експлуатацію вимірювальних систем
Розроблено методики визначення загальної періодичності робіт, періодичності контролю осідань, рівня ґрунтових вод, рівня ґрунтових вод, з врахуванням термінів ремонтно-відновлювальних робіт
7 Обґрунтування трудовитрат і тривалості вимірювальних робіт при будівництві та експлуатації будівель і споруд
Розроблено методики обґрунтування ефективності технологій та засобів вимірювань, продуктивності робіт, витрат часу, визначення організаційно-технологічних показників та витрат на експлуатацію вимірювальних систем
8 Визначення ефективності вимювальних систем з використанням моделей забезпечення експлуатаційної придатності будівель
Розроблено алгоритмічну структуру моделювання процесу вимірювань, рекомендацій щодо організації та технології вимірювань
9 Експериментальні дослідження та реалізація інформаційної системи експлуатаційної придатності будівель і споруд
Розроблено методику та виконано експериментальні дослідження та реалізацію інформаційних систем експлуатаційної придатності будівель

2.3. Аналіз загальних методів досліджень

Принципи аналізу складних систем у контексті вивчення впливу факторів на об’єкти досліджень застосовуються й до самого процесу дослідження. Це дозволяє логічно обґрунтувати зміст і послідовність досліджень, виділити та формалізувати їх етапи.

Дослідження проводилися за циклічною схемою, при цьому кожен наступний цикл виконувався на більш високому рівні завдяки новій науково-технічній інформації та ідеям. Планування загальної методики досліджень ґрунтувалося на методологічних працях відомих українських та зарубіжних вчених, таких як С.С. Атаєв, А.І. Білоконь, М.С. Болотських та інші. Вони використовували різні теорії та методи, зокрема функціональні системи, математичне моделювання, ймовірнісно-статистичний аналіз, структурний аналіз і імітаційне моделювання технологій та організації будівництва для розв'язання багатофакторних завдань.

Результати цих досліджень відображають цілі та завдання розробки раціональних організаційно-технологічних систем, що відповідають вимогам науково обґрунтованої методології оптимізації організаційно-технологічних рішень у сфері інструментальних вимірювань. Для оцінки структури цієї методології використовувалася загальна теорія систем. Загалом, цей підхід до досліджень відрізняється включенням наукових досліджень, вишукувальних робіт та аналітичних методів з встановленням зворотного зв'язку між етапами вимірювальних робіт та фазами життєвого циклу. Такий підхід спрямований не на окремі види робіт, а на відповідний етап або весь життєвий цикл об'єкта, що є позитивним у порівнянні з попередніми концепціями.

Цілісність системи розуміється не як зведення її властивостей до сукупності властивостей окремих компонентів (що математично виражається як неадитивність відповідних моделей). Наявність тільки зворотних зв'язків є недостатньою для створення цілісної системи. Необхідно забезпечити

ізоморфність організації системи і підсистем, визначити ієрархію структур, наявність певних числових закономірностей між показниками структур різних рівнів, використовувати закони симетрії і збереження при взаємодії компонентів. Окремі методи дослідження, а саме, аналітико-евристичні, структурний аналіз, проектування технології і організації будівництва потребують корекції стосовно взаємовпливу основних та вимірювальних робіт.

Різноманіття вимог до технології та організації будівництва передбачає багатофакторний вибір оптимального варіанту. Комплексна, багатофакторна оцінка, яка дає можливість знаходження оптимального рішення *A0*, базується на таких положеннях: знайдене рішення повинно належати до множини допустимих рішень $\bar{A}$; знайдене рішення повинно мінімізувати вектор оціночних показників *X* при наявних обмеженнях.

Модель оцінки організаційно-технологічних рішень виглядає, як

$$A^0 = \{a^0\} = \Upsilon\varphi^{-1} opt(x(a), \lambda), a \in A. \qquad (2.1)$$

При цьому вирішуються завдання концептуального характеру: визначення областей компромісу, або областей допустимих рішень; визначення схеми і аксіоматики компромісу; нормалізація оціночних показників; облік пріоритетності показників.

Завдання вибору варіанту з оптимальними значеннями всіх показників, вирішується в межах області згоди A^S. Вибір варіанта характеризується екстремальними для конкретної ситуації значеннями техніко-економічних параметрів. Для цього виділяється область компромісів, в якій будь-яке рішення $a \in A$ можна поліпшити без погіршення якості оціночного показника. Область компромісу встановлюється на основі власних властивостей: $(a, X \longrightarrow) A$. Для вибору раціональних рішень використовується математична модель в просторі оціночних показників, що базується на принципі оптимальності: рішення α краще рішення α^1 якщо $X(a) \geq X(a^1)$.

Нормалізація зводиться до перетворення матриці результатів *P=[Xij]* з різнорозмірними величинами оціночних показників в матрицю P з їх

нормалізованими величинами, що виконується методами нормалізації векторів, трансформації шкали, за величиною відхилення від ідеального значення.

У відповідності з основними принципами аналізу складних систем на основі загальної методології формування блок-схем наукових досліджень з застосуванням математичної теорії планування експерименту, визначено етапи, які показані на блок-схемі досліджень (Рисунок 2.7).

Використання економіко-математичного моделювання для обґрунтування і прийняття управлінських рішень в організації та технології виконання робіт протягом життєвого циклу стимулювало розвиток досліджень в цьому напрямку. Досліджувані фактори впливу можна формалізувати, використовуючи сучасний математичний апарат та методи математичного моделювання.

Математична модель об'єкта (організаційно-технологічний процес, фактор впливу) містить три групи елементів: вихідну характеристику об'єкта – вектор $Y = (yj);$ характеристики змінних зовнішніх, щодо об'єкта, умов – вектор $Y = (yj);$ сукупність внутрішніх заданих параметрів об'єкта A. Модель відтворює вплив наявних обставин щодо досліджуваного об'єкта - X («входу») на вихідні характеристики моделі – Y («виходу»), тобто, задаючи значення «входу» $X,$ можна отримати значення «виходу» Y .

$$Y = A\ (X). \qquad (2.2)$$

Побудувати модель означає знайти оператор A, який пов'язує X і Y.

До функціональних моделей належать, наприклад, економетричні моделі. У загальному вигляді економетрична модель представлена, як

$$Y = A\ (X, u), \qquad (2.3)$$

де X – вхідні показники; u – випадкова або стохастична складова.

Показники X частіше бувають детермінованими. Адитивна складова u - випадкова змінна (також стохастична). Стохастичний зв'язок має місце, якщо кожному значенню факторного показника відповідає деяка множина

результуючих показників. Прикладом такої залежності можуть бути регресійні рівняння, які використані в даній роботі.

Розглядаються декілька видів економетричних моделей: адитивна, в якій фактори входять у вигляді алгебраїчної суми; мультиплікативна, в яку фактори входять у вигляді множення; кратна, що представляє собою відношення факторів; змішана, в яку фактори входять в різноманітних комбінаціях. Економетрична модель в даному випадку рівняння або система рівнянь, які описують кореляційно-регресійний зв'язок між показниками, один або декілька з них є залежною змінною, інші - незалежними. У загальному вигляді економетрична модель має вигляд

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m, u), \qquad (2.4)$$

де y - залежна, xj (j = 1, 2, …, m) незалежна змінні, u – стохастична складова.

Побудова економетричної моделі здійснюється як послідовність певних кроків: встановлення причинно-наслідкового зв'язку між досліджуваними показниками; вибір найбільш істотних ознак, встановлення виду і форми функції зв'язку; знаходження параметрів функції зв'язку; оцінка достовірності отриманих результатів; аналіз і прогнозування значень результуючої ознаки.

Модель базується на теоретичному аналізі взаємозв'язків і емпіричної інформації. Теоретична інформація знаходить відображення в специфікації моделі (аналітичній формі моделі). На основі дослідження факторів вона складається з функцій, які використовуються для побудови моделей, має ймовірнісні характеристики, які властиві стохастичними залишкам моделі[23].

Вибір аналітичної форми економетричної моделі не може розглядатися без перерахування незалежних змінних, тому специфікація моделі передбачає відбір факторів для економетричного дослідження. Основними математичними методами, що використовуються при конструюванні моделей є методи регресійного аналізу, які доцільні також для прогнозу деформації будівель на

етапі визначення впливу показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування.

Важливим показником ефективності будівництва та експлуатації є тривалість виконання робіт, прогнозування якого необхідно для зниження їх вартості. У роботі розглянуто поведінку даного параметра з використанням засобів обґрунтування витрат часу та інформаційних технологій. Основними завданнями в цій частині досліджень є розробка, вивчення і застосування математико-статистичного прогнозування за даними вимірювань; розвиток теорії і практики ймовірносно-статистичного моделювання експертних методів прогнозування (в тому числі методів аналізу експертних оцінок; методів прогнозування в умовах ризику і комбінованих економіко-математичних і економетричних, методів прогнозування).

Статистичних даних про ступінь впливу більшості чинників на тривалість етапів життєвого циклу, не існує. Для вирішення даного завдання використано метод експертної оцінки, коли експертами проводиться інтуїтивно-логічний аналіз проблеми з якісною і кількісною оцінкою і формальною обробкою результатів, який передбачає виконання наступних умов: експерт має більший обсяг раціонально обробленої інформації, і тому може розглядатися як джерело якісної інформації; групова думка експертів близька до справжнього розв'язання проблем. Якщо ці умови справедливі, то при розробці процедур опитувань і обробці результатів можуть бути використані положення теорії вимірювань та математичної статистики, зокрема ранжування, парне порівняння, послідовне порівняння, безпосередня оцінка.

Репрезентативність результатів залежить від кількості і компетентності фахівців. Вирішальне значення для забезпечення достовірності результатів експертного оцінювання має їх обробка. Отримання групової експертної оцінки шляхом підсумовування індивідуальних оцінок з вагою компетентності й важливості показників при зміні властивостей оцінюваних об'єктів ґрунтується на гіпотезах про виконання приватного принципу Парето (оцінювані об'єкти не помітні в груповому відношенні, якщо вони не помітні у всіх індивідуальних

оцінках) і аксіом теорії корисності фон Неймана-Моргенштерна. Коефіцієнти компетентності експертів обчислюють апостеріорі в залежності від ступеня узгодженості індивідуальних і групових оцінок.

Одним з поширених колективних методів експертних оцінок є ранжування. Експертам пропонується провести ранжування в порядку зростання (спадання) значущості факторів. При цьому кожному фактору присвоюється свій ранг. Ранги позначаються порядковими числами натурального ряду. При цьому ранг 1 привласнюється найбільш значимому чиннику. Якщо експерт вважає, що всі об'єкти розрізняються між собою, він привласнює кожному об'єкту свій, відмінний від інших, ранг, а якщо серед об'єктів є такі, у яких оцінювана властивість однотипна, їм привласнюються однакові ранги.

Отримані відповіді та оцінки систематизують, факторам привласнюють ранг, який відповідає його частоті. Оскільки в деяких випадках ранги, привласнені експертами одного чи іншого фактору, збігаються, проводиться стандартизація рангів *Rij* приведення рангових оцінок експертів до виду, що можна порівняти. Стандартизовані ранги визначають за формулою

$$R_{ij}^{S\tan d} = \frac{R_{ij} D_{total}}{D_i}, \qquad (2.5)$$

де R_{ij} – значення i-го рангу j-го фактора; D_{total} – сума членів ряду явищ або фактора; D_{total} – сума рангів, привласнена i-им експертом за всіма чинниками

$$D_i = \sum_{j=1}^{n} R_{ij} \ . \qquad (2.6)$$

Значення суми членів ряду факторів D_{total} знаходилося із співвідношення

$$D_{total} = n(m+1)/2, \qquad (2.7)$$

де n - загальне число експертів в групі; m - загальне число факторів.

Оцінка ступеню узгодженості думки експертів здійснюють за допомогою коефіцієнта конкордації (згоди) за формулою

$$K_{konk} = \frac{K}{K_{max}}, \qquad (2.8)$$

де K_{konk} – коефіцієнт конкордації; K – сума квадратів алгебраїчних різниць; K_{max} – максимально можливе значення суми квадратів алгебраїчних різниць.

Якщо K_{konk} прагне до нуля, то думки експертів повністю не узгоджені, а якщо коефіцієнт наближається до одиниці, наявна єдність думок експертів.

Подальшу роботу з групою експертів доцільно проводити, якщо $K_{konk} \geq 0{,}40$. У випадку $K_{konk} < 0{,}40$, оцінювані параметри близькі один до одного, або експерти запропонували компенсуючий порядок ранжирування, тобто не змогли прийти до єдиної думки. Прийнятність отриманих експертних оцінок визначалася шляхом порівняння критерію значущості $X^2_{факт} = n(m\text{-}1)K_{konk}$ з табличним значенням $X^2_{табл}$ при ступенях свободи $(m\text{-}1)$ і рівні значущості α=0.05. Якщо отримане розрахунковим шляхом значення дорівнює, або вище табличного, то коефіцієнт конкордації істотний і думки експертів узгоджені з надійністю 0,95.

Для формального опису залежності досліджуваної характеристики Y від кількісних змін врахованих факторів x_i виконувалося m спостережень за кількісними змінами цих факторів і відповідною реакцією результуючої ознаки Y. За результатами отримаємо систему статистичних даних зміни досліджуваних факторів і відповідних результатів[24]. Після обробки даних залежність результуючої ознаки Y від зміни факторних ознак x_i становить

$$Y_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 .. b_nx_n, \qquad (2.9)$$

де b_1 - коефіцієнти регресії, визначені на підставі обробки початкових даних.

При відборі факторів для кореляційного аналізу: враховують причинно-наслідкові зв'язки між показниками; відбирають найбільш значущі фактори, які здійснюють вирішальний вплив на результуючу ознаку; не враховують фактори, що мають критерій надійності за Ст’юдентом менший за табличний;

фактори повинні мати можливість бути кількісно виміряними; в кореляційну модель не включають взаємопов'язані фактори, зв'язок яких за результуючою ознакою носить функціональний характер.

Відбір факторів здійснювався в дві стадії: теоретичний аналіз взаємозв'язку результату і кола факторів; кількісний аналіз, який виконується на основі матриці побудованих коефіцієнтів кореляції, матриці приватних коефіцієнтів кореляції. Матриця парних коефіцієнтів кореляції дозволяє виявити фактори, які тісно пов'язані з результатом і корелюють між собою.

Середньоквадратичне відхилення (критерій однорідності інформації), розраховувалося для кожного факторного і результуючого показника.

Середньоквадратичне відхилення σ (абсолютне відхилення індивідуальних значень x_i від середнього арифметичного x) розраховують за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n}} \quad , \tag{2.10}$$

де n – кількість значень факторного показника.

Коефіцієнт варіації V, який характеризує відносну міру відхилення окремих значень від середньоарифметичного, визначався за формулою

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \, . \tag{2.11}$$

При цьому враховувалося, що зміни варіаційного ряду незначні, якщо варіація не перевищує 10%, середні – 10÷20%, значні, якщо в межах 20÷33%.

Відповідно до закону нормального розподілу основна маса досліджуваних значень за кожним показником згрупована близько її середнього значення. Показник асиметрії A та її похибка m_a визначалися

$$A = \frac{\sum\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n\sigma^2} \quad , \tag{2.12}$$

$$m_a = \sqrt{\frac{6}{n}} \, . \tag{2.13}$$

Показник ексцесу E і його похибка m_k розраховувалися за формулами

$$E = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n\sigma^4}, \quad (2.14)$$

$$m_e = \sqrt{\frac{24}{n}}. \quad (2.15)$$

При симетричному розподілі $A = 0$. Відмінність від нуля вказує на асиметрію в розподілі даних близько середньої величини. Негативна асиметрія свідчить про переваження даних з великими значеннями.

Позитивна асиметрія показує, що частіше зустрічаються дані з невеликими значеннями. У нормальному розподілі показник ексцесу $E = 0$. Якщо $E > 0$, то дані щільно згруповані близько середини, утворюючи гострі вершини. Якщо $E > 0$, то крива розподілу є плосковершинною. Після вибору факторів і оцінки вихідних даних виконувався процес моделювання зв'язку між факторними і результативними показниками.

Етапи побудови регресійної моделі це: побудова матриці коефіцієнтів парної кореляції; вибір виду моделі і чисельна оцінка її параметрів; перевірка якості моделі; оцінка впливу окремих факторів на основі моделі.

Вибір факторів, що впливають на досліджуваний показник, проводиться на підставі аналізу вимірювальних процесів. Виключення частини факторів здійснюється на основі аналізу парних коефіцієнтів кореляції і оцінки їх значимості. Коефіцієнт парної кореляції визначається за формулою

$$r_{y,x} = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (x - \bar{x})^2}}, \quad (2.16)$$

де x , y – середнє значення факторної та результативної ознак.

Значення коефіцієнтів парної кореляції лежить в інтервалі від -1 до +1.

Його позитивне значення свідчить про прямий зв'язок, негативне – про зворотній, тобто коли зростає одна змінна, інша зменшується. Зв'язок вважається досить сильним, якщо коефіцієнт кореляції за абсолютною

величиною перевищує 0,7 і слабким, якщо менше 0,4. Для оцінки значущості коефіцієнта кореляції застосовується критерій Ст’юдента.

Побудова моделі зв'язку та оцінка її значущості включають: визначення параметрів моделі методом найменших квадратів; побудову рівняння зв'язку методом покрокового регресійного аналізу; перевірку адекватності регресійної моделі досліджуваного процесу; перевірку значущості коефіцієнтів регресії при факторних ознаках, які увійшли в модель, на основі критерію Ст’юдента; перевірку значущості рівняння регресії на основі *F*- критерію Фішера.

За результатами аналізу вибирають залежності, які дозволяють з достатньою точністю оцінити вплив систематизованих факторів на техніко-економічні параметри робіт.

3. ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ВИМІРЮВАННЯ. СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ

3.1 Аналіз методики інструментально-експерементальних досліджень

Для забезпечення ефективної експлуатації будівель і споруд необхідно розробляти алгоритми, що включають:

- Оцінку ризиків пошкоджень та визначення уразливості об’єктів будівництва з урахуванням потенційних загроз.
- Вибір методів і засобів контролю технічного стану, контрольованих параметрів і періодичності їх перевірки.
- Організацію вимірювальних робіт залежно від ступеня уразливості будівлі, включаючи вимірювання параметрів, визначених під час проектування та аналізу уразливості до запланованого терміну проведення ремонтних робіт.
- Визначення можливих збитків від несвоєчасного виявлення пошкоджень.

Методика експериментальних досліджень базується на наших вимогах до організаційно-технологічного проекту, що визначає параметри будівель, споруд і території забудови за допомогою інструментальних методів.

Проектування вимірювальних робіт ґрунтується на основних рішеннях щодо схем фундаментів і конструкцій, генеральному плану будівництва, інженерних вишукуваннях, класах наслідків і складності, умовах експлуатації та впливах на об’єкт і довкілля, а також на вимогах до точності і методології вимірювань.

Пояснювальна записка містить інформацію про назву об’єкта, його місцезнаходження, обґрунтування необхідності визначення параметрів, види конструкцій для контролю, діапазон та максимально допустимі значення

відхилень і деформацій, розрахунок точності вимірювань, вимоги до технології та приладів.

Основні вимоги до розробки рішень з улаштування систем вимірювань передбачають визначення конструкцій, що підлягають вимірюванням; встановленні місць з поверховим планом розташування вимірювального обладнання, устаткування та приладів; виборі поверхів, де монтується вимірювальне обладнання; обґрунтуванні конструктивних рішень щодо методів кріплення та захисту елементів системи вимірювань під час їх експлуатації.

Серед основних вимог до технологічної частини проекту вимірювальних робіт – характеристика і обґрунтування рішень щодо прийнятих методів та технології вимірювань; дані про техніко-економічні показники вимірювальних робіт; рекомендації з експлуатації вимірювального обладнання, устаткування та приладів з урахуванням умов їх використання.

Для вимірювального обладнання необхідно виконати обґрунтування вибору його видів; установити необхідну кількість та комплектність обладнання; запроектувати рішення щодо проведення повірок обладнання, устаткування та приладів. Графічна частина включає схеми розташування обладнання, устаткування та приладів; плани поверхів та розрізи з місцями улаштування обладнання; принципові схеми улаштування вимірювального обладнання, ув‘язаного з схемами інженерного обладнання; конструктивні рішення щодо кріплення та захисту елементів системи вимірювань. Крім цього визначають кількість та кваліфікацію фахівців; вимоги до зберігання обладнання; періодичність виконання вимірювальних робіт. Кошторисна документація складається відповідно нормативних документів та підтверджується обсягами вимірювальних робіт[25].

Після завершення складається технічний звіт з вимірювальних робіт: пояснювальна записка; розрахунок точності; схеми розміщення устаткування, обладнання та приладів; методика вимірювальних робіт з визначення параметрів; обробка даних; аналіз отриманих даних; висновки та рекомендації.

Об’єкти реалізації інформаційної системи оцінювання експлуатаційної придатності.

Об’єктом реалізації інформаційної системи експлуатаційної придатності будівель і споруд було обрано Національний спортивний комплекс «Олімпійський» (далі НСК) у Києві на етапі підготовки спортивних споруд до футбольного чемпіонату «Євро–2012». На ньому було впроваджено комплексну систему з інструментальних вимірювань стану відповідальних конструкцій як в період реконструкції, так і в процесі його подальшої експлуатації.

Обґрунтування важливості заходів з вимірювань базувалося на: – необхідності раннього виявлення загроз виникнення надзвичайних ситуацій при експлуатації НСК; – високому рівні відповідальності об’єкта, що визначається можливими катастрофічними соціальними наслідками руйнування споруди при проведенні спортивних заходів з участю великої кількості глядачів; – необхідності своєчасної перевірки відповідності фактичних значень технічних параметрів конструкцій і вузлів їх проектним значенням[26].

Частинами НСК, можливість руйнування яких несе загрозу надзвичайних ситуацій, були другий ярус трибун для глядачів, який змонтовано на 80 залізобетонних опорах, вантове покриття, його металеві несучі колони та дах, що покриває другий ярус. Дах базується на 80 металевих колонах, на яких змонтовано верхнє та нижнє стиснуті кільця з радіальними вантами, які підтримують внутрішнє розтягнуте кільце. Дах покритий мембраною із спеціальної плівки. На рисунку 3.1 наведено зовнішній вид стадіону зверху на початок реконструкції, а на рисунку 3.2 – після її закінчення.



Рисунок 3.1 - Зовнішній вид стадіону зверху на початок реконструкції



Рисунок 3.2 - Зовнішній вид стадіону після реконструкції

У процесі реконструкції значну увагу приділяли надійності існуючих залізобетонних опор та складок другого ярусу трибун, що залишаються в подальшій експлуатації, тому автоматична система вимірювань відслідковувала їх положення в просторі, оцінювала стійкість та виявляла можливі деформації. Контролю підлягали підпірні стіни схилів навколо стадіону, які виконані у складних гідрогеологічних умовах. Досліджувались стабільність положення пунктів геодезичної мережі та при виявленні деформацій виконувалось корегування вихідних координат пунктів.

Виконувався інструментальні вимірювання конструкцій верхнього ярусу трибун з урахуванням впливу будівельно-монтажних робіт у VIP-зоні, зоні уболівальників, холодній зоні, у т. ч.: контролювались осідання залізобетонних опор (нерівномірне, відносне осідання), відхилення від вертикалі опор, кручення ригелів опор, тощо. Проводився інструментальний контроль точності геометричних параметрів металоконструкцій покрівлі та контроль їх планово-висотного положення. Контроль точності планово- висотного положення металевих конструкцій виконувався під час підняття та закріплення вантової системи покрівлі та під час збільшення навантаження на них шляхом визначення координат контрольних точок, що закріплені на стиснутих кільцях та вантовому кільці.

Інструментальний контроль точності геометричних параметрів конструкцій VIP-зони було проведено для фундаментів і ростверку, арматурних виробів, залізобетонного каркасу, конструкцій нижнього ярусу трибун,

конструкцій верхнього ярусу трибун, елементів конструкцій паркінгу (вертикальних елементів, сходів, перекриття, гранітного мощення).

Було проведено інструментальне контрольне знімання ростверків «холодної зони», вибіркові вимірювання планово-висотного положення новозбудованих підпірних стін. Інструментальному контролю підлягали також конструкції «італійського дворика», «зони преси», «зони автобусів», «зони кухні»: стін, колон, перекриттів, конструктивних елементів, бетонної підготовки, чистих підлог, стяжки, гранітного мощення, водовідвідних лотків, конструкції об'їзної дороги, естакади, турнікетів, конструкції зовнішніх сходів, спортивної арени, футбольного поля, легкоатлетичних доріжок та секторів.

Контрольне геодезичне знімання інженерних мереж виконувалось на етапі перевірки виконавчих креслень і контролю відповідності збудованих мереж з узгодженим проектом.

Створення планово-висотної геодезичної мережі.

На етапі підготовчих робіт підрядником було отримано вихідну планово-висотну мережу, використання якої було ускладнено через: – необхідність розвитку мережі від внутрішньої до зовнішньої; – відсутність місць закріплення пунктів зовнішньої мережі; – фундаментальні репери на глибину до стійких порід ґрунтів; – складні технологічні умови будівельного майданчику з використанням великої кількості важкої спецтехніки; – складність забезпечення прямої видимості між пунктами кожного циклу вимірів; – складні геологічні умови та водну насиченість ґрунтів, що впливало на стійкість пунктів мережі; – високу проектну та технологічну точність вимірювальних робіт, особливо при монтажі елементів покрівлі стадіону.

Удосконалення вихідної планово-висотної мережі виконувалось поетапно, виходячи з технології виконання будівельно-монтажних робіт, що дозволило поступово збільшувати кількість пунктів, необхідних для виконання розмічувальних робіт. Для виконання розмічувальних робіт конструкцій нижнього ярусу на полі стадіону було улаштовано внутрішню планово-висотну мережу із 7 пунктів. Положення пунктів геодезичної розмічувальної системи на

стадіоні представлено на рисунку 3.3. Під час виконання робіт було установлено, що ряд пунктів мають деформацію, тому додаткові пункти В1, В2, В3, В4 було виконано палями глибиною 8 м з спиранням на стійки породи ґрунту, що дозволило згущати геодезичну мережу до необхідної щільності.

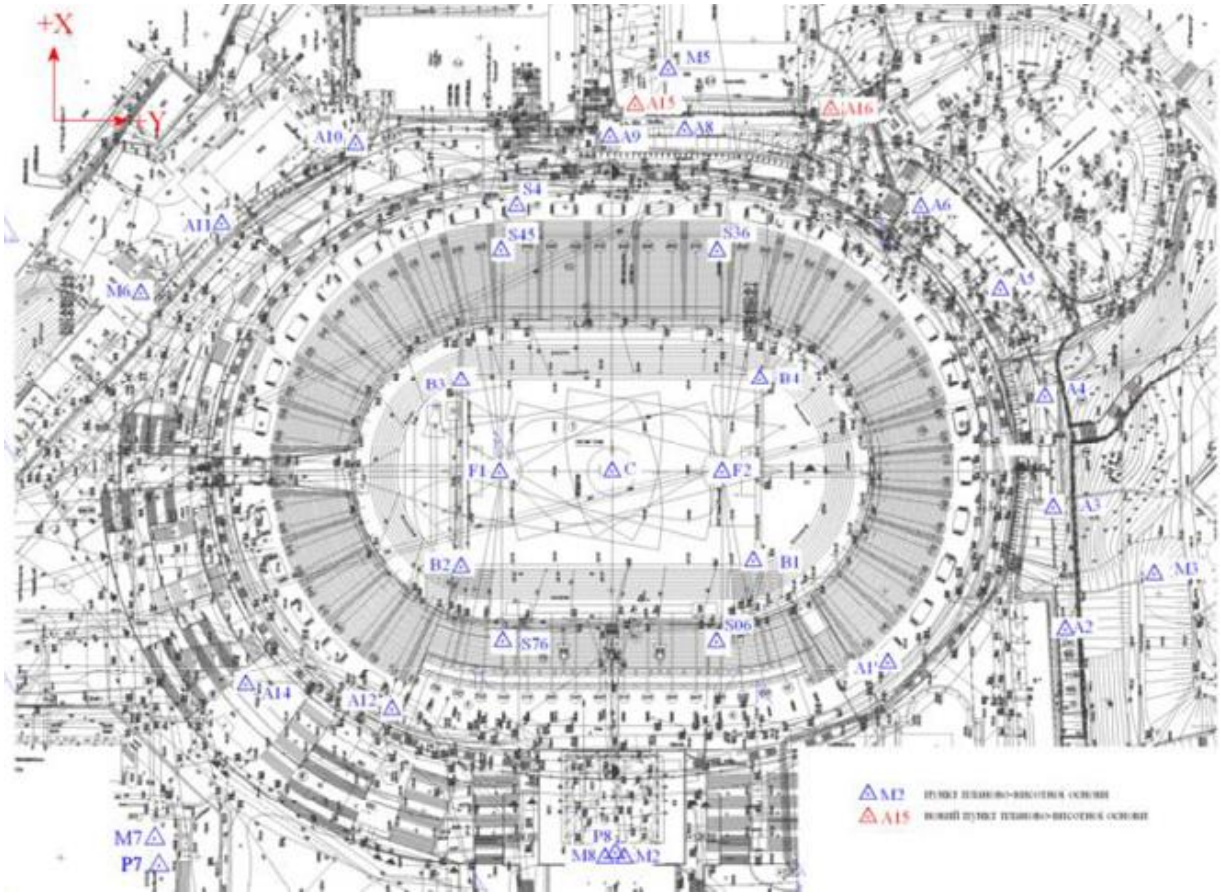


Рисунок3.3 – Розміщення пунктів геодезичної розмічувальної системи

Для забезпечення проектної точності монтажу металевих колон була улаштована зовнішня планово-висотна мережа, пункти якої були розміщені на будівлях навколо стадіону, конструкціях Черепанової гори, на естакаді об’їзної дороги. При цьому у зв’язку із щільними умовами будівництва пункти мережі постійно втрачались та відновлювались.

У зв’язку з організаційно-технологічною необхідністю перенесення вихідних пунктів за межі чаші стадіону додатково була розширена внутрішня планово-висотна мережа шляхом улаштування нових пунктів S36, S45, S05, S76 на конструкціях нижнього ярусу трибун[27].

У період виконання монтажу колон за рахунок впливу важкої будівельної техніки (кранів) пункти, що розміщені на полі стадіону, отримали деформації, тому були улаштовані нові пункти мережі S05, S36, S45, S76, котрі було закрито кришками, тому вони не заважали виконанню будівельно-монтажних робіт. Приклад вигляду пункту мережі S76 до переобладнання показано на Рисунку 3.4, а загальний вигляд нових пунктів мережі S36, S45 – на Рисунку 3.5. Після включення даних пунктів у вихідну планово-висотну мережу її геометрія стала стабільною. Визначення стабільності вихідної мережі будівельного майданчика (Таблиця 3.1) виконувалось з періодичністю 1 раз на місяць.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд пункту мережі S76 перед установленням складок нижнього ярусу трибун



Рисунок 3.5 – Загальний вигляд пунктів мережі S36, S45 між складками нижнього ярусу трибун на конструкції ригелю

Роботи з визначення координат пунктів вихідної планово-висотної мережі відповідали наступним організаційно-технологічним вимогам:

– точність виконання вимірів відповідає необхідній точності у відповідності до діючих нормативних документів та розробленого проекту виконання геодезичних робіт;

– підвищення точності визначення координат пунктів мережі забезпечено згущенням мережі новими надійними пунктами та виконанням вимірів за усіма можливими та видимими напрямками з точки виміру;

– на час виконання вимірів забезпечувалась видимість з кожного пункту мережі на мінімум 3 суміжні пункти мережі.

Таблиця 3.1 – Точність вимірів

Стадії виконання робіт при створенні:	Лінійних вимірів, мм	Кутових вимірів, "
внутрішньої мережі	1	2,8
зовнішньої мережі	1	1,2
вільної станції	2	3,3
розмічувальні роботи	2 або 3	12 або 8

3.2 Аналіз технології інструментальних вимірювань залізобетонних конструкцій стадіону

Верхній ярус трибун виконано зі збірних залізобетонних конструкцій: опор (60 шт.), ригелів (60 шт.), складок (по 30 шт. у прольоті між ригелями).

Опора висотою 5,91 м, шириною 3,50 м, завтовшки 0,70 м. Фундаменти пальові зі збірним ростверком підсилено палями глибиною 8 м. Ригель довжиною 24,47 м із сходинками, на які установлено складки. Опора та ригель з‘єднані між собою монтажним стиком. Загальний вигляд трибун наведено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд конструкцій верхнього ярусу трибун

Інструментальні вимірювання залізобетонних опор другого ярусу трибун складалися з:

– вимірювань величин вертикальних переміщень опор другого ярусу (1раз на тиждень);

– вимірювань горизонтальних та вертикальних переміщень ригелів опор другого ярусу (1 раз на тиждень);

– високоточних вимірювань планово-висотного положення вихідної планово-висотної мережі (1 раз у місяць);

– реєстрації блоком накопичення датчиків значень відхилень від вертикалі опор другого ярусу (погодинно), зняття результатів після початку демонтажу складок другого ярусу (1 раз на добу);

– обробки і аналізу результатів (1 раз на тиждень);

– складання звіту.

Система вимірювань складалася з трьох підсистем:

– підсистема визначення відхилення опор, що призначена для вимірювання відхилення опор другого ярусу трибун від вертикалі (далі нахилу) у процесі експлуатації споруди;

– підсистема визначення планово-висотного положення, що призначена для вимірювання положення торців опор верхнього ярусу трибун у процесі експлуатації споруди;

– підсистема вимірювання величини осідання опор, що призначена для вимірювання осідання опор верхнього ярусу трибун.

До складу системи входили також пункти вихідної планово-висотної геодезичної мережі.

У відповідності з інструкцією по експлуатації ВКВ-2 установлювали поточний час та дату, інтервал вимірювання тривалістю 1 годину, «0» – початкове мінімально можливе значення кута нахилу та запускали вимірювання. Підготовка підсистеми визначення планово-висотного положення опор верхнього ярусу трибун складалася з підготовки до роботи по експлуатації та ознайомленні зі станом вихідної мережі. Підготовка підсистеми вимірювання величини осідання опор верхнього ярусу трибун – з підготовки до роботи нівеліра та ознайомленні зі станом вихідної планово- висотної мережі[28].

Визначення відхилення опор складалося з періодичного (1 раз у тиждень) знімання даних датчиків за допомогою пульта. За допомогою програмного комплексу «Buildings» проводився аналіз відхилення опор від початкового стану. При цьому на результуючих графіках відхилення було видно «шумову доріжку» з періодом у 24 год., як результат чутливості датчиків, що фіксують добові коливання опор. Амплітуда коливань залежала від температури повітря та напрямку сонячного випромінювання.

Визначення планово-висотного положення опор верхнього ярусу трибун складалося з періодичного (інтервал 1 тиждень) вимірювання положення торців опор із закріпленим призмовим відбивачем відносно пунктів S1, S2, S05, S36, S45 та S76 вихідної планово-висотної мережі.

Визначення планово-висотних деформацій ригелів опор верхнього ярусу трибун виконувалося методом побудови лінійно-кутової мережі – тріангуляції або трилатерації або ж лінійно-кутової мережі з допусками кутових вимірювань тріангуляції та полігонометрії 4 класу державної мережі.

При визначенні координат пунктів мережі трилатерації використовувалася умовна система координат, прийнята для будівельного майданчика. Мережа будувалася у вигляді правильних трикутників з кутами 30º÷150º. За результатами вимірювання та обчислення за допомогою програми «Стадіон» (не менше ніж за 1 місяць) будувалися залежності відхилення торця опори від початкового стану по трьох координатах.

Визначення планово-висотного положення опор верхнього ярусу трибун виконувалося з періодичністю 1 раз у тиждень вимірюваннями висотного положення опор (реперів) відносно зовнішніх пунктів А15, А16, А17, А18, А19, А20, М6, М7 вихідної планово-висотної мережі. Місця установлення нівеліру та розташування перехідних точок нівелірного ходу забезпечували головну умову виконання нівелювання II класу – рівність відстані (плечей) у ході.

За результатами з використанням програми «Стадіон» (не менше ніж за один місяць) розраховувалися залежності відхилення висотного положення опор від початкового стану. При виникненні сумнівів у положенні опор другого ярусу за результатами вимірювання або при візуальному огляді вимірювання положення опор проводилися позачергово.

Визначення деформацій у горизонтальній площині виконувалось за допомогою установлених на торцях ригеля оптичних відбивачів, монтаж яких було виконано з будівельних люльок. Зовнішній вид кронштейна для закріплення відбивача на торці ригеля показано на рисунку 3.7. Визначення осідань виконувалось по деформаційних марках у кількості 61 шт. Місце установлення марок максимально наближено до осі опори. Загальний вигляд установленої деформаційної марки на опорі по осі 15 представлено на рисунку 3.7. На рисунку 3.8 представлена схема нівелірного ходу по опорах верхнього ярусу трибун.



а) б) в)

Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд кронштейну на торці ригеля (а), оптичного відбивача (б) та деформаційної марки на опорі (в)

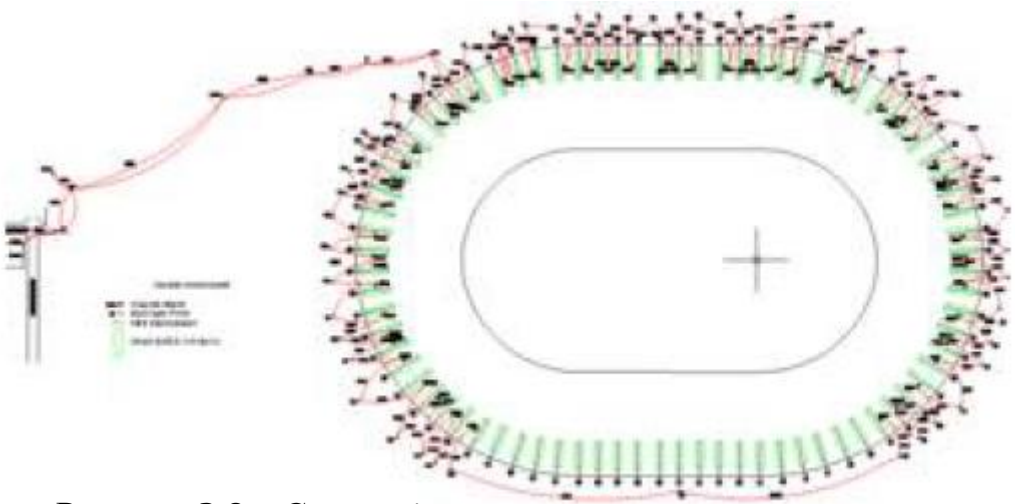


Рисунок 3.8 – Схема нівелювання опор верхнього ярусу трибун

Контроль за нахилом залізобетонних опор другого ярусу трибун здійснювався за допомогою розробленої електронної рейки. Загальний вигляд рейки, блока індикації та процес вимірювання представлено на рисунку 3.9. Для обробки результатів розроблена програма, що виконує побудову залежності відхилення опори за період вимірювань.

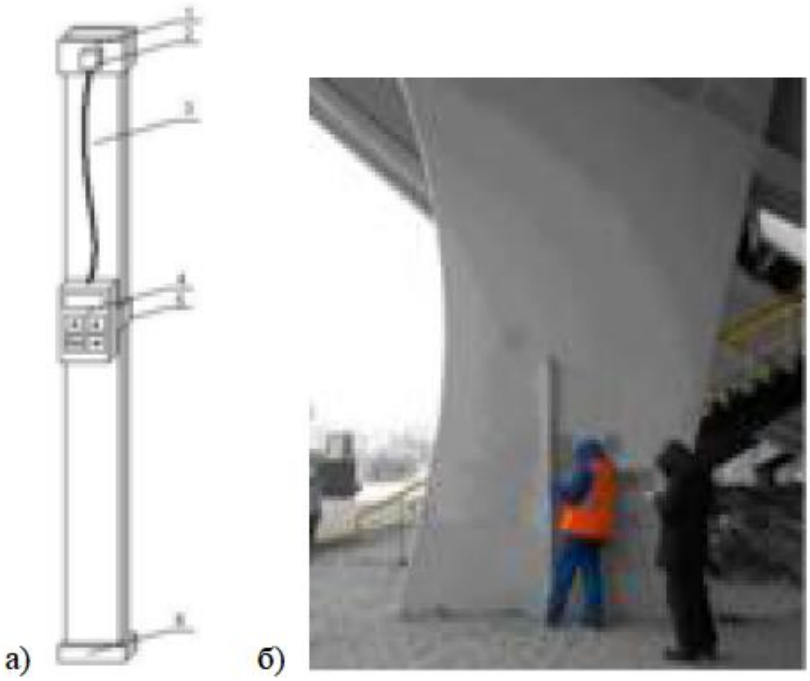


Рисунок 3.9 – Електронна рейка, блок індикації (а) та процес вимірювання (б) нахилів опор другого ярусу трибун: 1 – верхній контактний блок; 2 – блок вимірювання; 3 – рейка-правило; 4 – блок індикації; 5 – блок кріплення; 6 – нижній контактний блок

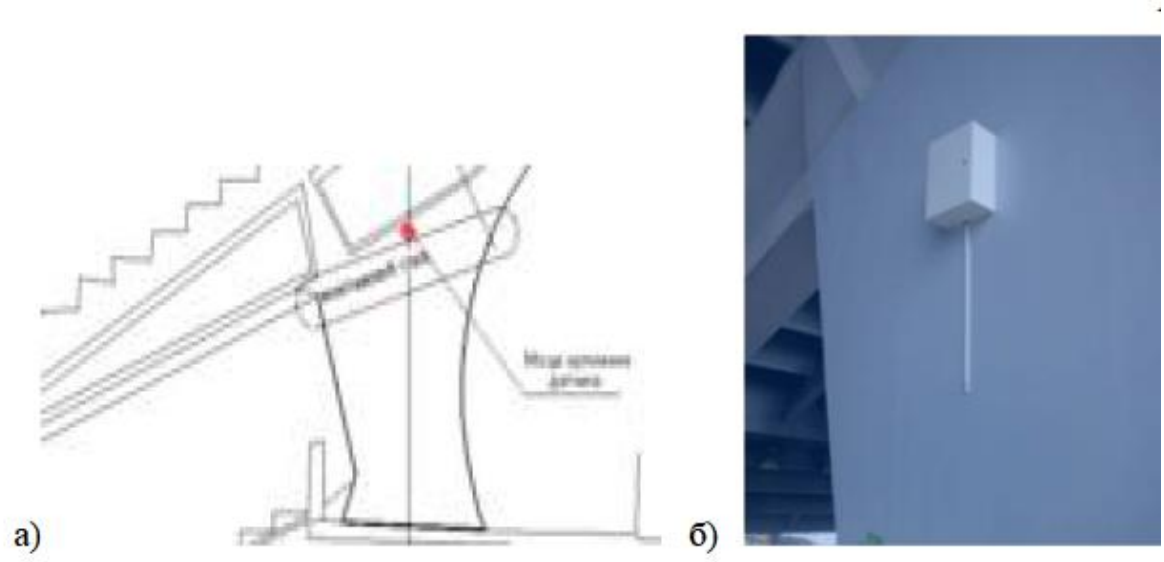


Рисунок 3.10 – Схема кріплення (а) та зовнішній вигляд (б) датчика ВКВ-2

Система вимірювань за допомогою датчиків відхилення від вертикалі ВКВ-2 складається з 33-х датчиків (за кількістю контрольних точок), пульту керування та збору інформації, кабелів для зв’язку пульта з датчиком і комп’ютером. Датчики (блоки вимірювання та накопичення) змонтовані на металевих плитах, що закріплені до пілону анкерними болтами (рисунок 3.10).

Від несанкціонованого доступу датчики захищалися спеціальним кожухом. У ході досліджень було розроблено програму візуалізації даних вимірювань «Buildings». Датчик ВКВ-2, який закріплюється на осі кожної із залізобетонних опор, періодично проводить вимірювання та запам'ятовує їх результати. Шумова доріжка на результатах вимірювання – це добові коливання опори, які викликані зміною температури навколишнього середовища та впливом сонячного випромінення. Період вимірювань складав 1 год. Результати вимірювань накопичувались у блоці пам'яті кожного датчика. Зчитування та обробка інформації виконувалась 1 раз на тиждень.

Роботи з визначення відхилення опор другого ярусу трибун від вертикалі виконувалися двома інженерами-геодезистами. Перед початком виконувалися роботи з установлення підсистеми датчиків на опори другого ярусу трибун. Роботи з установлення датчиків виконували 2 інженери- геодезисти та 2 техніка-геодезиста. Погодинний графік підготовчих та робіт на 1 цикл визначення відхилення опор від вертикалі представлено на рисунках 3.11, 3.12.

Склад робіт	Трудо-витрати, хв.	Час, хвилини												
		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Підготовчі роботи з вставлення датчиків підсистеми на опорі														
Підготовка комплекту устаткування та обладнання, встановлення драбини	15													
Вибір місця встановлення датчика на опорі другого ярусу	15													
Монтаж плити кріплення датчика на опорі другого ярусу	30													
Монтаж датчика на плиту кріплення на опорі другого ярусу	30													
Приведення датчику в робоче положення на опорі другого ярусу	30													
Монтаж кабелю зв'язку пульта з вимірювачем на опорі другого ярусу трибун	15													
Монтаж захисної коробки датчику та захисного кожуху кабелю	30													
Перевірка роботи датчика та початок вимірювань відхилень від вертикалі	15													
Переходи на ділянці	15													
Всього на встановлення 1 (одного) датчику	195 хв. *4люд. = 780люд.-хв. = 13 люд.-год													

Рисунок 3.11 – Погодинний графік робіт початкового установлення датчика вертикалі опори другого ярусу трибун

Склад робіт	Трудо-витрати, хв.	Час, хвилини														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Разове зняття даних з 1 (одного) датчику з визначенням відхилень від вертикалі																
Підготовка пульта управління	5															
Встановлення драбини для зняття даних з датчику	5															
Підключення пульта управління до кабелю зв'язку датчика з пультом	5															
Зчитування даних з датчику	15															
Переходи на ділянці,	5															
Підключення пульта до комп'ютера	5															
Зчитування даних з пульта управління до комп'ютера	10															
Обробка даних в програмному комплексі "Buildings"	10															
Аналіз даних, формування звіту	15															
Всього:	75 хв. *2люд.= 150люд.-хв. = 2,5 люд.-год															

Рисунок 3.12 – Погодинний графік робіт з визначення відхилення від вертикалі опори другого ярусу трибун

Питомі та загальні витрати праці на установлення датчиків на опорах другого ярусу для визначення відхилень від вертикалі склали відповідно 13 люд.-год. на 1 опору та 429 люд.-год. на 33 опори; а витрати праці на цикл визначення відхилень від вертикалі склали 2,5 люд.-год. на 1 опору, 82,5 люд.-год. на 33 опори. Середня оплата праці геодезиста у розрахунку на один люд-день прийнята у розмірі 434 грн.

Роботи з визначення планово-висотного положення торців опор верхнього ярусу трибун виконували три інженери-геодезисти. Погодинний графік робіт на 1 цикл визначення планово-висотного положення торців опор верхнього ярусу трибун представлено на рисунку 3.13.

Витрати праці на цикл визначення планово-висотного положення торців опор верхнього ярусу трибун склали 6,0 люд.-год. на 1 опору, 360 люд.-год. на 60 опор. Середня оплата праці геодезиста у розрахунку на один люд.-день прийнята у розмірі 434 грн. згідно наказу Мінрегіонбуду № 297 від 01.07.2008 р. 434 грн. / 8 год. = 54.25 грн. за 1 год.

Роботи з визначення осідання опор верхнього ярусу трибун виконували три інженери-геодезисти. Погодинний графік робіт на один цикл визначення осідання опор верхнього ярусу трибун представлено на рисунок 3.14. Витрати

праці на 1 цикл визначення осідання опор верхнього ярусу трибун склали 5,5 люд.-год. на 1 опору, 330 люд.-год. на 60 опор.

Склад робіт	Трудо-витрати, хв.	Час, хвилини												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Підготовка комплекту приладів, устаткування та обладнання	10													
Підготовчі роботи з встановлення обладнання на пункти вихідної геодезичної мережі	10													
Вибір місця встановлення приладу	10													
Приведення приладу в робоче положення	10													
Визначення координат місця встановлення приладу	10													
Візування приладу на міні призму, що встановлена на торці опори другого ярусу	10													
Взяття відліку та запис результатів у пам'ять приладу	10													
Переходи на ділянці	10													
Підключення приладу до комп'ютера	10													
Зчитування даних з приладу до комп'ютера	10													
Обробка даних в програмному комплексі "Credo"	10													
Аналіз даних, формування звіту	10													
	120 хв. *3люд. = 360люд.-хв. = 6 люд.-год													

Рисунок 3.13 – Погодинний графік робіт з визначення планово-висотного положення опори другого ярусу трибун

Склад робіт	Трудо-витрати, хв.	Час, хвилини												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Підготовка комплекту приладів, устаткування та обладнання	10													
Підготовчі роботи з прив'язки нівелірного ходу до вихідного реперу мережі	10													
Вибір місця встановлення приладу	10													
Приведення приладу в робоче положення	10													
Візування приладу на рейку, що встановлена на марку опори другого ярус	10													
Взяття відліку по рейці	10													
Запис результату до журналу	5													
Контрольні польові обчислення	5													
Переходи на ділянці	10													
Перевірка журналу, обчислення позначок	10													
Обробка даних в програмному комплексі "Excel"	10													
Аналіз даних, формування звіту	10													
	110 хв. *3люд. = 330люд.-хв. = 5,5 люд.-год													

Рисунок 3.14 – Погодинний графік робіт з визначення осідань опори другого ярусу трибун

Середня оплата праці геодезиста у розрахунку на один люд.-день прийнята у розмірі 434 грн. Звідки 434 грн. / 8 год. = 54.25 грн. за 1 год.

Роботи з визначення координат та позначок пунктів вихідної геодезичної планово-висотної мережі, яка використовується для робіт з геодезичних вимірювань, виконувалася 3 інженерами-геодезистами та 2 техніками-геодезистами. Погодинний графік робіт на 1 цикл визначення координат та позначок пунктів вихідної геодезичної планово-висотної мережі представлено

на рисунку 3.15. Витрати праці на цикл визначення координат та позначок пунктів вихідної планово-висотної мережі склали 18,3 люд.-год. на 1 пункт, 274,5 люд.-год. на мережу. Середня оплата праці геодезиста у розрахунку на один люд.-день прийнята у розмірі 434 грн. Тому 434 грн. / 8 год. = 54.25 грн. за 1 год.

Склад робіт	Трудо-витрати, хв.	Час, хвилини																
		30	60	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Підготовка комплекту приладів, устаткування та обладнання	30																	
Підготовчі роботи з встановлення обладнання на пункти мережі	60																	
Встановлення приладу на один з пунктів мережі	10																	
Приведення приладу в робоче положення	10																	
Візування приладу на перший пункт мережі	10																	
Взяття відліку та запис результатів у пам'ять приладу	10																	
Візування приладу на другий пункт мережі	10																	
Взяття відліку та запис результатів у пам'ять приладу	10																	
Візування приладу на другий пункт мережі	10																	
Взяття відліку та запис результатів у пам'ять приладу	10																	
Переходи на ділянці	10																	
Підключення приладу до комп'ютера	10																	
Зчитування даних з приладу до комп'ютера	10																	
Обробка даних в програмі "Credo"	10																	
Аналіз даних, формування звіту	10																	
	220 хв. *5люд. = 1100люд.-хв. = 18,3 люд.-год																	

Рисунок 3.15 – Погодинний графік робіт з разового визначення координат та позначок пункту вихідної геодезичної планово-висотної мережі

3.3 Аналіз інструментальних спостережень за об'єктами прилеглої забудови

Прилегла забудова була представлена низкою будівель з різними конструктивними та об'ємно-планувальними рішеннями. Комплекс ТОВ «Лота» складався з семи будівель різного призначення, які частково зблоковані

в одну споруду (рисунок 3.16). Різноплановість такого об’єднання ускладнювалась рельєфом земельної ділянки, який характеризуються перепадом висот 17÷18 м у межах відносно невеликих розмірів цієї ділянки у плані. Комплекс розташований на північно-східному схилі Черепанової гори за межами проходу довкола трибун спортивної арени. Частина комплексу врізана в природний схил гори і утворює підвальні і цокольні поверхи. Окремі блоки комплексу розташовані на складному рельєфі зі значним перепадом позначок вздовж двох вимірів. Сполучення поміж блоками організоване за допомогою зовнішніх галерей та сходів. До окремих частин блоків організований заїзд автомобілів з боку проходу довкола головної спортивної арени. Крім того, існувала адміністративна 13-поверхова будівля з несучими стінами з монолітного залізобетонного каркасу розміщена на території НСК, з‘єднана з приміщеннями VIP-зони та Італійського дворику галереєю та іншими конструкціями. Розташована впритул до конструкцій стадіону та знаходиться у безпосередньому впливі від деформацій конструкцій стадіону у стабілізаційний період. Стабілізаційний період та експлуатація будівель та споруд НСК могли викликати зміну напружено-деформованого стану ґрунтових мас комплексу будівель ТОВ «Лота» та Адміністративної 13-поверхової будівлі, тому для будівель прилеглої забудови необхідно було визначати осідання основи будівель. Для визначення осідань установлювались деформаційні марки[29].

На рисунку 3.16 показано схему розташування будівель та хід нівелювання для будівель комплексу ТОВ «Лота».

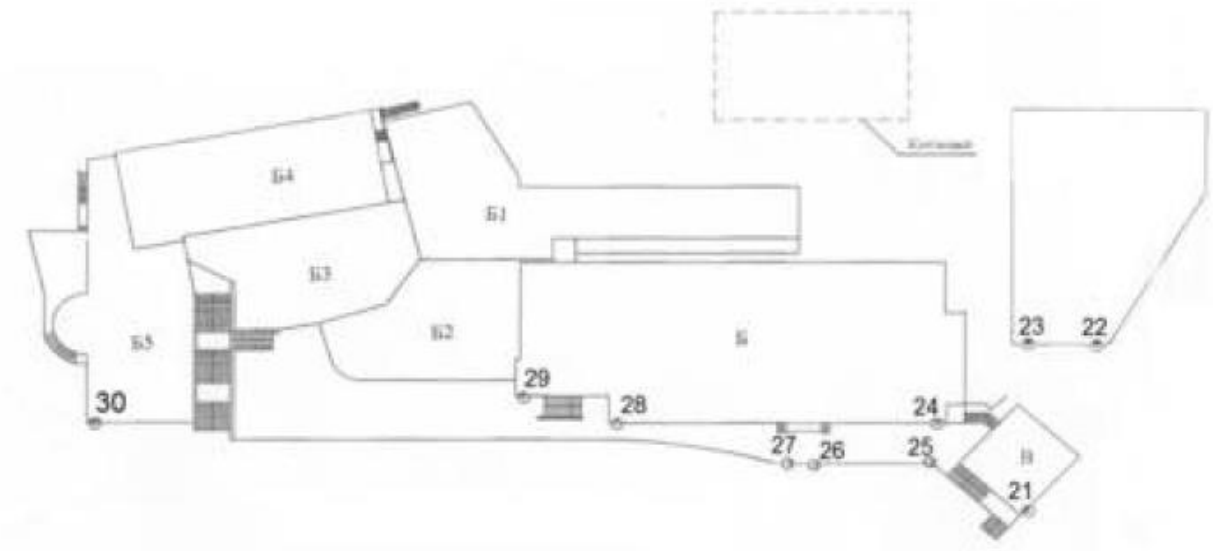


Рисунок 3.16 – Схема розташування прилеглої забудови ТОВ «Лота»: Б – адміністративно-офісний корпус «Lucky Net»; Б1 – адміністративна будівля «Lucky Net»; Б2 – кафе-бар з адміністративними приміщеннями; Б3 – ресторан «ЦК»; Б4, Б5 – офісні приміщення; В – адміністративно- господарський будинок

Висновки

Дослідження, викладене в кваліфікаційній роботі, присвячене аналізу сучасних методів обстеження будівельної інфраструктури. В результаті дослідження було сформульовано та науково обґрунтовано низку пропозицій, що спрямовані на створення методологічних основ для організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань у будівництві та експлуатації будівель і споруд.

Забезпечення довготривалої експлуатації будівель та споруд є важливою техніко-економічною проблемою. Вона потребує об'єктивної інформації, отриманої за допомогою сучасних інструментальних методів обстеження, що дозволяє приймати ефективні рішення для продовження терміну їх служби.

Основна мета дослідження полягає в забезпеченні експлуатаційної придатності та безпеки будівельних об'єктів для досягнення максимального терміну їх життєвого циклу. Це залежить від їх надійності, якості виконання вимірювальних робіт та обстежень під час будівництва і експлуатації, а також від своєчасного виявлення та усунення пошкоджень конструкцій і прогнозування процесів їх зношування.

Аналіз впливу вимірювальних робіт показав, що правильність прийняття рішень щодо підвищення експлуатаційних характеристик об'єктів будівництва безпосередньо залежить від обсягу та змісту інформації, отриманої за допомогою інструментальних вимірювань. Це значно впливає на тривалість експлуатації об'єктів.

Проаналізовано різні методи та технічні засоби інструментальних вимірювань у будівництві. Високий рівень відповідальності за будівельні об'єкти пояснює необхідність включення вимірювальних робіт до законодавчо регульованої системи, враховуючи можливі катастрофічні матеріальні та соціальні наслідки їх руйнування.

Вимірювання є ключовим елементом у забезпеченні тривалої експлуатації будівель та споруд. Інформація, отримана з вимірювань, дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо підвищення ефективності та надійності будівельних об'єктів.

Дослідження зосереджуються на аналізі впливу вимірювальних робіт на експлуатаційну придатність будівель. Обсяг і якість інформації з вимірювань безпосередньо впливають на прийняття рішень щодо підвищення характеристик об'єктів будівництва.

Впровадження ефективної організації та технологій вимірювальних робіт на всіх етапах життєвого циклу будівель є необхідним. Це забезпечить єдність вимірювань та метрологічну простежуваність відповідно до вимог законодавства.

Проведені дослідження та сформульовані наукові пропозиції мають важливе практичне значення для підвищення ефективності вимірювань у будівництві. Вони сприяють забезпеченню тривалої та безпечної експлуатації будівель і споруд, що є критично важливим для сучасної будівельної галузі.

Список використанних джерел

1. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.

2. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.

3. ДБН Г.1-5-96 Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем. Київ: Держкоммістобудування України, 1997. 161 с.

4. ДСТУ Б В.2.8-41:2011. Опалубка для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Кваліфікація і загальні технічні вимоги. [Чинний від 2011-12-01]. Київ, 2012. 13с.

5. ДСТУ-Н Б В 2.6-206:2015. Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних будівель і споруд. [Чинний від 2016-10-01]. Київ, 2015. 28 с.

6. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинні з 2012-04-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с..

7. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія: Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.

8. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 93 с.

9. ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:2013. Настанова щодо визначення прямих витрат у вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2013. 25 с.

10. ДСТУ – Н Б. Д.1.1-6:2013. Настанова що до розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. [Чинні з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 45 с.

11. ДСТУ Б Д.1.1-7:2013. Правила визначення вартості проектних робіт та експертизи проектів будівництва. [Чинні з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 46 с.

12. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України, 2003. 87 с.

13. ДСТУ – Н Б. Д.1.1-6:2013. Настанова що до розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. [Чинні з 2014-01-01]. Київ, Мінрегіон України, 2013. 45 с.

14. ДСТУ – Н Б. Д.1.1-6:2013. Настанова що до розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні работы. [Чинні з 2014-01-01]. Київ, Мінрегіон України, 2013. 31 с.

15. ДСТУ-Н Б Д.1.1-4:2013. Настанова що до визначення вартості експлуатації будівельних машин та механізмів. [Чинні від 2014-01-01]. Київ, Мінрегіон України, 2013. 23 с.

16. ДСТУ Б А.2.4-5-95 (ГОСТ 21.001-93). Система проектної документації для будівництва. Основні положення. Київ: Держбуд України, 1995. 5 с.

17. Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник Київ: Аграрна освіта, 2011. 255 с.

18. Евдокимов, Н.И. Технология монолитного бетона и железобетона [Текст] / Н.И. Евдокимов, В.Ф. Мацкевич, В.С. Сытник. – М.: Высш. шк., 1989. 335 с.

19. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. Том 15, № 2 (2013) С. 116-118.

20. Кузнецов, Ю.П. Проектирование железобетонных работ: учебник. Киев: Выща школа, 1986. 278 с.

21. Кирнос В.М., Залунин В.Ф., Дадиверина Л.Н. Организация строительства: учебник. Днепропетровск: «Пороги», 2005. 309 с.

22. Павлов І.Д. Оптимальні моделі організації будівельного виробництва: навч. посібник. Київ: ІСДО, 1993. 220 с.

23. Пшегорлінська О.А. Організація та планування будівництва об’єктів та комплексів:методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектів. Запоріжжя, 2002.

24. Технологія будівельного виробництва: підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ: Вища шк., 2002. 430с.

25. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навчальний посібник/В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачеєв та інші; за ред.. В.К. Черненка. Київ:КНУБА,2010. 372 с.

26. Технологія будівельного виробництва: підручник / за ред. М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища шк., 1993. 303 с.

27. Теличенко В.І Технологія зведення будівель і споруд: підручник для будівельних ВУЗів. Київ, 2004. 254 с.

28. УшацькийС.А., Лубенець В.Г. Організація зведення і реконструкції будівель та споруд:навч. посібник. Київ: Вища школа, 1992. 236 с.

29. Ушацький С.А. Організація будівництва: підручник. Київ, Кондор,2007. 521 с.