

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Будівництва і цивільної інженерії

(назва факультету (відділення))

Міського будівництва і господарства

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Вдосконалення методів обстеження та оцінки технічного стану будівель та споруд»

Виконав: студент 2 курсу,

групи БУД-18-мз

напряму підготовки (спеціальності)

192 «Будівництво та цивільна інженерія» за

ОПП «Міське будівництво та господарство»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Андреюк В.К.

(прізвище та ініціали)

Керівник Федченко О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Сиромола Г.В.

(прізвище та ініціали)

Запоріжжя- 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Будівництва та цивільної інженерії
Кафедра Міського будівництва, господарства
Рівень вищої освіти Другий (магістерський)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво і господарство
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бончук А.В.
« 03 » 09 20 19 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Андрушко Владислава Костянтинівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Будівельні методи
обстеження та оцінки технічного
стану будівель та споруд
керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 09 2019 року № 1543-с

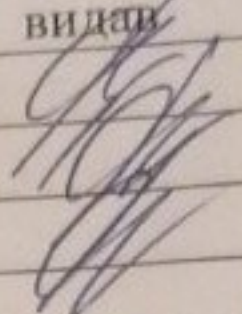
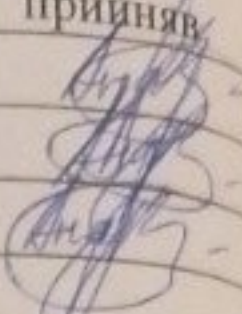
2 Строк подання студентом роботи 25 грудня 2019р

3 Вихідні дані до роботи Актуальність, програмні напрями
дослідження, перспективи будівництва,
мета роботи, об'єкт, предмет дослідження

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Методологічні основи оцінки технічного стану
об'єктів споруд проблеми розрахунків маршик зразків

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графічні матеріали з рекомендаціями до виконання
креслень, докозари оптимальності запропонованих
методів та висновки по роботі

6 Консультанти розділів роботи

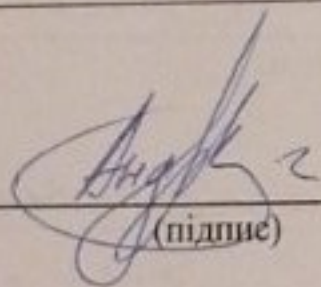
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

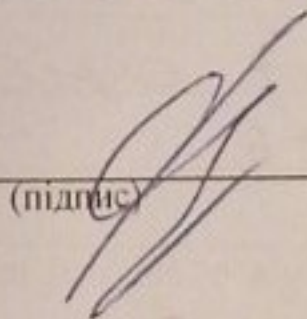
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Методологічні основи оцінки фактичного стану конструкції	15 тижнів	
2.	Огляд стану проблеми	1 тиждень	
3.	Розрахунок залишкової місячної здатності за результатами обстеж.	10 тижнів	
	Переробки завдання	10 тижнів	

Студент _____


(підпис)

В.К. Андрушок
(ініціали та прізвище)

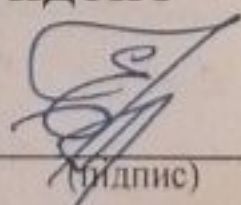
Керівник роботи (проекту) _____


(підпис)

Мерсеріак О.Г.
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____


(підпис)

О.М. Мосбаченко
(ініціали та прізвище)

Анотація

випускної кваліфікаційної роботи магістра на тему:
«Вдосконалення методів обстеження та оцінки технічного стану
будівель та споруд»

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник О.І. Федченко. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва та господарства, 2020.

Проведено аналіз вдосконалення методів обстеження та оцінки технічного стану будівель та споруд.

Запропонований варіант удосконалення існуючих методів обстеження та оцінки технічного стану будівель та споруд сучасними приладами та інструментами з використанням методів оцінки механічних властивостей матеріалів неруйнівними методами.

Ключові слова: СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД, ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПРОГРАММНИХ КОМПЛЕКСІВ.

Abstract

graduate master's qualification work on the topic:

"Improvement of methods of inspection and assessment of the technical condition of buildings and structures"

Qualification work for higher master's degree in specialty 192 - Civil Engineering and Civil Engineering, supervisor O.I. Fedchenko. Faculty of Civil Engineering and Civil Engineering, Department of Urban Construction and Economics, 2020.

The analysis of improvement of methods of inspection and assessment of the technical condition of buildings and structures is carried out.

The variant of improvement of existing methods of inspection and estimation of technical condition of buildings and structures by modern devices and tools with the use of methods of estimation of mechanical properties of materials by non-destructive methods is offered.

Keywords: MODERN METHODS OF EXAMINATION AND EVALUATION OF THE TECHNICAL STATE OF THE BUILDING AND CONSTRUCTION, INSTRUMENTAL EXAMINATION, USE OF CALCULATING PROGRAMS.

Аннотация

выпускной квалификационной работы магистра на тему:
«Совершенствование методов обследования и оценки технического
состояния зданий и сооружений»

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель А.И. Федченко. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

Проведен анализ совершенствования методов обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений.

Предложенный вариант совершенствования существующих методов обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений современными приборами и инструментами с использованием методов оценки механических свойств неразрушающими методами.

Ключевые слова: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ	8
1.1 Нормативно - технічна база в сфері діагностики технічного стану будівель	8
1.1.1 Існуючі методи вимірювань параметрів технічного стану несучих конструкцій будівель	17
1.1.2 Вимірювання динамічних параметрів будівель	27
1.2 Аналіз причин виникнення пошкоджень і дефектів конструкцій будівель і споруд	29
1.3 Методологічні основи вирішення проблеми і постановка завдань дослідження	46
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ	50
2.1 Проблема надійності будівельних конструкцій	50
2.2 Дефекти та пошкодження будівельних споруд	53
2.3 Новітні рішення у сфері надійності будівельних конструкцій	58
2.4. Інструменти, які використовуються під час обстеження	68
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЗАЛИШКОВОЇ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБСТЕЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ	81
3.1 Вихідні дані для розрахунку	81
3.2 Результати розрахунку	97
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	113
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	114

ВСТУП

Актуальність теми: Сьогодні, насамперед, постає питання спрощення та підвищення якості обстеження та оцінки технічного стану будівель та споруд.

Мета і завдання роботи: Удосконалення вже існуючих методів обстеження та оцінки технічного стану будівель та споруд та освітлення нових методів, які значно переважають існуючі та спрощують роботу в найбільш труднодоступних місцях.

Предмет дослідження: Порівняння результатів залишкової несучою здатності об'єкту з урахування використання сучасних приладів та без урахування таких.

Наукова новизна роботи – освітлення новітніх технологій, які дуже допомагають в складній роботі обстеження, а в деяких випадках навіть не мають можливості оцінки деяких параметрів без використання сучасних засобів.

Практичне значення роботи – використання нових технологій в обстеження будівель та їх конструкцій.

Структура дипломної роботи – дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, загального висновку та переліку використаних джерел. Робота викладена на 122 сторінках, 5 таблиць, 44 зображень. Для написання даної роботи використано 31 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

1.1. Нормативно - технічна база в сфері діагностики технічного стану будівель

Надійність і довговічність будівельних конструкцій забезпечується у тому випадку, коли поперечні перерізи, вузли спряження, з'єднання, призначені при проектуванні з урахуванням генеральних розмірів і дії різноманітних навантажень, мають достатні міцність, стійкість, тріщиностійкість, а також забезпечують розвиток деформацій в допустимих межах і необхідну корозійну стійкість. Практика показує, що при оцінці технічного стану будівель необхідно враховувати:

- умовність статичних розрахункових схем і можливі відхилення зусиль за цими розрахунками, від реального розподілу зусиль в конструкціях споруд;
- умовність розрахункових характеристик матеріалів, що використовуються в розрахунках;
- можливі відхилення навантажень від розрахункових значень;
- фактичний вплив зовнішнього середовища.

Оцінити вплив всього комплексу перерахованих факторів теоретичним шляхом у більшості випадків часто буває неможливо. Експериментальне дослідження матеріалів і конструкцій надає можливість для вирішення поставлених завдань, будучи єдино достовірним способом для оцінки впливу допущень, що приймаються в розрахунках, і відповідно впливають на надійність і довговічність споруд. Для більш достовірної оцінки надійності будівельних конструкцій, виявлення прихованих дефектів і для визначення ступеня пошкодження і стійкості будівель необхідно застосовувати комплексний підхід, що наведений на рис. 1.1.

Запропонований комплексний підхід до дослідження надійності будівельних конструкцій, який полягає в проведенні вимірів основних параметрів технічного стану і в подальшому їх аналізі.

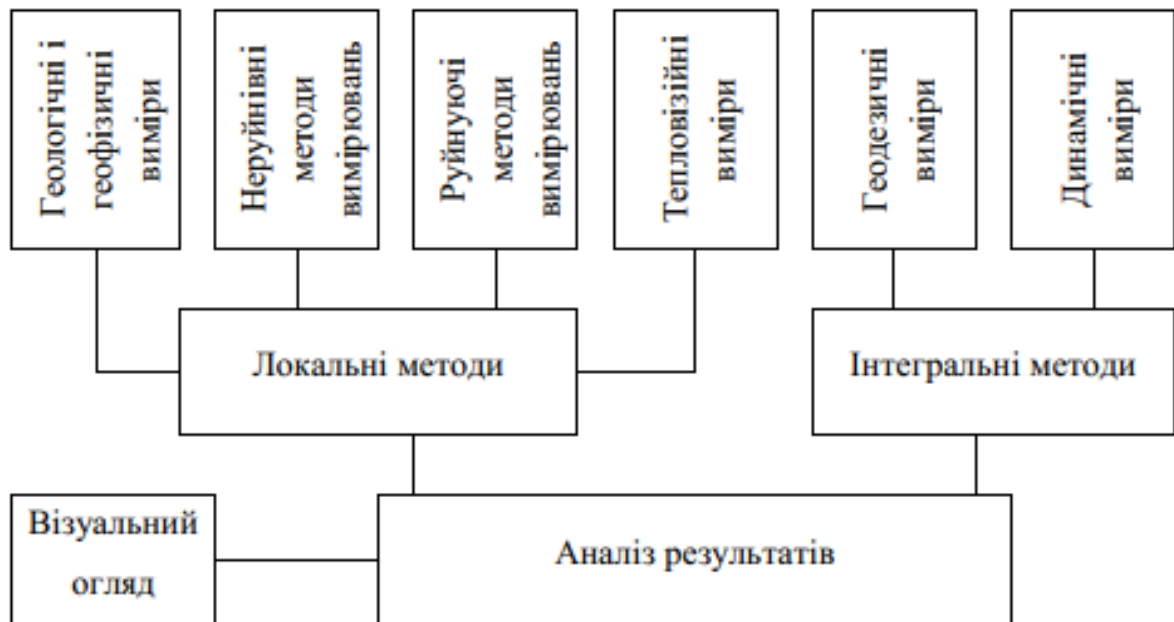


Рис. 1.1. Технологічна блок-схема проведення комплексних вимірів основних параметрів технічного стану несучих систем будівель

Для отримання достовірніших результатів експериментальних досліджень, основних діагностичних параметрів пропонується застосування локальних і інтегральних методів вимірювань. Виміри в окремо узятих точках відносяться до локальних методів. Достовірність отриманих результатів за допомогою локальних методів залежить від кількості проведених вимірів. 30.

Найбільш повну інформацію дають інтегральні методи, які характеризують стан будівлі в цілому. У свою чергу достовірніше оцінити технічний стан будівельних конструкцій будівель і споруд можна лише при комплексному застосуванні локальних і інтегральних методів вимірювань. Загально прийнято розглядати три типи задач визначення технічного стану об'єктів [36].

Визначення технічного стану, в якому перебуває об'єкт зараз, відноситься до першого типу - це задачі діагностування. Прогноз технічного стану, в якому опиниться об'єкт у визначений момент майбутнього часу, відноситься до другого типу - це задачі прогнозування.

До третього типу належать задачі визначення технічного стану, в якому знаходився об'єкт в деякий момент часу у минулому - це задачі генезу. В той же час вирішення даних задач вимагає проведення технічного обстеження з подальшою оцінкою технічного стану будівельних конструкцій, оскільки залежно від цілі обстеження можуть розв'язуватися всі або деякі з них.

Технічне обстеження являється складним і відповідальним процесом, основа якого базується на процедурі технічного діагностування. Технічне діагностування є процесом визначення технічного стану будівельних конструкцій. Одна з основних задач діагностування - виявлення дефектів конструкцій, з'ясування причин їх появи і встановлення взаємозв'язку дефектів з експлуатаційними якостями конструкцій. Відповідно до ГОСТ 16035-81 дефектом називають кожен окрему невідповідність продукції встановленим вимогам. Дефект може бути явним і прихованим залежно від того, чи передбачені для його виявлення правила, методи і засоби, а також критичними, значними і малозначними залежно від ступеня його впливу на використання продукції за призначенням. Явні дефекти можуть бути виявлені передбаченими правилами, методами і засобами контролю. Приховані дефекти, як правило, виявляються за допомогою спеціальних методів і засобів контролю. Критичними дефектами являються дефекти, за наявності яких будівля, споруда, його частина або конструктивний елемент функціонально непридатні, а подальше ведення робіт за умовами міцності і стійкості небезпечно, або може спричинити зниження вказаних характеристик в процесі експлуатації. Значні дефекти - це дефекти, що суттєво погіршують експлуатаційні

характеристики будівельної продукції і її довговічність. Малозначними дефектами називають дефекти, які істотно не впливають на довговічність і надійність при використанні будівельної продукції.

Виявлення і ранжирування дефектів є основним завданням технічної діагностики (ТД). Для ТД використовують неруйнівні і руйнівні методи випробувань.

Випробуванням називають експериментальне визначення кількісних або якісних характеристик будівельних конструкцій будівель і споруд на спеціальних машинах, приладах або пристосуваннях шляхом дії на неї різними фізичними полями. Методи випробування - сукупність правил застосування певних принципів і засобів. Технічна діагностика являється складовим елементом комплексного обстеження, та за методологією і апаратурним забезпеченням, за способами обробки отримуваної інформації являє самостійний напрям досліджень. Розрізняють дві системи діагностики - тестовий і функціональний.

Згідно ГОСТ 27.002 надійність - це властивість об'єкту зберігати в часі певні значення параметрів функціонування в заданих умовах. За визначенням, надійність - це властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах в перебігу необхідного проміжку часу. Стосовно будівельних конструкцій деякі автори визначають надійність як здатність конструкції працювати протягом певного часу без відмови. У свою чергу вірогідність безвідмовної роботи - це вірогідність того, що в заданому інтервалі часу не виникає відмова виробу. Миттєва вірогідність безвідмовної роботи - це вірогідність того, що в даний момент часу не виникає відмова виробу [35]. Довговічність - вірогідний проміжок часу безвідмовної роботи конструкції. За визначенням, є схоже поняття збереження (безпека) -

властивість чинити опір протягом певного проміжку часу, без нанесення шкоди людям і навколишньому середовищу. Під опором розуміється не настання граничного стану, втрати стійкості, витривалості.

Як поодинокі діагностичні ознаки в загальному випадку повинні перевірятися:

- відповідність або невідповідність виконавчої схеми об'єкту, або діагностування конструкцій, виробів, матеріалів і іншого проектним даним і вимогам нормативно-технічної документації;
- відхилення конструкцій або їх складових частин від проектного положення по горизонталі, в плані і по вертикалі;
- деформації конструкцій;
- ослаблення перерізів конструкцій, виробів і деталей, кріплення болтових або зварних з'єднань;
- зниження міцності сталі;
- зниження міцності бетону;
- вологість матеріалів захищаючих конструкцій;
- ослаблення або руйнування антикорозійних покриттів.

Основними характеристиками діагностики є - достовірність, надійність, повнота, періодичність, об'єм, точність, вартість. Достовірність діагностики - показник ступеня об'єктивного відображення результатів ДК дійсного технічного стану об'єкту, яка може бути виражена числом неправильно прийнятих і неправильно забракованих конструкцій (у відсотках) і у великій мірі залежить від точності вимірів параметрів, фактичних і допустимих величин відхилень і деформацій конструкцій.

Повнота діагностики визначається відношенням кількості контрольованих ознак об'єкту до загального числа контрольованих ознак, що значно впливає на його вартість. При ДК технічних станів споруд число контрольованих ознак досить значне і тому необхідна розробка градацій ознак залежно від техніко-економічної значущості об'єктів, що дозволить

оптимізувати процес діагностики. Технічне обстеження - комплекс заходів щодо визначення і оцінки фактичних значень контрольованих параметрів, що характеризують експлуатаційний стан, придатність і працездатність об'єктів

обстеження і які визначають спроможність їх подальшої експлуатації або необхідність відновлення і підсилення.

Залежно від поставлених завдань, на практиці використовуються три основні види обстеження будівель і споруд:

- підготовка до проведенню обстеження;
- попереднє візуальне обстеження;
- детальне інструментальне обстеження.

При призначенні того або іншого виду обстеження слід виходити не лише з цілей і задач, але і враховувати можливості використання засобів, що наявні у розпорядженні виконавця, і методів. Підготовчі роботи включають ознайомлення з об'єктом обстеження, його об'ємно-планувальним і конструктивним рішенням, матеріалами інженерногеологічних досліджень, підбір і аналіз проектно-технічної документації, складання програми робіт. На практиці, в більшості випадків для досягнення основних цілей і задач проводиться попереднє обстеження, візуальний огляд, що є оглядом будівлі і окремих його конструкцій із застосуванням простих засобів і методів, що не вимагають спеціальних знань для поводження з ними. На стадії попереднього обстеження виявляються видимі дефекти, проводяться обміри, фотографування, виконуються ескізи. Отримані результати піддаються експертним оцінкам, а в деяких випадках, при необхідності, можуть бути виконані перевіірочні розрахунки. Детальне обстеження передбачає використання засобів і методів контролю, що вимагають спеціальних знань і відповідної кваліфікації персоналу. При детальному обстеженні, як правило, використовуються

наступні методи технічної діагностики:

- механічні, що спрямовані на визначення механічних властивостей матеріалів конструкцій;
- інженерно-геологічні, що проводяться для з'ясування гідрогеологічної обстановки і визначення властивостей ґрунтової основи;
- фізичні, метою яких є визначення фізичних і динамічних властивостей матеріалів і конструкцій;
- натурних випробувань, задля визначення інтегральних характеристик конструкцій будівель.

На підставі результатів технічного обстеження оцінюється технічний стан будівельних конструкцій. Технічний стан визначається як сукупність схильних до зміни в процесі виробництва, або експлуатації властивостей об'єкту, що характеризується в певний момент часу ознаками, встановленими технічною документацією на цей об'єкт [16]. Ознаками технічного стану об'єкту можуть бути якісні і кількісні характеристики його властивостей. На основі зіставлення фактичних значень кількісно оцінюваних ознак із значеннями цих же ознак, встановлених проектом або нормативним документом проводять оцінку технічного стану будівельних конструкцій, - встановлення ступеню пошкодження і категорії технічного стану будівельних конструкцій або будівлі чи споруди в цілому.

Категорія технічного стану - ступінь експлуатаційної придатності будівельної конструкції або будівлі чи споруди в цілому, встановлена залежно від частки зниження несучої здатності і експлуатаційних характеристик конструкцій. Категорія технічного стану, при якому кількісне і якісне значення параметрів всіх критеріїв оцінки технічного стану будівельних конструкцій і будівель та споруд відповідають вимогам нормативних документів називають нормативним рівнем технічного стану.

Нормативний технічний стан - категорія, при якій кількісні і якісні значення параметрів всіх критеріїв оцінки технічного стану будівельних конструкцій будівель та споруд, включаючи стан ґрунтів основи, відповідають встановленим в проектній документації значенням з урахуванням меж їх зміни. Категорія технічного стану, при якій деякі з чисельно-оцінюваних контрольованих параметрів не відповідають вимогам проекту, нормам, але наявні порушення вимог, наприклад, по деформативності, а в залізобетоні і по тріщиностійкості, в даних конкретних умовах експлуатації не призводять до порушення працездатності, і необхідна здатність несучих конструкцій і ґрунтів основи з урахуванням впливу наявних дефектів і пошкоджень забезпечується - оцінюється як працездатний технічний стан. При нормативному технічному і працездатному технічному стані експлуатація будівельних конструкцій при фактичних навантаженнях і діях можлива без обмежень. При цьому для конструкцій, що знаходяться в працездатному стані, може встановлюватися вимога до періодичних обстежень в процесі експлуатації. При обмежено працездатному технічному стані будівельні конструкції або будівлі чи споруди в цілому, включаючи стан ґрунтів основи, при якій наявний крен, дефекти і пошкодження, що привели до зниження несучої здатності, та відсутні небезпека раптового руйнування, втрати стійкості або перекидання, і функціонування конструкції і експлуатація будівлі або споруди можливі при контролі (моніторингу) технічного стану, або при проведенні необхідних заходів щодо відновлення або посилення конструкцій і (або) ґрунтів основи і подальшому моніторингу технічного стану при необхідності. При обмежено працездатному технічному стані конструкцій необхідні контроль за їх станом, виконання захисних заходів, здійснення контролю за параметрами процесу експлуатації. Наприклад, обмеження навантажень,

захист конструкцій від корозії, відновлення або посилення конструкцій. Якщо обмежено працездатні конструкції залишаються непідсиленими, то потрібні

обов'язкові повторні обстеження, терміни яких встановлюються на підставі результатів проведеного обстеження.

Аварійний стан це категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, включаючи стан ґрунтів основи, що характеризується пошкодженнями і деформаціями, що свідчать про вичерпання несучої здатності і небезпеки обвалення та (або) що характеризуються креном, який може викликати втрату стійкості об'єкту (необхідне проведення термінових протиаварійних заходів). При аварійному стані експлуатація конструкцій повинна бути заборонена. Кожна будівля і споруда характеризуються певними параметрами, що визначають їх експлуатаційну придатність, які ділять на дві групи:

- до першої групи відносять параметри, що характеризують фізичну довговічність або величину фізичного зносу: міцність, деформативність, герметичність, звукоізоляція, теплозахист і морозостійкість конструкцій і ін., де фізичний знос будівлі визначають як погіршення технічних і пов'язаних з ними експлуатаційних показників будівлі, що викликані об'єктивними причинами;
- до другої групи відносять параметри, що характеризують моральну довговічність або ступінь морального зносу: ступінь відповідності сучасному технологічному призначенню; ступінь відповідності сучасному інженерному обладнанню; ступінь відповідності сучасним архітектурним вимогам і ін., де моральний знос будівлі визначають як поступове, у часі, відхилення основних експлуатаційних показників від сучасного рівня технічних вимог експлуатації будівель і споруд.

Експлуатаційні показники будівлі - сукупність технічних, об'ємнопланувальних, санітарно-гігієнічних, економічних і естетичних

характеристик будівлі, що обумовлюють його експлуатаційні якості. Безперечно, що установлені проектом параметри експлуатаційних якостей повинні бути досягнуті за рахунок суворого виконання рішень, закладених в проекті, і дотримання вимог будівельних норм і правил в процесі будівництва будівель і споруд. Проте, під дією природних і функціональних факторів, побудовані будівлі і споруди втрачають свої експлуатаційні якості і руйнуються. Відбувається фізичний знос, тобто втрата міцності і моральне старіння об'єктів залежно від виду матеріалів, призначення конструкцій і впливаючих факторів, фізичний знос відбувається нерівномірно.

Велику різноманітність кліматичних умов експлуатації у поєднанні з негативною дією внутрішніх факторів ускладнюють визначення фізичного зносу конструкцій і періодичності їх ремонту. Прискорений знос і несвоєчасний ремонт будівель та споруд призводять до зниження міцності і стійкості конструкцій, а іноді до їх руйнування, що врешті завдає великі збитки.

1.1.1. Існуючі методи вимірювань параметрів технічного стану несучих конструкцій будівель.

Кожна будівля характеризується певними параметрами, що визначають їх експлуатаційну придатність. Ці параметри згідно схеми (рис. 1.2) розділяють на дві групи. Конкретні переліки параметрів експлуатаційних якостей і їх числові значення встановлюються в проектах при об'ємно-планувальному і конструктивному рішеннях, при виборі будівельних конструкцій з урахуванням призначення кожної будівлі або споруди, кліматичних ґрунтових умов і тому подібне. Основою якості майбутньої функціональної роботи конструкцій є їх розрахунок, який забезпечує надійність будівельних

конструкцій при проектуванні, монтажі, належному технічному контролі на всіх етапах інвестиційно-будівельної діяльності.

Для достовірної оцінки технічного стану конструкцій будівель, споруд необхідно мати цілу низку кількісних і якісних параметрів і характеристик, отриманих в процесі вишукувань, проектуванні, будівництві і експлуатації будівель та споруд.

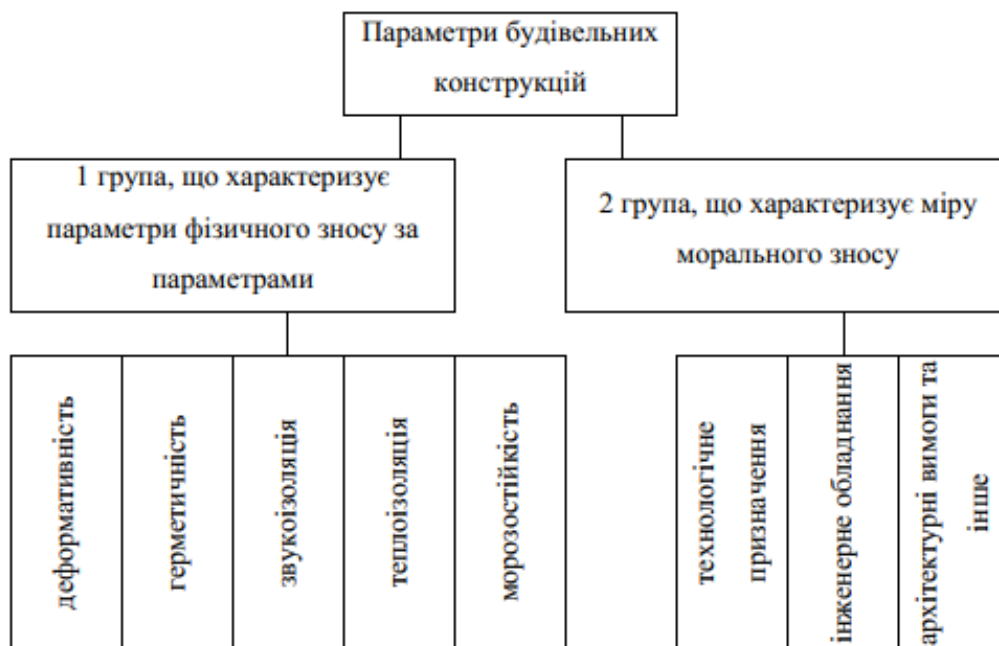


Рис. 1.2. Класифікація параметрів будівельних конструкцій що визначають їх експлуатаційну придатність

В процесі будівництва будівель і споруд встановлені проектом параметри експлуатаційних якостей повинні бути досягнуті за рахунок чіткого виконання рішень, закладених в проекті, і дотримання вимог будівельних норм і правил.

При оцінці технічного стану будівель, споруд і їх основ доводиться вимірювати безліч параметрів, що характеризують:

- розміри, форму, просторове положення окремих конструкцій і деталей;
- взаємне розташування конструкцій, деталей, вузлів;
- горизонтальні і вертикальні переміщення споруд;

- деформації конструкцій і частин споруд, динамічні характеристики міцності, теплотехнічні та ін. параметри.

У зв'язку з різноманітністю видів параметрів, вимог до точності їх вимірювань, умов вимірювань використовують різні методи і засоби вимірювань.

Під методом вимірювання розуміється сукупність прийомів використання принципів і засобів вимірювань, під засобом вимірювань розуміється – технічний пристрій, що призначений для виміру фізичних величин і має нормовані метрологічні властивості.

У деяких літературних джерелах наведена класифікація методів і приладів вимірювань з наступними ознаками [13]:

- за типом і видом контрольованих величин;
- за конструктивними особливостями;
- за способом вимірювання (абсолютні і відносні, контактні і безконтактні, статичні, кінематичні і динамічні);
- за місцем розташування приладів вимірювання відносно об'єкту (зовнішні, вбудовані і комбіновані);
- за складністю і складом елементів конструкцій (інструмент, пристосування, прилад);
- за ступенем механізації і автоматизації (ручні, механізовані, напівавтоматичні, автоматичні).

Аналіз робіт в області діагностики будівельних конструкцій [36, 37] дозволив узагальнити вживані методи і засоби діагностики і представити їх у формі, приведеній на рис. 1.3. Згідно проведеного аналізу основними діагностичними параметрами технічного стану будівель і споруд, що впливають на їх стійкість і надійність являються:

- геометричні параметри будівель і споруд і їх основних конструктивних елементів;

- геологічні параметри будівельного майданчика;
- фізико-механічні параметри конструктивних елементів будівель;
- динамічні параметри будівель і споруд, а також ґрунтів будівельного майданчика.



Рис. 1.3. Схема найбільш поширених методів і засобів вимірювань

Детально розглянемо найбільш важливі на наш погляд параметри будівельних конструкцій і їх методи вимірювань. При оцінці технічного стану несучих систем будівель та споруд доводиться вимірювати безліч геометричних параметрів, що характеризують розміри, форму, просторове положення окремих конструкцій і деталей; взаємне розташування конструкцій, деталей, вузлів, механізмів між собою; горизонтальні і вертикальні переміщення споруд;

деформації окремих конструкцій і частин споруд. Вибір конкретних геометричних параметрів об'єкту виконується відповідно до конструктивних особливостей будівель, споруд і обладнання, а також умови їх експлуатації, що встановлюються в процесі досліджень і проектування, з урахуванням вимог монтажників і експлуатаційників (див. табл. 1.2).

Аналіз методів і засобів вимірювань геометричних параметрів показав, що за результатами вимірювань визначаються можливі причини виникнення дефектів і прогноз їх можливого розвитку, вплив голих дефектів на стійкість будівлі або споруди. Проводиться попередня оцінка ступеня пошкодження і категорії технічного стану будівлі або споруди. Для визначення конструктивних рішень будівель та споруд необхідно:

- вивчити вихідну інформацію;
- визначити тип будівлі;
- визначити тип несучих конструкцій.

На основі вивчення вихідної інформації складається план проведення діагностики будівлі або споруди. У плані визначаються перелік робіт, місця улаштування шурфів і розкриття штукатурки або інших оздоблювальних матеріалів на конструктивних елементах, що дозволяють уточнити типову конструктивну схему і особливості ланувального виконання будівлі, розрахункової схеми.

Таблиця 1.2

Граничні додаткові деформації існуючих будівель

Найменування, конструктивні особливості будівлі або споруди	Категорія стану конструкцій	Граничні додаткові деформації		
		Максимальне осідання, см	Відносна різниця осідань	Крен
1	2	3	4	5
Цивільні і промислові одно- і багатоповерхові будівлі з повним залізобетонним каркасом	I	5,0	0,0020	-
	II	3,0	0,0010	
	III	2,0	0,0007	
Багатоповерхові безкаркасні будівлі з несучими стінами з крупних панелей	I	4,0	0,0016	0,0016
	II	3,0	0,0008	0,0008
	III	2,0	0,0005	0,0005
Багатоповерхові безкаркасні будівлі з несучими стінами з крупних блоків або цегляної кладки без армування	I	4,0	0,0020	0,0020
	II	3,0	0,0010	0,0010
	III	1,0	0,0007	0,0007
Багатоповерхові безкаркасні будівлі з несучими стінами з цегли або бетонних блоків з арматурними або залізобетонними поясами	I	5,0	0,0024	0,0024
	II	3,0	0,0015	0,0015
	III	2,0	0,0010	0,0010
Одно- і багатоповерхові будівлі історичної забудови або пам'ятники архітектури з несучими стінами з цегляної кладки без армування	I	1,0	0,0005	0,0005
	II	0,5	0,0003	0,0003
	III	0,2	0,0001	0,0001
Високі жорсткі споруди, труби	I	5,0	-	0,0040
	II	3,0		0,0020
	III	2,0		0,0010

Якщо конструктивна і планувальна, розрахункова, схеми відомі, то роботи по їх уточненню не проводяться, а відразу виконується оформлення розділу, який повинен включати:

- опис або схему об'ємно-планувального рішення;
- опис або схему конструктивного рішення;
- будівельний план і розріз;
- специфікацію основних несучих елементів;
- план розташування елементів підсилення конструкцій;
- визначаються типи несучих конструктивних елементів і характеристики навантажень, що діють на них.

За результатами досліджень визначається конструктивне рішення будівель і споруд, схема забезпечення просторової жорсткості і стійкості, а також особливості конструктивного виконання; уточнюються найбільш вразливі місця будівлі або споруди; вказується питомий тиск на ґрунти основи.

Фізичні характеристики ґрунтів визначаються, як правило лабораторними методами. Польові методи (зондування, радіоактивний каротаж) застосовуються тільки в тих випадках, коли відбір зразків необхідної якості ускладнений або практично неможливий.

Деформаційні характеристики ґрунтів визначають переважно польовими методами. Лабораторні методи застосовуються для оцінки зміни властивостей ґрунтів в часі, а також з метою скорочення об'єму польових досліджень ґрунтів, якщо для конкретних будівельних майданчиків встановлені достатньо надійні кореляційні зв'язки між деформаційними характеристиками ґрунтів, розрахованими за результатами польових і лабораторних випробувань.

Зважаючи на складність інженерно-геологічних умов можуть мати місце різні поєднання і комбінації вживаних видів робіт залежно від ступеня вивченості будівельного майданчика, нашарування ґрунтів, температурного і водного режиму. Широке застосування для вирішення даних завдань знаходять методи інженерної геофізики. Геофізичні методи вивчення геологічного середовища засновані на аналізі реакції фізичних полів на ті, або інші особливості її будови або процеси, що протікають в ній, і явища.

Для визначення фізико-механічних параметрів конструктивних елементів будівель і ґрунтів будівельного майданчика використовують методи руйнівного і неруйнівного контролю. Проте піддавати кожен виріб випробуванням до руйнування абсурдно, хоча при цьому інформація про дійсну роботу виробу і конструкції буде мати 100% -ву забезпеченість. При таких випробуваннях безпосередньо виявляються дійсні властивості матеріалів і виробів [16] (міцність, деформативність, тріщиностійкість і інші показники).

Неруйнівний метод дозволяє зберегти експлуатаційну придатність матеріалів і конструкцій. При таких випробуваннях визначаються характеристики, за якими судять про стан виробів і його фізико-механічні показники. Неруйнівний метод не завжди дає достатньо повну характеристику випробовуваного об'єкту, тому доцільно використовувати два методи в сукупності.

Короткий перелік методів, що найбільш часто використовуються для вимірювання і використання приладів за результатами аналізу робіт [12, 15, 28].

Методи вимірювань фізико-механічних параметрів основних несучих конструктивних елементів залізобетонної будівлі, або споруди дозволяють визначити категорію технічного стану будівлі, споруди, провести уточнення ступеня його надійності або пошкодження.

Забезпечення безпеки при будівництві і експлуатації будівлі вимагає постійного контролю стану об'єкту, моніторингу. Услід за промисловими і спеціальними спорудами, такі роботи в даний час виконуються для будівель цивільного призначення. Враховуючи, що багато будівель являються дуже складними інженерними спорудами, необхідно контролювати технічний стан і функціонування різних компонентів - інженерних мереж, конструкцій в цілому і окремих вузлів, поведінку ґрунтового масиву і ін.. Всі ці елементи взаємозв'язані і складають єдину систему моніторингу будівлі, об'єднуючу набір окремих технічних рішень. Важливими питаннями створення системи є проблеми підбору обладнання і методик, їх об'єднання для моніторингу стану конструкцій надземної і підземної частин висотної будівлі і ґрунтів основи.

Нормативи США і Європи [26,28] передбачають спостереження за станом конструкцій і ґрунтів основи, але не містять конкретних вказівок по методам проведення інструментального моніторингу. Завдяки розвитку методик і засобів вимірювань, цифрової обробки сигналів, в даний час для моніторингу існує широкий набір можливостей вибору інструментів і методик. Тут важливо для конкретного об'єкту і заданих техніко-економічних показників підібрати оптимальний варіант схеми моніторингу, що найповніше контролюють його стан. Інструментальний моніторинг конструкцій і основ будівель спирається, в основному, на чотири типи методик:

1) геодезичні виміри; виконуються як за допомогою традиційного нівелювання, так і з використанням сучасних цифрових датчиків, супутникових GPS-технологій, можливе лазерне сканування об'єкту. Дані методики дозволяють визначати переміщення об'єкту, будівлі або окремих його частин, в просторі, зокрема, вимірювати осідання і крен. Отримані дані відповідають стану на момент вимірів, тобто при достатньо рідких за часом вимірах методики не дають детальної динаміки поведінки об'єкту;

2) інженерно-геологічні спостереження стану ґрунтового масиву в основі і навколо будівлі. Існує набір схем як різної трудомісткості і вартості, так і різної роздільної здатності і інформативності - від вимірювань в окремих свердловинах до міжсвердловинного просвічування (аж до отримання 3-вимірною зображення томографії). Залежно від вибору датчиків, можна вести моніторинг диференціальних, пошарових, або сумарних осідань ґрунтів основи, рівня води, парового тиску в породах (параметри, що використовуються в розрахунках за кордоном). Окрім свердловин, важливу інформацію отримують при розміщенні під фундаментною плитою мережі датчиків тиску в ґрунтах, в палях - вертикальних навантажень. Спостереження можуть проводитись безперервно або досить часто за часом, тобто є можливість стежити за особливостями динаміки об'єкту;

3) вимірювання навантажень і деформацій в конструкціях фундаменту і надземної частини. Тут також існує набір інструментів з використанням вібраційних датчиків напружень, що вмонтовуються по 1-о, 2-ох, 3-ох просторовим координатам X, Y, Z в точці і розміщених у фундаментній плиті, а також в стінах, пілонах і колонах будівлі. Спостереження можуть вестися в автоматичному режимі і, зокрема, безперервно;

4) сейсмометричні методики можуть виконуватися різними вимірювальними пристроями - деформографами, нахиломірами і сейсмометрами (велосиметрами, акселерометрами). Схеми спостережень різноманітні, включають варіанти збудження коливань будівлі як штучними (удари, вібратори), так і природними (вітер, мікросейсми) джерелами.

Сейсмометричні вимірювання дають "миттєву" картину стану об'єкту, спостерігаючи яку в часі можна отримати різноманітну інформацію про особливості динаміки споруди.

Слід зазначити, що якщо перші три типи спостережень дають в основному "пряму" інформацію (величини осідань, навантажень і ін.), то реєстрація коливань вимагає як достатньо складної попередньої обробки, так і

створення моделей динаміки споруди. Особливістю сейсмометричних методик є те, що схеми спостережень можуть бути достатньо простими.

Крім того, вони

дають можливість контролювати не тільки величини прискорень, але і, як показано нижче, дозволяють судити про спільну роботу будівлі і ґрунтів основи.

1.1.2. Вимірювання динамічних параметрів будівель.

Динамічні випробування проводяться для визначення динамічних і жорсткісних характеристик несучих здібностей конструктивних елементів будівель та споруд, виявлення прихованих дефектів [11].

Згідно методу вимірювань динамічних параметрів, ступінь пошкодження будівлі, споруди, визначається за результатами порівняння проектних, нормативних, значень динамічних параметрів, а саме періодів власних коливань, декременту коливань, з експериментальними даними.

Аналіз епюри коливань дає можливість виявити місця розташування можливих дефектів по висоті і на плані будівлі, споруди, ступінь зв'язку будівлі, споруди, з ґрунтами основи.

Для визначення нормативних значень періодів власних коливань T_1

використовується емпірична формула:

$$T_1 = \alpha n \quad (1.1)$$

де n — кількість поверхів в будівлі, α - коефіцієнт, залежний від конструкції будівлі і виду його основи.

Для найбільш поширених типів будівель, при ґрунтах середньої щільності коефіцієнт α визначається по табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Значення коефіцієнта α , залежно від типу будівлі

№	Тип будівлі	Коефіцієнт
1	Житлові великопанельні будівлі	0,045
2	Житлові будівлі з цегляними, кам'яними і великоблочними несучими стінами	0,056
3	Шкільні і інші будівлі з великими отворами в стінах типу п.2	0,065
4	Каркас з монолітного залізобетону з цегляним або легкобетонним заповненням стін	0,064
5	Сталевий каркас, заповнення по п.4	0,08

Ступінь пошкодження будівель і споруд залежно від зміни фактичного періоду власних коливань будівлі чи споруди, в порівнянні з нормативним, проектним, значенням приведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Ступені пошкодження будівель і споруд, залежно від зміни періоду власних коливань конструкції

Ступінь пошкодження	Збільшення періоду власних коливань %
1 - без пошкодження - легка	0-10
2 - помірна	11-30
3 - сильна	31-60
4 - важка	61-90
5 - катастрофічна	91-100

Аналіз методів визначення динамічних параметрів будівель показав, що основними критеріями оцінки технічного стану несучих систем за допомогою динамічного методу є період і частота власних коливань будівель. Відомо, що основний динамічний параметр - період власних

коливань конструктивної системи T пов'язаний з її жорсткістю EI . Тому результати динамічних випробувань періоду власних коливань споруди дають величину зниження інтегральної жорсткості споруди. Математично залежність періоду власних коливань від жорсткості визначається за формулою:

$$T = k \sqrt{\frac{m}{EI}} \quad (1.2)$$

де k - коефіцієнт, що враховує тип конструктивної схеми, m - маса будівлі, E - модуль пружності, I - момент інерції.

В цілому, для будь-якої конструктивної системи період власних коливань характеризує жорсткість системи. Можна вважати, що маса будівлі приблизно незмінна, тоді зниження моменту інерції, показує наявність можливих дефектів в перерізах конструктивних елементів споруди. Зниження модуля пружності показує, що відбувається зменшення міцності конструктивних елементів. Тому по зміні періоду і частоти власних коливань несучих систем будівель можна оцінювати зміну їх конструктивної жорсткості і дати кількісну оцінку їх технічного стану.

У даних стандартах детально приведені методики вимірювань експериментальних значень динамічних параметрів будівель, приладова база, способи обробки отриманих результатів вимірів. Однак дані нормативні документи не регламентують порядок кількісної оцінки технічного стану несучих конструкцій будівель.

1.2. Аналіз причин виникнення пошкоджень і дефектів конструкцій будівель і споруд

Процедура оцінки технічного стану будівельних конструкцій є складною, трудомісткою роботою, що вимагає участі фахівців різного профілю і використання складного обладнання. Проведення технічного

обстеження є основою для оцінки технічного стану будівельних конструкцій.

Основною ціллю технічного обстеження є виявлення дефектів будівельних конструкцій і встановлення причин їх виникнення. Розглянемо найбільш поширені дефекти конструкцій та виконаємо аналіз їх впливу на експлуатаційні властивості конструкцій.

Проведений аналіз причин систематичних пошкоджень, виявлених за останні 5 років на об'єктах, що будуються і експлуатуються, показує, що дефекти мають системний характер і близько 40-50% їх обумовлено недосконалістю конструктивних рішень, що традиційно "тиражуються" в проектній документації [1]. Результати багаточисельних натурних обстежень, інженерних розрахунків і теоретичних досліджень з використанням нових комп'ютерних програмних комплексів, переконливо свідчать, що багато цегляних будівель підвищеної поверховості мають занижений по відношенню до нормативного значення рівень надійності за міцністю.

Нові будівлі, як правило, мають дефекти, які знижують експлуатаційні якості житла [2, 13, 14]. У зону ризику вказані об'єкти увійшли в наслідок сумісної дії багатьох причин. В більшості випадків найбільш негативні наслідки викликані недосконалістю прийнятих конструктивних схем будівель.

Окрім вказаних причин, необхідний рівень надійності знижують також і багато інших факторів. Наприклад, для кам'яних будівель підвищеної поверховості середній рівень вертикальних напружень стиску збільшується у 2-3 рази в порівнянні з будівлями заввишки до 5 поверхів. При цьому відчутніше проявляються дотичні напруження і напруження розтягу, що викликані різним рівнем навантаження прикладеного до стін та дією термічних впливів. Якщо товщини стін призначаються на підставі розрахунків міцності, а не по конструктивним, або теплотехнічним вимогам, то резерви міцності цих конструкцій значно скорчуються. Із застосуванням

для елементів несучих конструкцій, керамічної щілинної цегли і розчинів високих марок відмічено збільшення «крихкості» мурування, оскільки через численні порожнечі зменшується ефект, пов'язаний з виникненням двох- і тривісного стиску у великих стінових масивах, і відповідно збільшується кількість концентрацій напружень в матеріалі. В результаті відносна міцність кладки з щілинної цегли на розтяг знижується по відношенню до кладки з повнотілої цегли, і із зростанням кількості поверхів збільшуються сили тертя і стиску опор залізобетонних елементів в стінах будівлі. Таким чином, «прослизання» прогонових елементів на опорах при зміні температурних деформацій зменшується, що і викликає утворення додаткових тріщин в кладці під торцями залізобетонних плит, прогонів, перемичок. Тобто вже на стадії зведення будівель накопичуються початкові пошкодження в їх найбільш навантажених елементах. Слід зазначити, що діючі нормативні документи не містять прямих вказівок щодо урахування наведених факторів. Аналіз проектних рішень і натурні обстеження будівель, зведених в кінці ХХ сторіччя, показали, що переважна більшість конструктивних рішень житлових будинків прийнята без належного розрахункового обґрунтування. В процесі обстежень об'єктів у зв'язку з пошкодженнями, що виникли, з'ясувалося, що проектні розрахунки стін для 9-15 поверхових цегляних будинків зводилися до перевірки міцності кладки простінків, що умовно виділений із їх остову, і збору даних по навантаженнях на фундаменти. У всіх проаналізованих випадках проектні рішення не обґрунтовувалися розрахунками стінових конструкцій в просторовій постановці задачі з урахуванням температурного впливу, з оцінкою критеріїв характеристик міцності матеріалів при двох- і трьохкомпонентному напруженому стані. Цілком зрозуміло, що будівлі підвищеної поверховості з монолітного бетону і цегли, особливо у випадках улаштування ефективної теплоізоляції стін,

вимагають нових підходів до проектування і до якості будівельних робіт. Експериментально підтверджена необхідність зміни принципів розрахунку і конструювання таких об'єктів, насамперед пов'язана з правильним урахуванням при проектуванні температурних впливів. Використання сучасних технологій при розрахунках цегляних і монолітних будівель дозволяє виявляти зони дії найбільших напружень розтягу в будівельних конструкціях, передбачати місця можливого утворення тріщин в стінах і визначати необхідне армування в таких зонах. Наявність всіх компонентів напружень дає можливість більш коректно призначати параметри міцності матеріалів в стиснутих елементах і в зонах передачі великих зосереджених навантажень. Урахування перерозподілу зусиль між вертикальними несучими елементами в просторових розрахунках дозволяє більш обґрунтовано призначати навантаження на фундаменти будівель і не допускати перенапруження у фундаментних плитах внаслідок перерозподілу навантажень між окремими стінами, що неодноразово зустрічається на практиці. Зазначимо, що традиційно проектування фундаментів виконується за навантаженнями, що визначаються за умовними вантажними площами.

З поширенням комп'ютерних технологій з'явилася можливість моделювати поведінку каркасів будівель, аналізувати особливості деформації як окремих ділянок стін, так і каркасу в цілому, розв'язати широке коло оптимізаційних задач [3, 27].

Серед характерних недоліків проектних рішень необхідно відзначити наступні:

- необґрунтовані ускладнення архітектурних форм, що викликають ускладнення конструктивних схем, незіставність планувань поверхів, при яких стіни ослабляються через несприятливе розташування отворів, ніш і штаб, врізаних вентиляційних блоків;
- нерегулярна система отворів і ослаблень по висоті будівель спричиняє

небажані в матеріалах кладок зріз, згин і розтяг;

- не відповідність правилам конструювання принципів анкерування багатопустотних плит перекриттів;
- некоректний вибір розрахункових моделей і методів розрахунку основних несучих елементів будівель, в наслідок хибної оцінки реальних значень жорсткостей будівельних конструкцій і вузлів їх з'єднань, недостатньо повного урахування фізичних і геометричних ексцентриситетів прикладання навантажень, нехтування стадійності завантаження та ін.;
- невдалі рішення зон передачі на кладку великих зосереджених навантажень, з'єднання з остовом незахищених елементів типу балок-стінок, пілонів великої жорсткості та ін. Крім того необхідно зазначити, що складний напружений стан виникає в цегляних і монолітних будівлях при розміщенні за межами зовнішніх стін залізобетонних або окремих металевих стійок, з передаванням на них навантажень від консольно-нависаючих поверхів, еркерів, лоджій і тому подібне Через різні температурні деформації в таких випадках зазвичай виникають тріщини в стінових конструкціях, що спираються на стійки;
- при проектуванні утеплених стін дозволяються численні переходи від захищених конструкцій до відкритих, наявність «містків холоду», застосування відкритих для різкого охолодження, укорочення, конструкцій, що спільно працюють з утепленим остовом, а також застосування тришарових конструкцій стін з жорсткими зв'язками. Тріщини температурного походження, наприклад, характерні для парпетів;
- несприятливий напружено-деформований стан виникає в зоні контакту холодних бетонних стін цоколя з утепленими ззовні вище розміщеними стінами;
- часто дефекти будівель залежать від недостатнього опрацювання в проектах питань стадійності зведення секцій, що пов'язане з некоректним урахуванням взаємного впливу суміжних будівель або їх частин, що зводяться із значною затримкою за часом і поетапним навантаженням,

застосуванням ударних і вібраційних технологій при улаштуванні пальових фундаментів, а також закладенні котлованів поблизу побудованих об'єктів без належних захисних заходів;

- до основних причин систематичних дефектів необхідно віднести і використання неякісних матеріалів (наприклад, цегли і бетону недостатньої морозостійкості) або використання матеріалів не за призначенням, наприклад застосування руберойду прокладки на картонній основі як покривний шар без додаткового захисту;
- найважливішим з негативних факторів, таким, що на багато разів збільшує витрати на експлуатацію конструкцій і будівель в цілому, являється ігнорування прийомів конструктивного захисту;
- дефекти карнизів, відмосток, неорганізований водовідвід з скатних покрівель (у тому числі і на плоскі козирки над входами);
- відведення води з покрівлі через лотки в парапетах;
- неякісна гідроізоляція підвалів, відсутність пароізоляції по внутрішніх поверхнях сантехнічних приміщень і, навпаки, паронепроникна обробка зовнішніх поверхонь стін, систематичні дефекти улаштування дахів, що експлуатуються (під проїздами, терасами та ін.);
- низька якість захисту дерев'яних конструкцій, улаштування деформаційних швів, примикань покрівель, заповнення швів між панелями, антикорозійного захисту закладних і з'єднувальних деталей та ін.

Відмічені недоліки перед проектних, проектних, а також значна кількість серйозних будівельних дефектів являються наслідком з одного боку недостатньо поглибленого вивчення нормативних вимог, а з іншої недосконалістю нормативної бази, про що необхідно сказати детальніше. У основі багатьох недоліків проектної документації і дефектів в будівництві є недосконалість змісту нормативних документів.

Основні недоліки норм проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій (СНиП II-22-81) обумовлені застосуванням спрощених розрахунків кладки без обов'язкового сумісного урахування основних

факторів:

- при фактичному двовісному або тривісному напруженому стані розрахунок проводиться всього лише на одноосний стиск;
- при цьому допускається некоректне визначення деформованого (і відповідно напруженого) стану різно навантажених зв'язаних стін;
- недостатньо коректне визначення температурних впливів.

Аналогічні прорахунки властиві і для «Пособие по проектированию жилых зданий» до СНиП 2.08.01-85. Приведемо декілька прикладів внутрішніх суперечностей і недосконалості СНиП II-22-81 і посібника до нього. Норми проектування кам'яних конструкцій, з одного боку, не допускають розкриття тріщин в найбільш відповідальних неармованих стиснутих елементах, з іншого боку, містять рекомендації до розрахунків, що приводять до великої ймовірності утворення таких тріщин. У нормах чітко не розкрито, до граничних станів якої групи слід відносити розрахунки кладки на температурний вплив; не враховується вплив температури в рекомендаціях до розрахунку жорстких зв'язків багат шарових стін. Норми дозволяють не враховувати вплив температури на стадії зведення об'єктів і при введенні їх в експлуатацію, в той же час температурні пошкодження конструкцій частіше відбуваються саме на стадії зведення об'єктів, а їх вплив позначається в основному на стадії експлуатації. Виявлена закономірність утворення і розкриття тріщин в місцях спирання на цегляну кладку довгомірних залізобетонних елементів через їх скорочення при різкому похолоданні, такі тріщини можна спостерігати в цегляній кладці під плитами лоджії. Відмічені факти підтверджують незавершеність проектів і нормативної документації і свідчать про можливість зниження надійності цегляних будівель в результаті масових температурних пошкоджень цегляної кладки в зонах спирання довгомірних елементів. Крім того, в прикладах з проектування кам'яних і монолітних будівель не міститься вказівки по

проведенню розрахунків конструкцій на температурні дії у вертикальному напрямку. Проте саме вертикальні температурні деформації є основною причиною характерних пошкоджень монолітних будинків виготовлених з керамзитобетону [2, 14]. У нормах наведені розрахункові і конструктивні рекомендації, спрямовані на забезпечення спільної роботи елементів в зонах з'єднання різно навантажених стін багатопверхових будівель. Необхідно відзначити, що нормативні методики базуються на умовному розділенні суміжних стін і зіставленні вільних деформацій кожної ділянки при дії тільки вертикальних навантажень. Точність таких методик незначна. Вищу точність забезпечує просторовий розрахунок за методом скінчених елементів з одночасним урахуванням температурних дій. У такому випадку, оцінка рівнів дотичних напружень і напружень розтягу в стінах дозволяє конкретно призначати армування кладки і параметри поясів жорсткості.

Необхідно також відзначити, що в існуючих нормативних документах недостатньо коректно викладені конструктивні вимоги до призначення кроку поперечного армування кладки:

- максимальний крок арматурних сіток не пов'язаний із товщиною стін;
- не містять вказівки по розміщенню верхньої і нижньої сіток в елементах, що армуються. Очевидно, що для забезпечення необхідних значень розрахункових опорів армованої кладки необхідно призначати крок поперечних арматурних сіток не більш мінімального поперечного розміру елемента, що армується, і передбачати обов'язкове укладання арматурних сіток як під, так і над опорами плит перекриттів, прогонів, перемичок та інших залізобетонних пролітних конструкцій.

До основних причин аварій залізобетонних будівель і споруд слід віднести і недоліки при виконанні будівельних робіт і при експлуатації:

- значне зниження нормованого рівня надійності будівельних об'єктів аж до утворення аварійних ситуацій викликане дефектами виготовлення, транспортування і монтажу конструкції;

- порушення геометричних допусків виготовлення і монтажу будівельних елементів, які трапляються через несвоєчасну установку зв'язків і зварку арматурних випусків залізобетонних виробів, порушення проектного армування, завищується водоцементне співвідношення бетону, внаслідок чого занижуються його міцнісні і деформативні характеристики, допускається укладання розчину після скачування;

- порушення виконання антикорозійного захисту конструкцій, їх консервації на період технологічних перерв і так далі[30];

- проблема низької морозостійкості матеріалів. Бетони практично не замовляються і не контролюються по морозостійкості. Цегла випускається з морозостійкістю, приблизно в 2 рази нижче за середньоєвропейський рівень. В основному з цієї причини виникає необхідність збільшення експлуатаційних витрат по відновленню раніше фанерованих фасадних поверхонь[40, 41];

- проблеми при виконанні зимової кладки методом заморожування[32];

- порушення вимог теплового захисту монолітного бетону при його електропрогріванні в зимових умовах.

Однак останніми роками підвищується зацікавленість будівельників в підвищенні якості об'єктів, що зводяться. Одночасно з ускладненням будівельних об'єктів підвищується вірогідність істотних пошкоджень внаслідок порушень умов їх експлуатації. Слід зазначити і той факт, що останнім часом частішали не санкціоновані випадки перепланування квартир багатоповерхових будівель з видаленням частини несучих конструкцій, у деяких випадках без попереднього обстеження і кваліфікованої розрахункової оцінки можливості таких реконструкцій. Такі дії не можуть залишатися безконтрольними, оскільки можуть призвести до

серйозних наслідків для всієї несучої конструкції. Найбільшу небезпеку представляє несприятливе поєднання проектних помилок з дефектами виконання будівельно-монтажних робіт і порушеннями умов експлуатації будівель. У такій ситуації з'являється необхідність розробок ефективних і достовірних методик оцінки надійності і безпеки будівельних конструкцій. До цього питання потрібно підходити різносторонньо, враховуючи всі особливості будівництва. На підставі проведеного аналізу найбільших дефектів, що часто зустрічаються, найбільш важливим завданням для підвищення надійності і безпеки будівель і споруд є ефективна оцінка технічного стану будівельних конструкцій.

Існуючі методи оцінки технічного стану будівель засновані в основному на візуальних і локальних способах діагностування. Відомі методики, які за результатами візуального і інструментального контролю, дають ступінь зносу

окремих конструктивних елементів.

Оцінка технічного стану в роботах Гроздова В.Т. ґрунтується на застосуванні візуальних і візуально-інструментальних методів, в яких використовуються прості інструменти: рулетки, сходи, рівні, молотки, дрилі і ін.. Крім того, для візуально-інструментального обстеження застосовуються нівеліри, теодоліти, обладнання для проходки свердловин, прилади і пристосування для руйнуючих і неруйнівних методів контролю матеріалів (локальні методи). У даному підході детально описаний візуальний метод обстеження будівельних конструкцій, фундаментів, цегляних стін і стовпів, стін великопанельних і великоблочних будівель, металевих конструкцій, перекриттів кам'яних будівель і так далі. У розділі візуально-інструментальних методів обстеження приведений перелік необхідних контрольованих параметрів, який не можна визнати повним з урахуванням останніх досягнень і розробок в області оцінки технічного стану

будівельних конструкцій. У розділі методу інженерно- геологічних обстежень відсутня оцінка можливостей геофізичних вишукувань ґрунтового масиву, які дають точніший геологічний розріз спільно з традиційним бурінням свердловин і визначенням фізико механічних властивостей ґрунтів, не визначаються динамічний стан будівель і споруд при визначенні динамічних і жорсткісних характеристик, здібності несучих конструктивних елементів будівель і споруд, що не дозволяє виявляти приховані дефекти. У роботах Абрашитова В.С. заявлена необхідність проведення комплексних обстежень, для складання технічного висновку про стан будівельних конструкцій, але фактично висловлюються тільки методи візуального обстеження і опису найбільш поширених дефектів будівельних конструкцій будівель і споруд.

У підході Землянського А.А. при оцінці технічного стану відображені:

- комплекс методів і засобів проведення інженерного експерименту;
- неруйнівні методи випробувань;
- основи моделювання будівельних конструкцій;
- методи обстеження і випробування несучих конструкцій будівель;
- особливості визначення напружень і тиску в ґрунтах.

У роботі відмічено, що оцінити весь комплекс факторів, що впливають на надійність і безпеку будівельних конструкцій, теоретичним шляхом неможливо. Автор вказує, що натурні випробування споруд залишаються єдиним достовірним способом для оцінки впливу допущень, що приймаються в розрахунках і впливають на надійність і довговічність споруд.

Крім того, в цій роботі пропонується застосування методів моделювання - теорії подібності, яка встановлює певні співвідношення між геометричними розмірами, властивостями матеріалів, навантаженнями і деформаціями моделі і натурної конструкції. По критеріях подібності можливе обчислення параметрів модельованого процесу для натурних виробів. Сутність

інженерного моделювання полягає в тому, що натурний об'єкт на основі принципів теорії подібності замінюється аналогом - моделлю. До недоліків роботи слід віднести те, що в ній приведені тільки теоретичні моделі і не приведені приклади їх практичного застосування. У методичних вказівках по обстеженню будівельних конструкцій виробничих будівель і споруд теплових електростанцій досить доступно і добре показані приклади діагностичного стану залізобетонних, металевих конструкцій, захисних стінових конструкцій по характеру утворення тріщин і інших пошкоджень. Проте в ній так само не наведені методи і прилади виявлення дефектів конструкцій, і відсутній інтегральний підхід до оцінки технічного стану будівель і споруд. Приведені вище підходи для оцінки технічного стану будівельних конструкцій засновані в основному на локальних методах діагностики, тобто вимірювання параметрів в окремо узятих точках. В даному випадку погрішність при оцінці технічного стану будівель і споруд залежить від кількості і якості проведених вимірювань, чим менше точок вимірювань тим більше буде погрішність оцінки.

Основні теоретичні підходи при розрахунках динаміки споруд в області будівництва приведені в роботах Р.В. Клафа, Д. Пензієна [29], В.В. Болотіна [5,6], Сорокіна Є.С [52]. та ін. Проте в них не приводиться кількісна оцінка категорій технічного стану несучих конструкцій будівель, не визначений вплив найбільш значущих факторів на розрахункові величини динамічних параметрів.

Найповніше задача оцінки технічного стану будівельних конструкцій вирішена в роботі колективу під керівництвом Шахраманьяна М.А., в якій визначені основні діагностичні параметри будівель і споруд, такі, що впливають на стійкість і надійність, а також розглянуті основні методи діагностики вживані при комплексній оцінці надійності будівельних конструкцій.

Згідно пропонованого авторами підходу проводиться:

1. Збір і аналіз початкової інформації про будівлю або споруду і будівельний майданчик з урахуванням можливих зовнішніх навантажень, із застосуванням сучасного обладнання і вимірювальних пристроїв.
2. Визначення об'ємно-планувального і конструктивного рішення будівлі або споруди, метою якої є визначення конструктивного і планувального виконання об'єкту (розрахункової схеми), розмірів основних конструктивних елементів, їх структури.
3. Визначення сейсмологічних характеристик будівельного майданчика, мета якого полягає у визначенні геологічної будови ґрунтового масиву будівельного майданчика, виявлення динамічних параметрів, суцільності, однорідності.
4. Візуальний і геодезичний контроль стану будівлі або споруди, з метою виявлення особливостей забезпечення просторової жорсткості і стійкості при можливих навантаженнях, виявлення дефектів, визначення крену і осідань, встановлення причин їх виникнення і прогнозування їх можливого розвитку в процесі експлуатації.
5. Неруйнівний контроль будівлі або споруди задля визначення фізикомеханічних і геометричних параметрів основних конструктивних елементів будівлі або споруди.
6. Динамічні випробування будівлі (споруди) метою яких є визначення динамічних і жорсткісних характеристик, несучої здатності несучих конструктивних елементів будівель і споруд, виявлення прихованих дефектів.

На сьогоднішній день даний підхід є найбільш повним тому що в ньому передбачено застосування локальних і інтегральних методів вимірювань, тобто визначення параметрів які дають інформацію про стан конструкції в цілому. У даному підході детально викладений порядок проведення робіт, з описом використаних вимірювальних приладів, визначені основні діагностичні параметри будівель і споруд, що впливають на їх стійкість і надійність. У свою чергу необхідно відзначити, що в даній методиці не

наведена детальна технологія оцінки категорії технічного стану будівель, не оцінюється

прогнозована довговічність на основі динамічних критеріїв.

Всі вище перелічені методи оцінки технічного стану, або не дають достатньо повної інформації про стан об'єкту в цілому, або не адаптовані до діючої нормативної документації.

В даний момент визначено чотири види категорій технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд (нормативний технічний, працездатний технічний, обмежено - працездатний технічний, аварійний стан).

Проведена систематизація дефектів, згідно з положенням, що діють, про категорії технічного стану будівельних конструкцій (див. табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Категорії технічного стану і їх ознаки при обстеженні

Категорії стану конструкції	Ознаки при обстеженні	
	візуальному	інструментальному
1	2	3
1. Нормативне технічне – відсутні видимі дефекти і пошкодження, що свідчать про зниження несучої здатності та експлуатаційної придатності конструкції; необхідності в ремонтно-відновлювальних роботах на момент обстеження немає	На поверхні бетону немає видимих дефектів і пошкоджень, або наявні окремі раковини, вибоїни, волосяні тріщини (до 0.1 мм); антикорозійний захист закладних деталей не порушений, поверхня арматури при розкритті чиста; глибина карбонізації бетону не перевищує половини товщини захисного шару; міцність бетону не нижче проектного значення;	Осідання і крен будівель, відхилення стін і колон від вертикалі в межах норм; фактична міцність бетону не нижче за проектну; швидкість ультразвукових хвиль (УЗХ) більше 4 км/с; на окремих ділянках (не більше 20% від загального числа замірених) величина захисного шару бетону менше проектною до 10%, і марка за водонепроникністю - на один ступінь; величина прогину і ширина розкриття тріщин не перевищують значення допустимі за нормами; розрахунковий опір арматури складає не менше 0.95 величини, прийнятої нормами для відповідного класу; втрати площі перерізу робочої арматури відсутні;
2. Працездатне технічне - наявні дефекти і пошкодження не знижують несучу здатність і експлуатаційну придатність конструкції; захисні властивості бетону по відношенню до арматури на окремих ділянках вичерпані; потрібне їх відновлення,	Антикорозійний захист залізобетонних елементів має часткові пошкодження; на окремих ділянках - мокрі або масляні плями, висоли; на окремих місцях з малою величиною захисного шару проступають сліди корозії розподільної арматури або хомутів; корозія робочої арматури - окремими точками і плямами, виразками і пластинками іржі, антикорозійний захист закладних деталей не	Осідання і крен будівель, відхилення стін і колон від вертикалі у нормованих межах; зменшення величини захисного шару бетону менше проектного значення до 10%, міцність бетону основного перерізу елемента (за межами захисного шару бетону і в зоні стиску) не нижче проектною; швидкість УЗХ 3-4 км/с, розрахунковий опір арматури складає не менше 0.95 величини значення прийнятого за

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
улаштування і відновлення і гідроізоляції і антикорозійного захисту	порушений; глибина карбонізації бетону не перевищує товщину захисного шару; колір бетону змінений внаслідок пересушування; місцями є відшаровування бетону; лущення граней і ребер конструкцій, що піддаються заморожуванню; орієнтовна міцність бетону - не нижче проектною; тріщини з шириною розкриття до 0.3 мм.	діючими нормами для завданого класу міцності; втрата площі перерізу робочої ненапруженої арматури і закладних деталей внаслідок корозії не перевищує 5%;
3. Обмежено працездатний технічний – наявні пошкодження, що свідчать про зниження несучої здатності і експлуатаційної придатності конструкції, що на момент обстеження не загрожують безпеці людей і обваленню; потрібне підсилення	Пластинчата іржа на стержнях оголеної арматури в зоні повздожніх тріщин або на закладних деталях; тріщини (нормальні і похилі) на розтягнутій зоні бетону, що перевищують їх допустиме розкриття (не більше 1 мм); бетон в розтягнутій зоні на глибині захисного шару між стержнями арматури легко кришиться; зниження орієнтовної міцності бетону в стиснутій зоні тих, згинальних елементів, провисання окремих стержнів розподільної арматури; випучування хомутів; розриви окремих з них; зменшення в супереч вимог норм проекту площі обпирання збірних елементів, прогини бетонних і залізобетонних елементів, наскрізні тріщини в несучих стінах, взаємні зсуви елементів	Осідання і крен будівель, відхилення стін і колон від вертикалі більше нормованих меж; прогини елементів викликані експлуатаційними діями перевищують допустимі значення більше 30%; міцність згинальних залізобетонних елементів, бетону до 30% нижче проектної; швидкість УЗХ менше 3 км/с; втрата міцності робочої арматури і закладних деталей внаслідок корозії перевищують 5%, прогини елементів, викликані експлуатаційними діями, перевищують допустимі більш ніж на 30 %; руйнування зварних швів;

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
<p>4. Аварійний – наявні пошкодження, що свідчать про можливість обвалення конструкцій; потрібне негайне проведення термінових протиаварійних заходів (розвантаження конструкції устрій тимчасових кріплень і так далі)</p>	<p>Наявність тріщин в при опорній зоні, роздроблення бетону стиснутої зони внаслідок порушення анкерування арматури; ширина розкриття нормальних тріщин в розтягнутій зоні, що обумовлена текучістю арматури більше 0.5 мм; ширина розкриття похилих тріщин згинальних елементів, обумовлених текучістю повздожньої і поперечної арматури більше 1 мм; роздроблення бетону стислої зони над похилими і нормальними тріщинами; розрив розтягнутої арматури; викришування крупного заповнювача в стиснутій зоні; руйнування ділянок стін, перемичок, перегородок, простінків.</p> <p>Роздроблення бетону від стиску одночасно з текучістю арматури, що характеризується перевищенням нормативних значень прогинів від контрольного навантаження в 1,5 і більш разів; текучість арматури, яка характеризується прогином конструкцій на величину, що перевищує 1/50 прольоту, обвалення окремих частин або всієї будівлі</p>	<p>Осідання і крен будівель, відхилення стін і колон від вертикалі більше нормованих меж; міцність бетону нижче проектного значення понад 30%; руйнування частини зварних з'єднань;</p>

Аналіз причин виникнення дефектів і методів контролю показав необхідність інтегрального підходу при оцінці категорії стану будівель. Існуючі методи оцінки технічного стану будівельних конструкцій не дозволяють отримати весь спектр найбільш важливих діагностичних параметрів. Тільки на основі отриманих найбільш повних діагностичних і розрахункових даних можна визначити інженерні заходи, що підвищують стійкість будівлі, або споруди до дії можливих небезпечних природних і техногенних навантажень і розробити проект підвищення інженерної безпеки.

1.3. Методологічні основи вирішення проблеми і постановка завдань дослідження

Аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок про те, що основними причинами аварій будівель і споруд є:

- низька якість інженерно-геологічних вишукувань;
- неякісне проектування;
- низька якість будівельно-монтажних робіт;
- порушення в конструкціях при їх експлуатації.

З літературних джерел встановлено, що для оцінки технічного стану об'єкту повинні вирішуватися наступні завдання:

- організація перевірки справності і його працездатності;
- правильність функціонування і пошук дефектів в процесі його виготовлення, монтажу, налаштування і експлуатації.50

Діагностичне забезпечення повинно закладатися на стадії проектування об'єкту, забезпечуватися на стадії його виготовлення і монтажу і підтримуватися на стадії експлуатації.

Для виявлення дефектів і оцінки технічного стану існують різні методи, які розрізняються підходом до даної проблеми, застосуванням засобів вимірювань, визначенням необхідних діагностичних параметрів. Розроблені і застосовуються нові, сучасні методи і засоби вимірювань, які збільшують достовірність результатів застосування діагностики будівельних конструкцій, але не всі з них мають нормативне підтвердження.

Методологічні основи вирішення проблеми представлені на рис. 1.4.

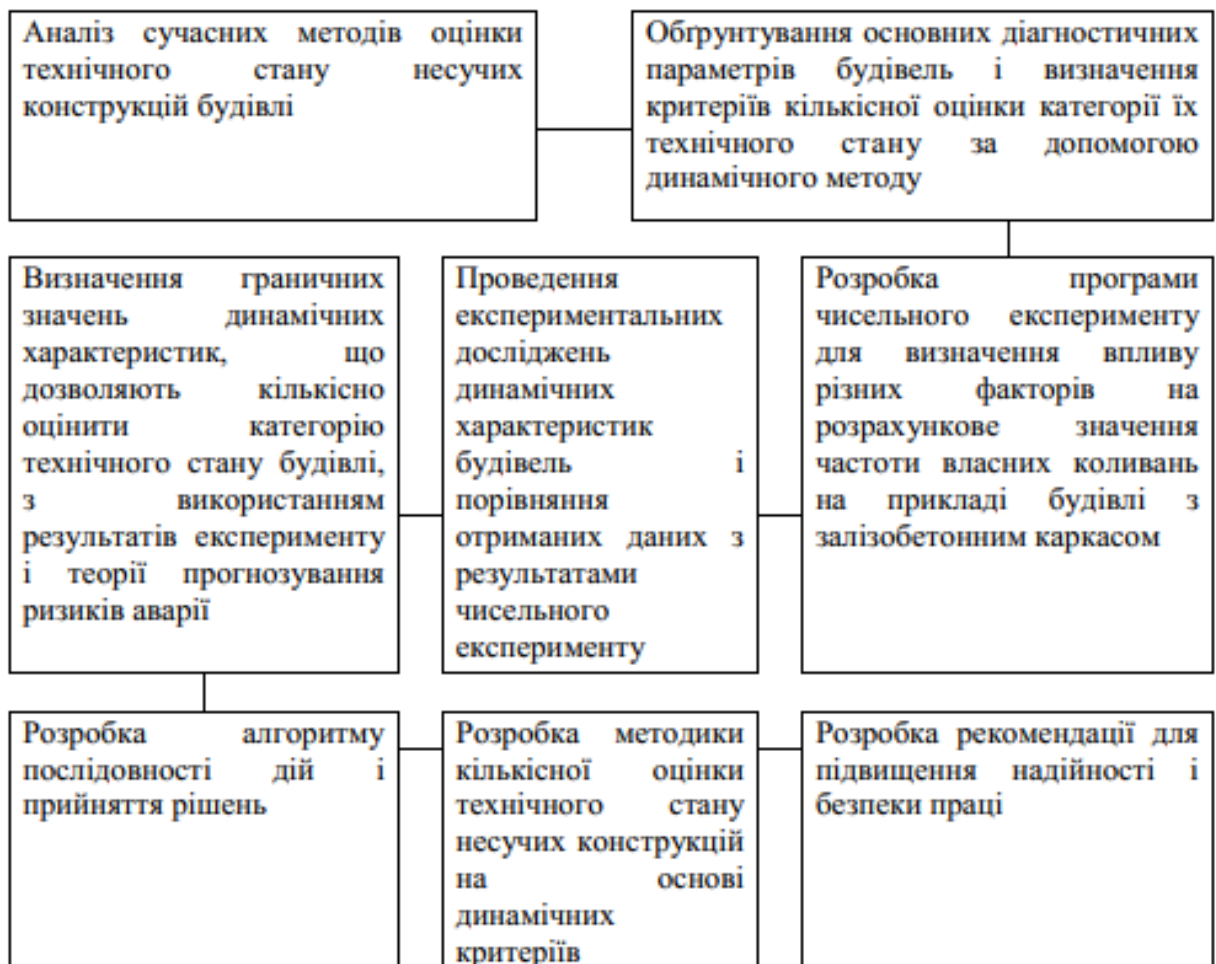


Рис. 1.4. Методологічні основи вирішення проблеми

Аналіз методів оцінки технічного стану будівель показав, що:

- у існуючих методах оцінки технічного стану будівель не достатньо

розроблений і не використовується інтегральний підхід до рішення даної задачі, більш того відсутній системний підхід в застосуванні методів руйнівного і неруйнівного контролю; - існуючі методи оцінки технічного стану будівельних конструкцій не дозволяють отримати весь спектр необхідних - діагностичних параметрів;

- немає єдиних підходів при кількісній і якісній оцінці діагностичних параметрів для визначення категорії технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд;
- у приведених підходах не прописаний чіткий алгоритм прийняття рішення про технічний стан будівельних конструкцій;
- система моніторингу складних (високотехнологічних) будівельних споруд, заснована на сучасних перспективних методах оцінки технічного стану, знаходиться у стадії розробки і застосування;
- розробка методики кількісної оцінки технічного стану несучих систем будівель на основі динамічних критеріїв, яка дозволить проводити інтегральну оцінку будівель в цілому, використання в системах моніторингу будівельних конструкцій, є актуальним завданням.

Представлені вище висновки дозволяють сформулювати завдання дослідження і методологічні основи вирішення проблеми рис. 1.3.

Завдання дослідження:

- провести аналіз стану досліджень і нормативно-технічної бази в області діагностики технічного стану несучих систем будівель;
- визначити основні інформаційні ознаки стану ґрунтових основ і несучих конструкцій, при динамічному методі діагностування;
- провести чисельні дослідження впливу багатьох факторів (податливості ґрунтової основи, роботи тимчасових навантажень, дефектів і пошкоджень, податливості стиків і залишкових деформацій) на розрахункові частоти власних коливань на прикладі будівель з залізобетонним каркасом, з використанням розрахункових комплексів;

- провести експериментальні дослідження частоти власних коливань будівель із залізобетонним каркасом і порівняти їх з розрахунковими значеннями; - розробити методику кількісної оцінки технічного стану несучих систем будівель на основі динамічних критеріїв - періоду і частоти власних коливань.

Розробка методики кількісної оцінки технічного стану несучих систем будівель на основі динамічних критеріїв дозволить підвищити об'єктивність і достовірність розрахованих результатів, скоротити терміни проведення технічного обстеження.

Висновки до розділу 1

На основі виконаного в розділі аналізу проблем оцінки технічного стану будівель, встановлено:

1. Основними діагностичними параметрами технічного стану будівель та споруд, що впливають на їх стійкість і надійність являються:
 - геометричні параметри будівель, споруд, і їх основних конструктивних елементів;
 - геологічні параметри будівельного майданчика;
 - фізико-механічні параметри конструктивних елементів будівель;
 - динамічні параметри будівель, споруд і ґрунтів будівельного майданчика.
2. Виділений динамічний метод діагностування, як метод який дозволяє оцінювати стан несучих систем будівель в цілому, для визначення категорії їх технічного стану.
3. Визначені критерії оцінки технічного стану несучих систем будівель за допомогою динамічного методу - це період і частота власних коливань будівель.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ

2.1 Проблема надійності будівельних конструкцій

У наш час оцінку надійності будівель і споруд виконують по поглибленим розрахунками статичної міцності будівельних конструкцій або доповнюють розрахунками на втому і міцність з урахуванням відповідних імовірнісних уявлень. Так як забезпечення міцності і надійності конструкцій, будівель і споруд є однією з найбільш важливих умов підвищення ефективності їх використання та зниження матеріаломісткості, то вказане вимагає розробки нових методів розрахунку міцності, довговічності і експлуатаційних властивостей матеріалів, у тому числі і їх поведінки в умовах впливу високих температур та динамічних навантажень [5]. На стадії проектування одним з основних завдань є визначення запасів міцності і початкового ресурсу безпечної експлуатації. При цьому в розрахунках міцності проектувальники використовують вихідні дані навантажень і впливів на конструкції. Розрахунки в загальному випадку виконують із застосуванням ПК (персональний комп'ютер) для визначення експлуатаційних впливів. У розрахунках, як правило [5], використовують дані про матеріали, які передбачають для застосування в якості несучих і огорожувальних конструкцій.

Такі дані містяться в нормах, довідниках, прайс-листах підприємств-виробників, мережі Internet і т.п. При введенні споруд в експлуатацію все більшого значення набуває контроль їх стану з визначенням пошкоджень і залишкового ресурсу. Для цієї мети розробляють і створюють інформаційно-вимірювальні комплекси натурних вимірювань з багатоточковою апаратурою для реєстрації дефектів і пошкоджень.

За результатами експлуатаційного контролю міцності та ресурсу уточнюють режими експлуатації, визначають залишковий ресурс. Перераховані заходи особливо важливі для складних і відповідальних об'єктів, якими є теплові і атомні електростанції й атомні електроцентралі [5].

Міцність і надійність будівель і споруд на трьох основних стадіях створення (проектування, будівництво, експлуатація) включають три елементи [5]:

- початкову (вихідну) інформацію про умови навантаження;
- розрахункові і експлуатаційні дані про номінальні і місцеві напруження в несучих конструкціях;
- критерії міцності для відповідних умов навантаження і основні розрахункові залежності.

Надійність будівлі залежить від зміни в часі величин діючих навантажень і несучої здатності будівельних конструкцій. На початок експлуатації - це певна величина, з плином часу вона змінюється, оскільки змінюються умови навантаження конструкцій, якість матеріалу, умови експлуатації. Весь час експлуатації умовно можна розділити на три періоди: період підробітки, період нормальної експлуатації і період інтенсивного зносу. У період підробітки інтенсивність появи пошкоджень досить велика, оскільки проявляються всі дефекти заводського виготовлення будівельних конструкцій і суттєві відхилення зведення [6].

У період нормальної експлуатації кількість відмов зменшується. Згодом можуть проявитися раптові концентрації навантажень, протікання в стиках панельних будинків, промерзання кутів в період сильних холодів і т.п. У процесі експлуатації змінюються фізичні властивості матеріалів, з яких виготовлені будівельні конструкції, отже, змінюється технічний стан всієї будівлі. Причому всі зміни носять випадковий характер. Те ж стосується зовнішніх, природних впливів.

Дані про умови експлуатації є вихідними для призначення основних розрахункових параметрів і наступних розрахунків міцності і ресурсу. До них відносять: механічні навантаження, корисні навантаження, зусилля попереднього напруження і т.п. В даний час будівлю можна віднести до складної системи, що вимагає уважного ставлення і професійного обслуговування. Складні системи завжди можна привести до декількох простих систем. Прості системи діляться на вищі і нижчі, значимість яких не однакова. Надійність будівлі, як складної системи, визначається стабільністю якості і ефективністю функціонування усіх простих систем [6].

Відмова – це подія, при якій порушується працездатність конструкції і відбувається подальше припинення функціонування.

Відмови класифікують [6]:

- за причиною появи;
- за швидкістю появи;
- за наслідками;
- за величиною чи діапазоном;
- за строком експлуатації.

Поступові відмови конструкцій є функцією часу і бувають викликані головним чином, старінням матеріалів, накопиченням внутрішньої механічної напруги. Раптові відмови конструкцій з'являються при перерозподілі і підсумовуванні в вузлах навантажень, в результаті дії додаткових зовнішніх навантажень, неврахованих поєднань навантажень. Поступову відмову конструкцій можна виключити, якщо врахувати всі можливі зміни характеристик і параметрів у часі. Проте раптові відмови конструкцій випадкові, тому їх не можна повністю виключити або передбачити [6].

У процесі експлуатації дефекти накопичуються, змінюючись кількісно і якісно. Залишені без уваги незначні дефекти можуть привести до серйозних порушень цілісності конструкцій і навіть до аварій. Надійна робота

будівельних конструкцій можлива в разі, якщо під час експлуатації приймаються ефективні заходи щодо усунення дефектів або обмеження їх шкідливого впливу.

Повноцінне вирішення проблеми надійності може бути досягнуто лише при комплексному здійсненні необхідних заходів на всіх стадіях будівництва та експлуатації будівельних конструкцій [7]:

- проектування з урахуванням характеристик надійності;
- технологічне забезпечення встановлених проектом характеристик якості і, перш за все, надійності;
- підтримання необхідного рівня якості конструкцій протягом усього терміну їх служби.

У даний час у переважній більшості випадків [7] проектування ведеться пасивним методом, при якому розрахунки міцності і стійкості елементів і конструкцій виконуються без урахування їх надійності. Природно, що такий стан не дозволяє керувати якістю будівництва і не відповідає вимогам сучасного рівня розвитку будівельної науки і техніки. Оцінка якості будівництва повинна проводитися шляхом зіставлення проектних і дійсних характеристик надійності та інших кількісних показників якості [7].

2.2 Дефекти та пошкодження будівельних споруд

Джерелом усіх проблем, які виникають через фактори розглянуті вище, є дефекти і пошкодження конструкції споруд. Розглянемо більш детально дефекти і пошкодження в будівництві. Кожний дефект у будівельних конструкціях є відхиленням від технічних вимог і може викликати порушення нормальної роботи споруди. Один дефект може викликати появу інших порушень. Правильно поставлена діагностика на ранній стадії дає можливість запобігти розвитку дефектів та

обмежитися при цьому виконанням незначних робіт для їх усунення. Дефекти в конструкціях будівель можна поділити на зовнішні (поверхневі) і внутрішні (глибинні), невидимі при візуальному огляді; на такі, що легко або важко усуваються; а також такі, які не розвиваються та розвиваються у часі від спільної дії навантаження й середовища [8]. У практиці будівництва зустрічаються різноманітні види дефектів. Так, у конструкціях із монолітного залізобетону часто [8] можна зустріти прошарки сміття, ґрунту, льоду, снігу, особливо в місцях стику стін і колон із фундаментами, в ростверках; пустоти, утворені в результаті зависання бетону при великому насиченні конструкції арматурою, а також під закладними деталями й гільзами для труб; грубі та пористі шви, що утворюються при перервах у бетонуванні і недостатньому очищенні та обробітці поверхні; наявність бетону, підданого заморожуванню в ранньому віці або не підданого необхідній тепловій обробці; розшарування і неоднорідну структуру бетону, викликану дією напірних вод на свіжовкладену бетонну масу або обезводнення її при пересушенні. Зовнішні дефекти в основному належать до числа таких, що легко піддаються виправленню, у той же час, глибинні (внутрішні) дефекти можуть викликати необхідність виконання спеціальних робіт для їх усунення.

Кожен дефект характеризується причинами, що його викликали, розмірами, обсягом пошкоджень та прогнозом його можливого розвитку. Розглянемо основні види дефектів [8]. Нерівності є найбільш поширеним видом браку лицевої поверхні бетонних конструкцій. До нерівностей належать невеликі напливи, потовщення, гострі грані, порушення горизонтальних та вертикальних площин, випирання щебеню і гравію за поверхню конструкції. Нерівності можуть з'являтися у результаті використання неструганої дерев'яної або нежорсткої металевої опалубки, використання рулонних матеріалів в опалубці. Цей

дефект знижує якість внутрішнього й зовнішнього опорядження приміщень, призводить до швидкого забруднення та луцення поверхні, затримки і накопичення вологи, виникнення вад при побілці й фарбуванні стін та стель і потребує проведення раннього ремонту після введення об'єкта в експлуатацію. Для усунення нерівностей потрібне затирання, штукатурення, шліфування й інші додаткові роботи [8].

Каверни - пустоти в бетоні неправильної або округлої форми розміром > 1 мм, тобто, більше часу і дрібніше печер. У ряді випадків причиною утворення каверн у бетоні може виявитися присутність в бетонній суміші дуже крупний заповнювач, який заклинюється між стінкою форми і арматурою. Тому дуже важливим є постійний контроль розміру заповнювача. Розшарування викликається підтягнутою знизу водою, яка застряє під передчасно застиглою кіркою бетонної поверхні. Первинна причина - це фінішна обробка бетону до виходу води на поверхню. До обробки поверхні необхідно почекати, поки повітря і вода не вийдуть на поверхню. При фінішній обробці розшарування визначити дуже важко. Воно стає помітним тільки після висихання поверхні при розтріскування від руху по бетону. Товщина розшарування 3-5 мм. Ці ділянки відокремлюються від лежачого під ними бетону, викликаючи появу дірок [9].

Вицвічування - великі ділянки бетону, які мають більш темну або світлу поверхню. На вицвічування впливають суміші хлориду кальцію, лужні цементи, сильна затирка поверхні, зміни в бетонній суміші. Хлорид кальцію прискорює гідратацію силікатів, але уповільнює гідратацію фериту в портландцементі.

Феритова складова зазвичай стає світліше при гідратації, проте в присутності хлориду кальцію непрогідратований ферит залишається темним. Надмірне вицвічування може бути викликано спробою затерти бетон після того, як він став занадто твердим [9].

Раковини утворюються в результаті скидання бетону в опалубку з великої висоти, через недостатнє ущільнення, застосування жорсткої бетонної суміші, у результаті тривалого транспортування, під час якого бетонна суміш розшарувалася і почала схоплюватися. Найчастіше раковини з'являються в місцях найбільшої насиченості арматурою, важкодоступних та незручних для укладання і ущільнення бетону [8]. Відколи - конічні фрагменти, що відкололися від бетону, розміром 5-50 мм і до 300 мм в діаметрі. Зазвичай частина заповнювач залишається на дні відколу, а друга частина знаходиться на відколеному шматочку. Причина цього - пористий заповнювач з високою абсорбцією і маленькою питомою вагою. Через проникнення вологи в заповнювач він розбухає і створює тиск в бетоні, здатний його розірвати. Зазвичай відколи викликають пірит, доломіт, вугілля, глинистий сланець, м'який вапняк і кремнієвий вапняк. Відколи також можуть виникати через тиск, який утворюється під час хімічної реакції між лужними гідроксидами в бетоні і активним кременистим заповнювачем [9]. Порожнечі - це один з найбільш серйозних дефектів, який може привести до обвалення всієї конструкції, тому його потрібно виправляти негайно. Найчастіше порожнечі можуть бути величезних розмірів і навіть оголювати арматуру. Вони часто зустрічаються і з'являються, як правило, внаслідок не проходження бетону на певній ділянці. Порожнечі іноді досягають таких розмірів, що повністю оголюється арматура, утворюються наскрізні розриви в конструкціях і порушується їх монолітність [10]. Спучення бетону відбувається в результаті підвищення лужного середовища. Руйнується захисна плівка арматури, відбувається корозія металу. Навколо таких місць бетон спучується, розшаровується і може навіть відламуватися. У результаті кисень і волога отримують доступ до ще більшої внутрішньої площі конструкцій і руйнування тривають. Корозія, яка виникає через вплив карбонатів, виникає найоб'ємніші деформації [11].

Тріщини в бетонних і залізобетонних конструкціях можуть виникнути внаслідок дії навантажень або внутрішніх напружень. Вони можуть бути обумовлені незадовільним статичним розрахунком конструкції або її конструктивними недоліками. Крім того, вони можуть бути пов'язані з технологічними властивостями бетону і можуть виникнути як у свіжоукладеному бетоні, так і в бетоні, який вже набрав міцність. Арматура, яка кородує може бути також причиною утворення тріщин в залізобетоні. Для основної маси тріщин в залежності від причини утворення тріщин існує певний типовий зовнішній вигляд тріщини, її розташування та проходження.

Основні причини утворення тріщин можуть бути наступні [12]:

- усадка свіжоукладеного бетону;
- втрата (відтік) гідратаційного тепла;
- усадка (висихання) бетону;
- зовнішні температурні впливи;
- зміна умов обпирання конструкції;
- механічна напруга від внутрішніх сил;
- зовнішні навантаження;
- мороз;
- корозія арматури.

Деформації виникають у результаті дії окремого яскраво вираженого порушення ряду факторів або які не тільки змінюють зовнішній вигляд конструкції, але й можуть різко зменшити її міцність і несучу здатність. Характер розвитку деформацій установлюється на основі натурного обстеження, геодезичних зйомок, інструментальних вимірювань та спостережень.

Недопустимі за величиною деформації [8] можуть бути викликані як статичними, так і ударними, вібраційними, динамічними навантаженнями, помилками в розрахунках, недоліками в конструюванні, низькою якістю матеріалів, порушенням технології виготовлення та монтажу. До

деформацій конструкцій можуть призвести підкопи під фундаменти, зволоження основ, зсув шпунтових огорож. Пошкодження, пов'язані зі втратою міцності і несучої здатності конструкцій, можуть супроводжуватися перекосами, зсувами, осіданням та зміщенням окремих конструкцій. Не можна допускати, щоб ослаблені (конструкції з дефектами) переходили в аварійний або непридатний для нормальної експлуатації стан. Захист і посилення таких конструкцій повинні виконуватись до настання їх критичного стану [8].

2.3 Новітні рішення у сфері надійності будівельних конструкцій

На даному етапі розвитку людства спостерігається збільшення кількості населення разом з вичерпністю природних ресурсів. Тому перед вченими та інженерами стоїть завдання розробляти нові матеріали та технології в цивільному та промисловому будівництві, що повинні забезпечити швидкий, економічний та екологічний процес будівництва. Проблема економічності полягає не лише в економічному зведенні будинку, а й в економічній експлуатації будинку, тобто в енергоефективності [13]. Як зазначають фахівці [13], у наш час надзвичайно перспективною технологією швидкого спорудження енергоефективних будівель є технологія «Термодім», яка базується на використанні блоків незнімної опалубки з пенополістиролу (термоблоків). Ця технологія є подібною до методу монолітного будівництва, де також на місці будівництва бетонувмісна суміш заливається в спеціальну форму (опалубку), яка надає потрібної форми монолітним бетонним чи залізобетонним конструкціям. Але в технології «Термодім» опалубку не знімають - вона залишається частиною стіни і виконує функції тепло-,

звуко-, гідроізоляції тощо [13].

Основною перевагою застосування такої опалубки є те, що збудована стіна представляє собою багат шарову захисну конструкцію з необхідним опором теплопередачі, яка будується за один технологічний цикл. Тобто стіна забезпечує зниження витрат на обігрівання й охолодження будинку в процесі його експлуатації, що в умовах подорожчання теплоносіїв стає одним із найважливіших чинників, які впливають на вибір забудовником тієї чи іншої технології будівництва.

Завдяки технології «Термодім» можна суттєво скоротити терміни будівництва за рахунок того, що при її застосуванні прокладання електропроводки, вентиляційних каналів і каналізаційних труб може виконуватися одночасно з укладанням термоблоків (до заповнення їх бетоном).

Прокладені таким чином мережі є надійно захищеними за допомогою монолітного бетону і за рахунок цього можуть мати більший термін їхньої безаварійної експлуатації. Витрати на будівництво при цьому скорочуються на 20—35%, порівняно із спорудженням будинку з цегли [14].

Незважаючи на те, що пінополістирольні блоки великі за розміром, вони дуже малі по масі. Тому, процес будування стін дуже простий для будівельників початківців. Важливою перевагою таких блоків є можливість вибору різних за конфігурацією стін. Заводи, які виробляють такі стіни можуть виготовити стіну за будь-якими, навіть нестандартними проектами.

Каркасну технологію зведення використовують для будівництва не лише індивідуальних житлових будинків. Основою будинку є міцний каркас з оцинкованого металу, який попередньо виготовляють на заводі. Такий каркас не деформується від перепаду температур і атмосферних явищ.

Паралельно виготовленню каркасу йде підготовка фундаменту для будинку. Готовий каркас на місці будівництва монтується від одного до декількох днів. Наступним кроком є обшивка готовими модулями – покрівельними панелями, стіновими, перекриттями і ін. Наповнювачем каркасу найчастіше

використовують мінераловатний утеплювач. Перевагами такої технології є [14] висока якість і надійність, а також довгий термін експлуатації будинків, низька кількість втрат тепла, економічність, а також комфортне і безпечне побутове середовище. Будівництво будинку з ґрунту – не зовсім нова технологія. З винаходом нового ручного електрифікованого інструменту для ущільнення ґрунтових мас та інших сумішей ця технологія стала знову актуальною та популярною в деяких країнах. Завдяки інструменту можна виготовляти безліч деталей відразу на місці зведення. Термін будівництва будинку за цією технологією площею 50 м² займає близько 30 днів. Перевагами методу будівництва з ґрунту є економічність і екологічність. Якщо будинок будується без підвалу, то ґрунту, виїнятого для влаштування фундаменту, вистачить для будівлі стін одноповерхового будинку. Ще одна перевага – економія на опаленні, оскільки, в порівнянні з цегельним будинком, для підтримки кімнатної температури потрібно набагато менше енергії. До того ж такі будинки не горять, вогонь, навпаки, робить стіни більш міцнішими [14].

Додавання невеликої кількості різних добавок до ґрунту дасть можливість забезпечити витривалість, стійкість та міцність будівельним блокам. Прикладом надійності такого будинку є Пріоратський палац, стіни якого зведені із утрамбованого ґрунту в 1798 році. Одним недоліком такої технології є те, що після дощу на поверхні будинку виступають солі, які містяться в ґрунті. Як результат – постійно помітні соляні потоки [14]. Технологія зведення «ЕкоКуб» заснована на застосуванні солом'яної маси, як основного інгредієнта для виробництва блоків, що мають форму правильного прямокутника. За рахунок впливу преса сировина ущільнюється, завдяки чому її жорсткість зростає в рази. Потім кожна плита окремо проходить додаткову обробку, у ході якої вона

оснащується своєрідним каркасом, в якому розташовується кілька отворів, виготовлених завчасно.

Процес будівництва не відрізняється особливою складністю або трудомісткістю, розробники технології стверджують, що з усіма операціями досить легко може впоратися будь-яка людина, навіть якщо у неї немає наявності спеціалізованого обладнання [15].

Разом з розробкою технологій, науковці розробляють безліч ефективних матеріалів для будівництва.

Глина, деревна стружка і вода з'єднуються воедино і обпікаються при дуже високих температурах у тунельних печах. Так з'являються натуральні керамічні блоки, які створюють гармонію і затишок у кожному будинку. З ними будинок буде зберігати тепло і одночасно вентилюватися. На відміну від різних теплоізоляційних матеріалів, ТеплоКерам – виключно натуральний утеплювач. На ньому не з'являється цвіль, грибок і конденсат. Він на 100% стійкий до спалаху, має низьке водопоглинання і хорошу паропроникність.

Переваги керамічних блоків – це довговічність, екологічність, енергоефективність, міцність, вогнетривкість, морозостійкість, високі звукоізоляційні властивості, здатність стабілізувати вологість у приміщенні, невелика вага і зручні розміри [16].

Вчені з Університету Західної Англії в Брістолі розробляють розумні цеглини, які будуть використовуватися як мікроорганізми, щоб переробляти стічні води, виробляти електроенергію і виділяти кисень. Мікробні паливні елементи, які будуть вбудовані в цеглу, щоб дати їм їх «розумні» функції, у процесі минулих досліджень показали свою ефективність. Наприклад, вони можуть бути використані для отримання електрики з багатьох відходів або просто з пилу і сміття.

Залежно від того, як вони «запрограмовані» такі стіни зможуть переробляти забруднену воду, вуглекислий газ, сонячне світло, водорості, бактерії і поживні речовини, і, у свою чергу, виробляти чисту воду, кисень, світло,

тепло, біорозкладні миючі засоби [17].
З розвитком побутової електронної техніки та інших внутрішньобудинкових технологій виникає потреба розвитку альтернативних джерел енергії.

Команда дослідників з Університету Альберти створила сонячні елементи у вигляді спрею з наночастинками цинку і фосфору. Ці сонячні батареї настільки малі і гнучкі, що ними можна буде малювати на поверхні. Якщо кожен домовласник розпише свій дах такою сонячною фарбою, то зможе виробляти більше ніж достатньо енергії для дому, зменшивши таким чином залежність від викопного палива. Крім того, сонячна фарба дешевша у виробництві, ніж традиційні сонячні батареї. Сонячні батареї, які використовуються у цій фарбі, поки не дуже ефективні, але науковці працюють над цією проблемою [18].

Розробники проекту TERMES з Гарварду "підгледіли" ідею у термітів.

Терміти можуть будувати великі структури у відсутність центрального управління. З цією метою вони просто несуть шматок бруду на місце першого будівельного майданчика. Якщо він зайнятий, несуть до наступного місця.

Проект TERMES застосовує ту ж ідею ройового будівництва, але використовує маленьких роботів. Ці прості недорогі дрони будують структури, дотримуючись початкового дизайну і викладаючи блоки уперше ж доступне місце, поки структура не буде завершена. Рой зовсім не вимагає втручання людини після первісної постановки завдання. Ройові структури ідеально підходять для будівництва у важкодоступних і небезпечних місцях. Наприклад, на атомних станціях, глибоко під водою, емлею, високо в горах і в космосі. Вони можуть зберегти людині здоров'я і вберегти її від нещасних випадків [18]. Різні науковці пропонують новітні рішення у сфері надійності будівельних конструкцій за допомогою моделювання. Ці рішення зв'язані з будівництвом не тільки як із процесом, а ще і як з об'єктом, який експлуатують, з наявними йому системами

життєзабезпечення.

Землетруси показали, що будівлі з залізобетонними конструкціями та нерегулярним гравітаційним навантаженням були дуже уразливі для сильного землетрусу. Багато з них впали і привели до загибелі людей, а також втрати матеріалів. Отже, щоб запобігти майбутнім лихам, цей тип будівель повинен бути посилений проти землетрусу. Chandra J., Warnitchai P. у своїй статті [19] навели приклад інноваційного підходу до сейсмічного посилення типового шестиповерхового житлового будинку з м'яким слабким першим поверхом з використанням фіксованих скоб. Сейсмічні характеристики вихідної будівлі і модифікованої будівлі порівнюються з використанням тривимірного нелінійного динамічного аналізу історії часу в OpenSees. Результати аналізу показують, що інноваційний підхід до сейсмічного посилення для нерегулярних каркасних будинків з використанням фіксованих скоб може значно зменшити максимальні зноси, а також пошкодження будівель, що сприяє зниженню ризику обвалення будівлі під час землетрусу [19]. Rongda Ye, Xiaoming Fang, Zhengguo, Xuenong Gao у своїй статті про підготовку, механічні та теплові властивості цементного картону з композитно фазовим перехідним матеріалом на основі спученого перліту для поліпшення теплоізоляції будівель продемонстрували механічні властивості, теплопровідність та продуктивність зберігання теплової енергії будівельних елементів з цементу та формостійких матеріалів PCM-Rubithermr RT 28 HC (RT28) / композитного фазового переходу з розширеним перлітом (РП). Показано, що уявна щільність і міцність стиснення композитних кубів лінійно зростає з масовою часткою RT28 у порівнянні з теплопровідністю фотопланчастих композицій, а також теплопровідністю композитних дошок, що містять RT28 [20]. У статті Р. Осінського та Г. Баку [21] розповідається про вплив неоднорідності бетону на пружну реакцію динамічно напруженого об'єкту. Було представлено результати аналізу впливу неоднорідності матеріалу на

збереження кубовидних бетонних зразків в умовах динамічного навантаження.

Гетерогенність випадково застосовували до основних механічних параметрів:

щільності маси і модуля деформованості бетону. Вони впливають на швидкість хвилі в реагуючому бетоні лінійно-пружної. Лабораторні тести, проведені за допомогою ультразвукового методу, показують, що значення оцінки швидкості поздовжніх хвиль в бетоні становлять $(3,0 \div 5,0)$ [км / с].

Випадкові значення механічних параметрів були встановлені як взаємно корельовані для підтримки цього діапазону. Результат чисельного аналізу хвильової реакції прямокутного зразка бетону був отриманий за допомогою диференціальної дискретизації, яку трансформували у тривимірну квазімезоструктурну модель. Надмірна неоднорідність бетону була виявлена ініціацією нестабільних процесів деформації.

У роботі Зачко О.Б. та Головатого Р.Р [22] йдеться про мультиагентну імітаційну модель керуванням безпекою при плануванні проектів створення об'єктів з масовим перебуванням людей. У даній роботі вони провели аналіз проблем моніторингу та прогнозу надзвичайних ситуацій в проектах створення об'єктів з масовим перебуванням людей. Розробили концептуальну модель одноканальної системи масового обслуговування в проектах створення об'єктів з масовим перебуванням людей (ОМПЛ).

Запропонували використання та математично описали принцип дії алгоритмів: бджолиних колоній, мурашиних потоків та зозулі у проектах створення ОМПЛ. Створили імітаційну модель життєвого циклу функціонування продукту проекту створення ОМПЛ.

Імітаційне моделювання також застосовується у моделюванні міцності несучих конструкцій об'єктів залізничної інфраструктури, про що і написав Колосков В.Ю. Для оцінки міцності і надійності експлуатації пропонується використовувати імітаційне моделювання. Розглядається функціонування системи забезпечення безпеки і міцності несучих конструкцій об'єктів

залізничної інфраструктури. Складено імітаційно-математичну модель за блочно-модульним принципом [23].

При розподілі ресурсів та техніко-економічній оцінці ефективності інноваційно-інвестиційних проектів будівництва споруд за неповної вихідної інформації теж використовуються імітаційні моделі, про що писала Федотова С.Ю. У роботі [24] наведені результати дослідження розподілу ресурсів та техніко-економічна оцінка ефективності інноваційно-інвестиційних проектів будівництва споруд за неповної вихідної інформації за допомогою методів імітаційного моделювання. По результатам роботи видно, що за допомогою моделювання забезпечується високий рівень достовірності проектних рішень. В.Б. Задоров та О.О. Васильєв [25] представили математичні моделі об'єктів і процесів будівництва в середовищі мови імітаційного моделювання «AIMO». Було розглянуто систему математичних моделей опису та імітаційного моделювання об'єктів і процесів технології будівництва із застосуванням мови «AIMO». Наведено опис процесу імітаційного моделювання, основної функції імітаційного моделювання: аналізу і комплексної оцінки проектних рішень на всіх етапах системи підготовки і управління будівництвом, математичне представлення задачі динамічного програмування організаційно-технологічних процесів, опис системи обліку ризиків при виконанні моделювання цільових процесів будівництва. У статті А.А. Басалаєва [26] розглядається підхід до побудови розподіленої імітаційної моделі централізованої системи теплопостачання будівель з використанням EOM у середовищі імітаційного моделювання VisSim. Представлений підхід заснований на поділі моделі на взаємопов'язані підсистеми, моделювання яких може проводитися на вузлах обчислювальної мережі одночасно. Він запропонував способи синхронізації підсистем, які були отримані в результаті поділу вихідної моделі. Розповів про переваги і недоліки запропонованих способів синхронізації. Надані результати моделювання систем теплопостачання з різною кількістю споживачів підтверджують, що швидкість розрахунку моделі з великою

кількістю елементарних обчислювальних блоків і нелінійних рівнянь збільшується при поділі її на взаємопов'язані підсистеми. Д.П. Каменський та Н.А. Гаряєв [27] у своїй роботі про застосування імітаційного моделювання у системах життєзабезпечення будівель розповіли про те, як можна керувати і аналізувати системи за допомогою імітаційного моделювання. Висновком їх роботи було те, що аналіз систем життєзабезпечення будівель за допомогою імітаційного моделювання може підвищити ефективність оперативного керування, а при стратегічному плануванні економія може досягати десятків відсотків від вартості проекту. У іншій своїй роботі про імітаційне моделювання та систему підтримки прийняття рішень розповіли Д.П. Каменський та Н.А. Гаряєв - як застосовується імітаційне моделювання у системах пожежної безпеки. Були проведені експерименти на основі імітаційної моделі, які показують, що можна передбачити поведінку людей і закласти цю реакцію, щоб потім можна було її перерахувати [28]. Про імітаційне моделювання будівлі з індивідуальним тепловим пунктом у своїй роботі [29] розповіли Е.В. Сафонов, К.О. Разнополов, Ю.Л. Бондарев. Вони розробили термодинамічну модель окремої будівлі, підключеної до мережі центрального тепlopостачання. Модель реалізована у вигляді набору фізично обумовлених підсистем (імітаційних блоків). Модель була створена для тестування і оцінки нових методів управління сучасними системами центрального тепlopостачання. Ця модель успішно може бути застосована при моделюванні і прогнозуванні енергетичних потреб будівель. При підключенні декількох моделей домів модель може імітувати більші частини теплових мереж.

Castell A., Medrano M. і Goia F. у статті [30] розглянули системи огорожувальних конструкцій, які інтегрують фазозмінні матеріали, які є рішеннями, спрямованими на збільшення потенціалу зберігання теплової енергії в оболонці будівлі, зберігаючи при цьому його масу досить низькою. Компоненти оболонкових конструкцій з фазозмінними матеріалами можуть

бути або непрозорими, або прозорими і можуть бути засновані на різних типах фазозмінних матеріалів та методах інтеграції. На відміну від звичайних будівельних компонентів, ці елементи мають теплові та оптичні властивості, які є високо нелінійними і значною мірою залежать від граничних умов. Така характеристика вимагає, щоб процес розробки та оптимізації системи під час етапу проектування здійснювався з особливою ретельністю для досягнення бажаної продуктивності. У даній роботі наведено огляд існуючих можливостей моделювання різних інструментів моделювання енергії будівель для компонентів оболонки на основі фазозмінних матеріалів, а також основні проблеми, пов'язані з моделюванням цих систем за допомогою найпопулярніших інструментів моделювання енергії будівель (серед них виділяються EnergyPlus, IDA-ICE, TRNSYS, IES-VE і ESP-r). Метою даної роботи є узагальнення доказів, отриманих в літературі про останні досягнення в успішному використанні інструментів моделювання енергії будівлі для відтворення теплової та оптичної поведінки непрозорих і прозорих компонентів інтегрованих фазозмінних матеріалів, щоб надати спільноті професіоналів огляд доступних інструментів та їх обмежень.

Як бачимо, у світі багато рішень щодо надійності будівельних конструкцій. Ці досягнення не межа, з роками з'являється все більше і більше шляхів вирішення проблем, які не обмежуються тільки будівельною сферою.

2.4. Інструменти, які використовуються під час обстеження

Рулетка



Звичайна механічна рулетка є невід’ємним інструментом в обстеженні будівель та споруд. Рулетки служать для вимірювання відстані від однієї точки до іншої, розмітки розташування й інших промірів в геодезії та будівництві.

Лазерний далекомір



Професіональний пристрій використовується для визначення відстані, площі та об’єму на відстані до 150 метрів. В пристрої реалізовані інноваційні функції визначення висоти різноманітних сегментів, розрахунок висоти, ухилу скатів покрівель. Перевагою цього пристрою є вимірювання довжини, площі та об’єму з точністю до міліметра, що виконується дуже швидко та точно.

Набор вимірювальних щупів



Вимірювальний щуп представляє собою набір калібрувальних пластин, конструкцією нагадують обойму, в якій за допомогою шарніра з'єднані всі елементи, що при необхідності дозволяє провести їх заміну. Залежно від набору має різну товщину від 0,02 до 1-2 мм, з інтервалом від 0,01 до 0,05 мм. Калібрувальні щупи мають різну довжину, починаючи від 75 мм і закінчуючи 1000 мм, при цьому виготовляючи їх як у вигляді окремих пластин, так і у вигляді набору. Найчастіше інструмент виготовляються з латуні, алюмінію або загартованої нержавіючої сталі, що гарантує тривалий термін експлуатації інструменту. Інструмент служить для вимірювання дуже малих відстаней контактним способом, який представляє собою набір тонких металевих пластинок різної товщини з нанесеним на них розміром (товщина пластинки). У зазор вводять пластинки набору до тих пір, поки наступна по товщині платівка не перестане поміщатися в вимірюваний зазор.



Фотоапарат

Допоміжний інструмент в обстеженні будівель та споруд. За допомогою фотоапарату відбувається фотофіксація дефектів. Фотоапарат також допомагає згодом візуалізувати знайдені дефекти.

Штангенциркуль



Універсальний штангенінструмент, призначений для вимірювань з високою точністю зовнішніх і внутрішніх розмірів предметів, а також глибин отворів. Штангенциркуль — найпопулярніший інструмент вимірювання у всьому світі. Завдяки простоті конструкції та зручності в роботі, він — найулюбленіший в прецизійному вимірюванні.

Монокль



Монокль використовується для обстеженні будівель і споруд для допомоги виявлення дефектів та пошкоджень в трудно доступних місцях. Без звичайного моноклю побачити невелику, але дуже важливу тріщину, на висоті понад 5 метрів, майже неможливо.

Висок



Пристосування для позначення в натурі вискової лінії (вертикалі). Традиційний висок складається з шнурка (мотузка) та підвішеного до нього тягарця. Крім традиційних в кінці ХХ ст. використовуються також виски оптичні, зокрема лазерні, які забезпечують проектування вискової лінії на відстані. За призначенням виски поділяють на загального вжитку, шахтні (plumb bob), проєкційні, прохідницькі, центрувальні тощо.

Металодетектор



Електронний прилад, що дозволяє виявляти металеві предмети в нейтральному або слабопровідному середовищі за рахунок їх провідності. Металошукач виявляє метал в ґрунті, воді, стінах, в деревині, під одягом і в багажі, у харчових продуктах, в організмі людини і тварин і т. п. Завдяки розвитку мікроелектроніки сучасні металошукачі є компактними і

надійними приладами. Різні моделі металошукачів працюють на різних частотах. Це пов'язано з фізикою явища поширення електромагнітних хвиль. Так металошукачі, які працюють на низьких частотах, можуть знаходити предмети глибоко, але великого розміру. При цьому на поверхні землі вони не в змозі помітити металеві предмети. Якщо частота роботи металошукача висока, то прилади добре виявляють дрібні об'єкти, але не в змозі знайти предмети в глибині ґрунту. Бувають моделі з настроюваної частотою.

Прилад для вимірювання міцності бетону ударно-імпульсним способом «Онiкс 2,5»



Вимірювач міцності ударноімпульсний ОНИКС-2.5 призначений для визначення міцності цементних бетонів, розчинів і інших композиційних матеріалів методом ударного імпульсу по ГОСТ 22690 при технологічному контролі виробів і конструкцій, обстеженні будівель і споруд, на будмайданчиках і гідротехнічних спорудах.

Прилад може застосовуватися для визначення міцності цегли, твердості, однорідності, щільності і пластичності різних композиційних матеріалів.

Прилад випускається в двох виконаннях:

- ОНКС-2.5 - прилад з двопараметричним виміром міцності по ударному імпульсу і відскоку в діапазоні від 1 до 100 МПа.
- ОНКС-2.5 ЛБ - прилад з двопараметричним виміром міцності по ударному імпульсу і відскоку в діапазоні від 1 до 30 МПа при контролі легкого бетону і різних матеріалів (цегла, штукатурка, композити та ін.).

Прилад призначений для роботи при температурі навколишнього середовища від мінус 10 ° С до +40 ° С і максимальної вологості 90% при температурі +25 ° С.

Прилад відповідає звичайному виконання виробів третього порядку по ГОСТ Р 52931-08.

Ультрозвуковий товщинометр



Ультразвукові товщиноміри найчастіше застосовують в промисловості для вимірювання товщини металевих об'єктів при односторонньому доступі до них (товщина труб, резервуарів під тиском тощо). Оскільки в основі цього методу вимірювань лежить обчислення часу,

який акустична хвиля «витрачає» на проходження товщі матеріалу та відбивання від границі розділу середовищ (це може бути дефект у матеріалі, задня стінка, поверхня), стає очевидним, що таким чином вдається виміряти товщину матеріалів, котрі є провідним середовищем для акустичних коливань. Ще одним обмеженням, що накладається на застосування ультразвукових перетворювачів, є ступінь обробки поверхні. Для того, щоб ввести коливання в середовище, потрібен хороший контакт. Для забезпечення такого контакту застосовуються спеціальні рідини, які є хорошими провідниками. Вода й олія також годяться для цього. Але разом з тим середній радіус шорсткості поверхні повинен бути якнайменшим. Сучасні ультразвукові товщиноміри працюють у діапазоні частот хвиль до кількох мегагерців. П'єзоелектричний ефект (виникнення різниці потенціалів пропорційної деформації кристалу) лежить в основі генерування акустичних коливань.

Тепловізор



Тепловізійне обстеження – неруйнівний і ефективний метод для пошуку і усунення втрат тепла. Воно проводиться за допомогою спеціального приладу – тепловізора. Тепловізор – це унікальний засіб вимірювання, яке дозволяє побачити теплове випромінювання і здатне визначити температуру поверхні в заданих точках.

Енергоаудит будинку за допомогою тепловізора здійснюється по безконтактному принципу. В результаті зйомки приміщень виходить зображення у вигляді колірного градієнта гарячих і холодних зон. Отримана графічна візуалізація різниці температур дозволяє визначити точні місця теплових витоків.



При зовнішньому обстеженні будинку тепловізором нагріті стіни і інші конструктивні елементи будуть у відтінках червоного кольору, що свідчить про низький ступінь теплової ізоляції і наявності значних витоків. Навпаки, зелені і сині тони на знімку дозволяють з впевненістю стверджувати - теплові втрати будинку на цих ділянках мінімальні.

Безпілотні літальні апарати



За допомогою БПЛА успішно проводиться фотозйомка будівель і споруд. Фотографії містять такі відомості, як висота польоту, координати, кут нахилу камери. Результати зйомки обробляються комп'ютерною програмою, з застосуванням фотограмметрії і технології машинного зору знаходяться загальні точки на безлічі фотографій, на цій основі формується хмара точок і полігонів майбутньої моделі.

Отримана в результаті цього 3D модель дозволяє зробити детальний візуальний контроль споруди, отримати інформацію про наявність і характер дефектів, геометричні характеристики всього об'єкта в цілому і окремих його елементів, виконувати точні креслення на основі вимірів і підраховувати обсяги. Також актуальним на сьогодні є моделювання об'єктів культурної спадщини, пам'ятників архітектури та інших знакових об'єктів.

Використання безпілотників дозволяє істотно скорочувати задіяння людського ресурсу. Таким чином, БПЛА знаходять застосування при обстеженні:

- массивных и высотных зданий и сооружений;
- гидротехнических сооружений;
- промышленных объектов и инфраструктуры;
- мостов и путепроводов;
- протяжённых линейных объектов;
- объектов в труднодоступных и аварийных местах.

Зібрані при цьому дані перевершують за обсягом дані, зібрані інженером, а швидкість обстеження збільшується в десятки разів. Успішно застосовується і розвивається метод телевізійної інфрачервоної аерозйомки за допомогою безпілотного апарату. Також на борт безпілотника успішно встановлюються засоби геосканірованія. Можливо, в подальшому, з розвитком і популяризацією науки і техніки безпілотники зможуть відбирати фізичні проби зразків і здійснювати їх доставку.

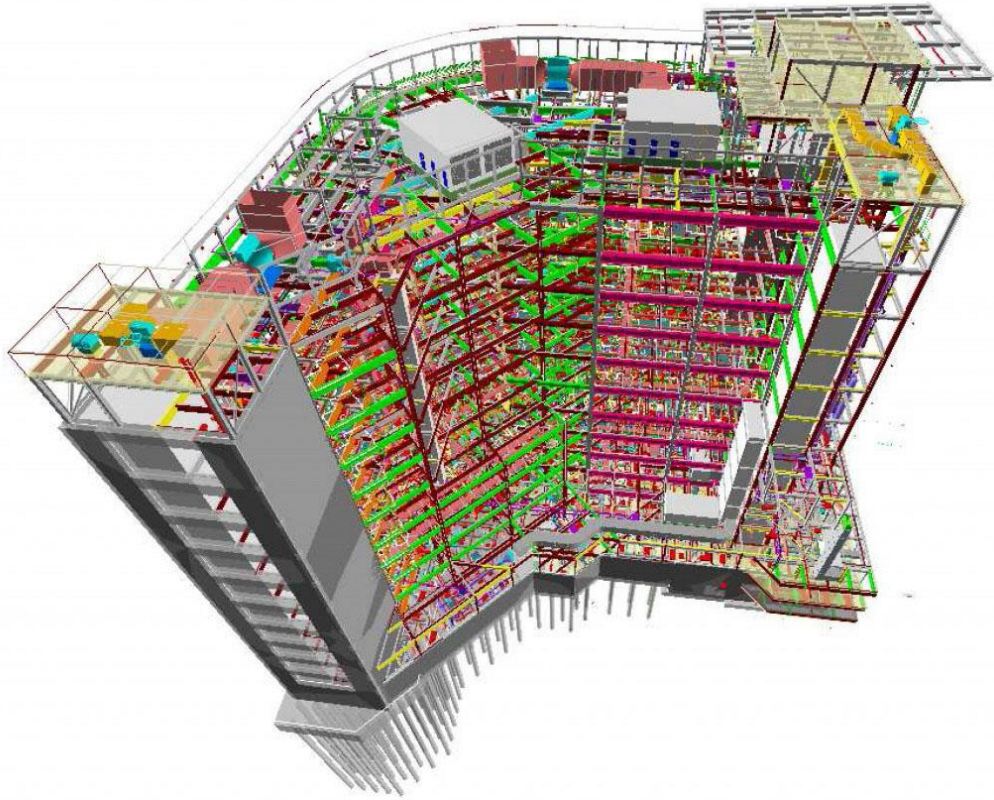
Особливу роль в обстеженні будівель і споруд має отримання достовірних геодезичних відомостей про об'єкт. Використовувані геодезичні методики вже успішно застосовуються в рішенні задач геодезичного моніторингу будівель і споруд з метою визначення крену споруди і вигину, опади фундаменту. Досягається це шляхом застосування сучасних геодезичних приладів і систем, в число яких входять глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС), електронні тахеометри, системи наземного лазерного сканування, інклінометри, оптико-волоконні датчики і автоматизовані системи геодезичного моніторингу, постійно розширюється сфера застосування цього обладнання при вирішенні задач інженерної геодезії.

ВІМ технології



Із розвитком сучасних методів наземного лазерного сканування (НЛС) об'єктів нерухомості, промислових територій, об'єктів культурної спадщини тощо актуальності набуває проблема застосування цих методів для визначення фізичного зношення будівель і споруд. Якість лазерних сканерів дала змогу інтенсивно розвивати прикладу сферу НЛС, а саме: визначення деформацій будівель та інженерних споруд, а також фізичного зношення їхніх конструктивних елементів як всередині, так і ззовні об'єктів нерухомості тощо. Сьогодні виникає необхідність впровадження нових сучасних методів з метою уникнення суб'єктивності оцінювача і відповідно до цього отримання реальної ринкової вартості об'єкта оцінки. Методика. Методика ґрунтується на необхідності використання методів наземного лазерного сканування для визначення фізичного зношення об'єктів нерухомості. В оцінці нерухомості зношення розглядають як основний чинник для визначення вартості будівель і споруд та визначають як втрата корисності, а отже і вартості за будь-яких причин [Kharryson H. S., 1994; К. Эккерт, 1997]. Серед головних чинників, що впливають на точність та якість лазерного сканування більшість фахівців виділяють такі основні чинники, як

точність приладу (калібрування); умови сканування (атмосферні чинники); властивості об'єкта сканування (відбивна здатність); геометрія сканування; попереднє оброблення матеріалів сканування (Шульц Р.В., 2010).



Результати. Виконані дослідження доводять важливість застосування наземного лазерного сканування для розрахунку фізичного зношення будівель і споруд та для розвитку методології оцінки нерухомості загалом. Сьогодні величина фізичного зношення елементів будівлі визначаються візуальним обстеженням з використанням найпростіших приладів (висок, рівень, лінійка, молоток тощо). Величина фізичного зношення окремих конструкцій, технічного обладнання або їхніх ділянок визначається за допомогою порівняння наведених у них ознак фізичного зношення з виявленими під час обстеження [Кірічек Ю. О. 2016]. Застосування НЛС дасть змогу точно встановлювати пошкодження конструктивних елементів нерухомості. Наукова новизна. Виконано дослідження пов'язані із можливістю використання цифрового лазерного сканування з метою встановлення фізичного зношення об'єктів

нерухомості. У статті доведено, що з метою удосконалення методології оцінки нерухомості та визначення фізичного зношення необхідно використовувати методи наземного сканування, що допоможе оцінювачам уникнути суб'єктивності у розрахунках та відповідно “юридичної вразливості” отриманих результатів ринкової вартості нерухомості. Доведено, що нормативно-методична документація щодо оцінки фізичного зношення нерухомості застаріла і не відповідає вимогам ринку нерухомості і, отже, потребує вдосконалення. Практична значущість. Використання НЛС для оціночної діяльності має досить високу економічну ефективність, а саме здешевить визначення геометричних характеристик об'єкта оцінки в десятки разів порівняно із традиційними геодезичними методами. Оцінювачам рекомендують у своїй практичній діяльності використовувати імпульсні та фазові лазерні сканери з метою визначення фізичного зношення об'єктів нерухомості. Наземне лазерне сканування дасть змогу отримати детальні характеристики складових об'єкта нерухомості.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЗАЛИШКОВОЇ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБСТЕЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ

3.1 Вихідні дані для розрахунку

Вступ:

Розрахунок проводився для трьох варіантів конструювання:

Варіант 1 - Рама з проектними перетинами ферми й колон;

Варіант 2 – Погіршення умов роботи рами, призначення в схему жорстких вузлів сполучення ферми з колонами;

Варіант 3 - Погіршення умов роботи рами, пластинчата й язвенна корозія елементів ферми.

Місцевість

Местность

Ориентировка

Результаты

Снеговой район

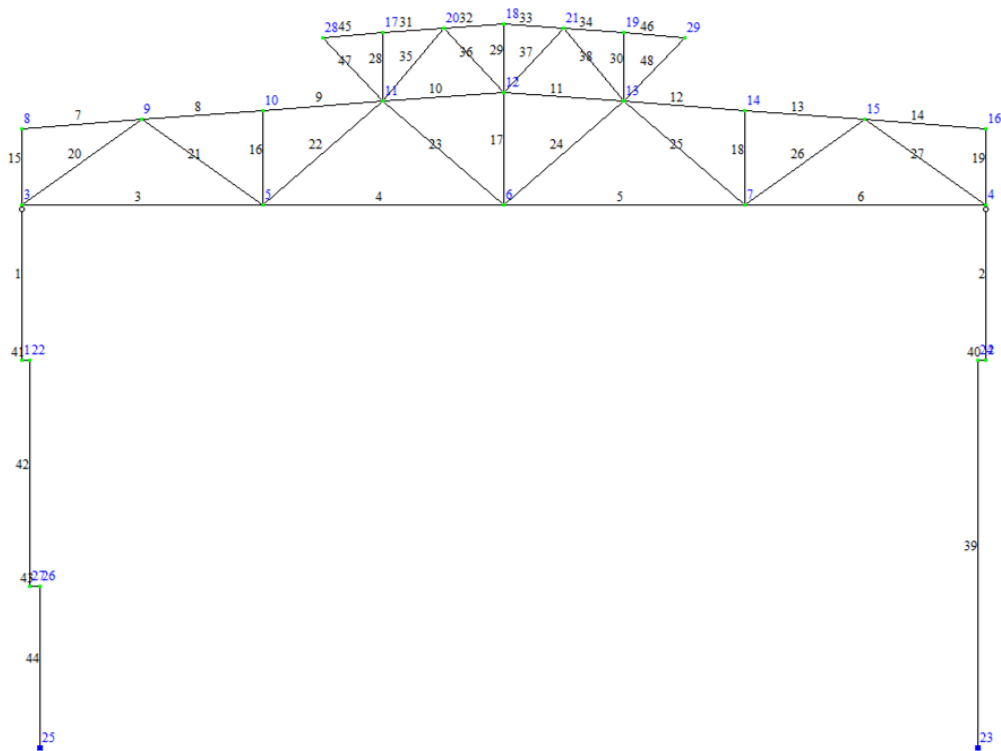
Ветровой район

Гололедно-ветровой район

Гололедный район

Поиск

- ... Бровары
- ... Брянка
- ... Васильков
- ... Ватутино
- ... Винница
- ... Владимир-Волынский
- ... Вознесенск
- ... Вольногорск
- ... Глухов
- ... Горловка
- ... Дебальцево
- ... Джанкой
- ... Дзержинск
- ... Димитров
- ... Днепродзержинск
- ... Днепропетровск
- ... Доброполье
- ... Докучаевск
- ... Донец
- ... Дрогобыч
- ... Дружковка
- ... Дубно
- ... Евпатория
- ... Енакиево
- ... Ждановка
- ... Житомир
- ... Жмеринка
- ... Жолтые Воды
- ... Запорожье
- ... Знаменка
- ... Золотоноша
- ... Ивано-Франковск



Розрахункова схема

3. Умови застосування

Условия применения: Листовой и фасонный прокат | Трубы

Класс ответственности по ДБН В.1.2-14

СС3 значительные последствия отказа
 СС2 средние последствия отказа
 СС1 незначительные последствия отказа

Коэффициент надежности по ответственности γ_n

1.1 1-е предельное состояние

0.975 2-е предельное состояние

4. Приняття гнучкості ферменних елементів.

Для елементів пояса та опорних розкосів:

Предельная гибкость	
элемент пояса или опорный раскос фермы	<input checked="" type="radio"/>
неопорный элемент решетки фермы	<input type="radio"/>
одиночный элемент структурной конструкц...	<input type="radio"/>
прочий	<input type="radio"/>
На сжатие	180-60a
На растяжение	400

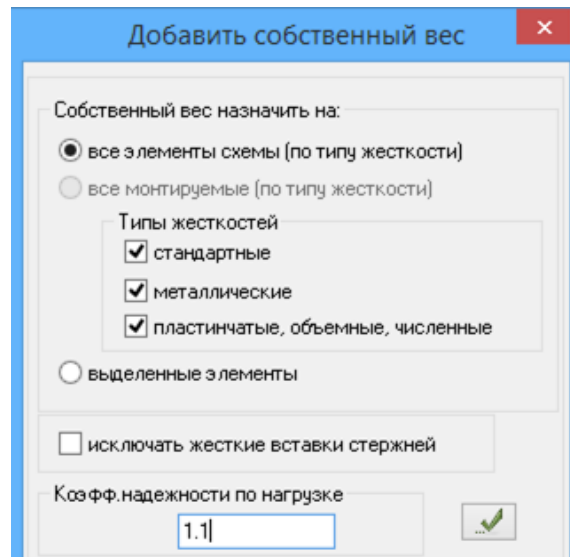
Для неопірних елементів решітки:

Предельная гибкость	
элемент пояса или опорный раскос фермы	<input type="radio"/>
неопорный элемент решетки фермы	<input checked="" type="radio"/>
одиночный элемент структурной конструкц...	<input type="radio"/>
прочий	<input type="radio"/>
На сжатие	210-60a
На растяжение	400

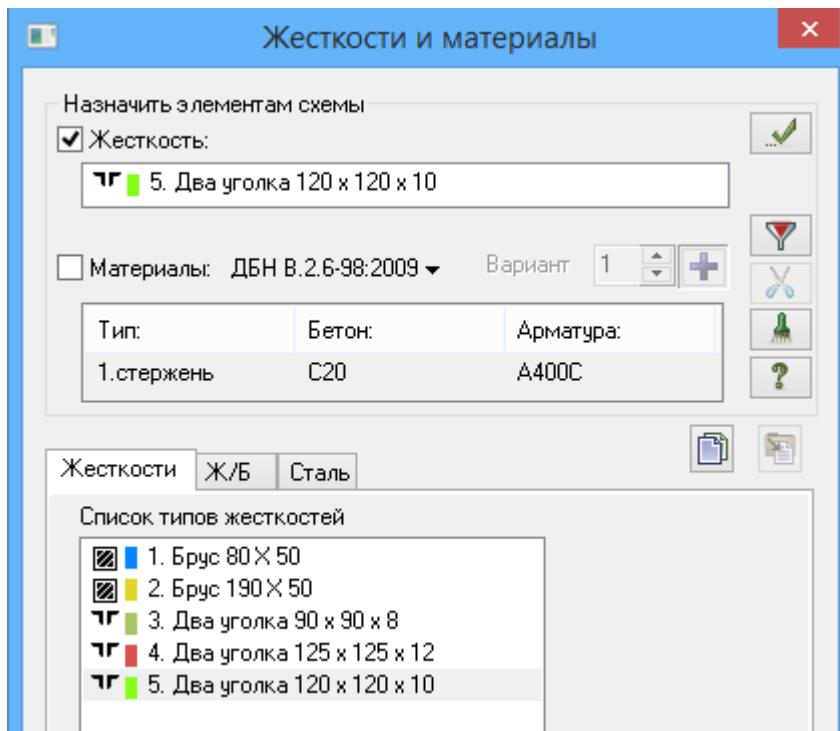
Розрахункові довжини прийняті відповідно до ДБН В.2.6-198:2014.

Завантаження 1. Навантаження від власної ваги конструкцій будівлі.

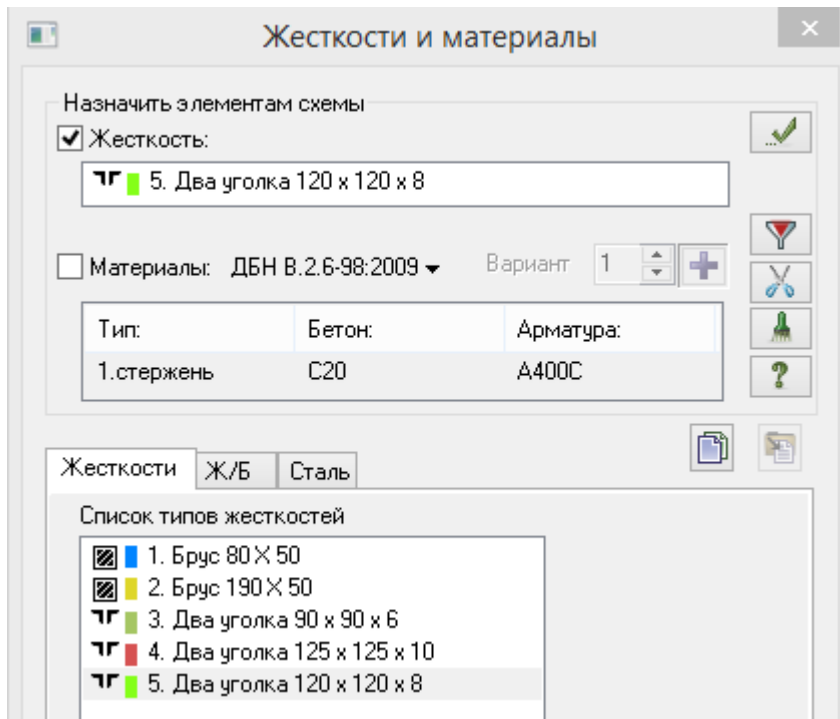
Навантаження від власної ваги конструкцій будівлі задаються в програмному комплексі на основі жорсткостей елементів.



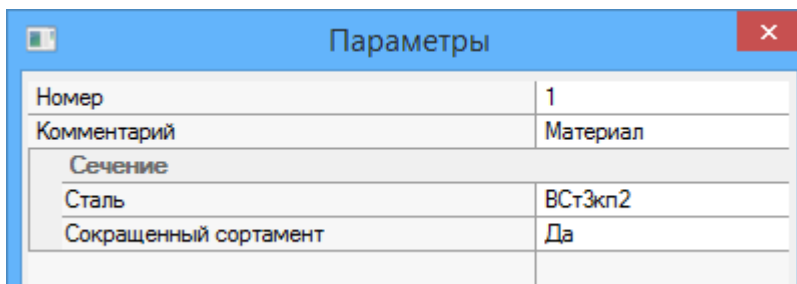
2. Жорсткості (1 и 2 вариант):

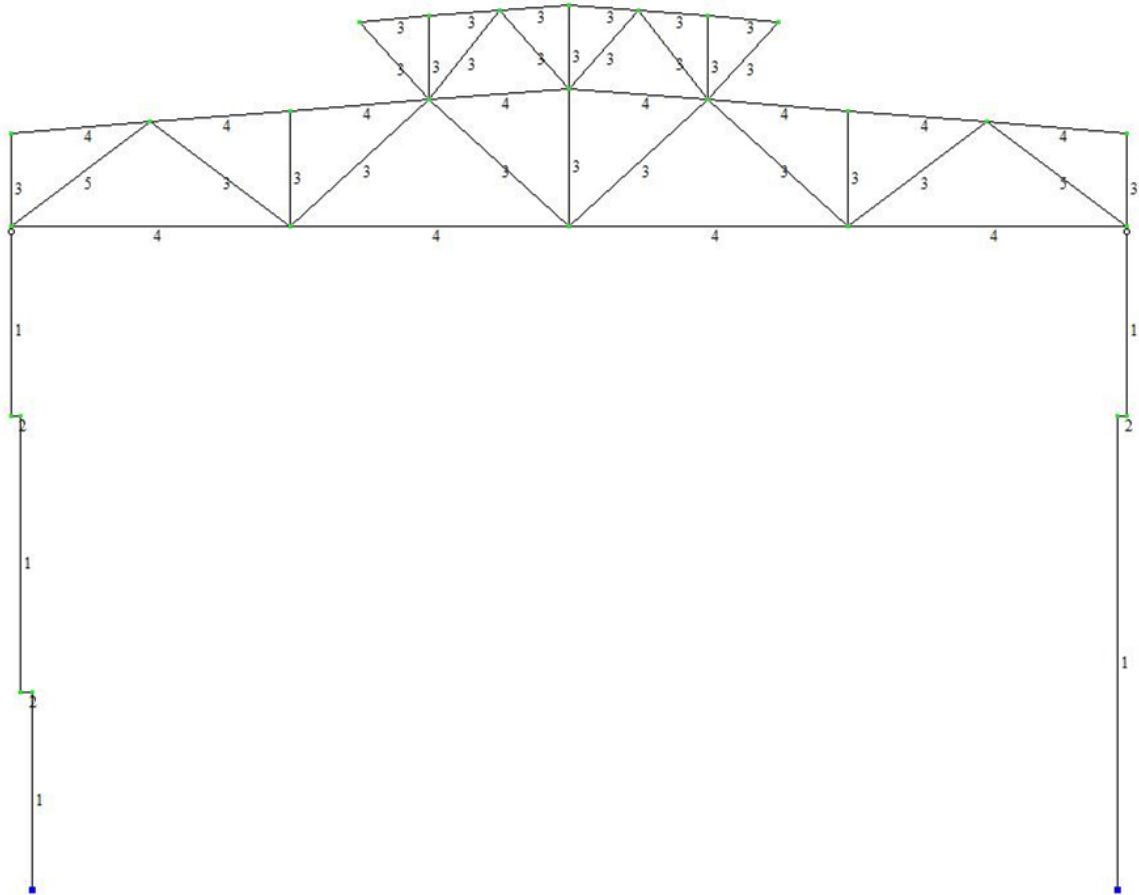


Жорсткості (3 вариант):



Марка сталі (розрахунковий опір сталі) було прийнято - (ВСт3кп2 с





Навантаження від власної ваги стінових панелей:

- погонне навантаження: $G_{сп} = 1,2 / 1,5 * 1,1 = 0,88$ тс/м;

- момент на верхню гілку залізобетонної колони:

$$M_{панв} = 0,88 * 0,2 = 0,18 \text{ тс*м};$$

- момент на нижню гілку залізобетонної колони:

$$M_{панн} = 0,88 * 0,4 = 0,36 \text{ тс*м}$$

4. Навантаження від власної ваги сталевого хвилястого листа:

- погонне навантаження $0,45$ тс/м * $1,1 = 0,50$;

- момент на верхню гілку залізобетонної колони:

$$M_{панв} = 0,50 * 0,2 = 0,10 \text{ тс*м};$$

- момент на середню гілку залізобетонної колони:

$$M_{панс} = 0,50 * 0,4 = 0,20 \text{ тс*м};$$

- момент на нижню гілку залізобетонної колони:

$$M_{\text{панн}}=0,50*0,65=0,33 \text{ тс*м};$$

5. Навантаження від пилу: $N = 50 * 1,2 * 1,1 = 66 \text{ кг/м}^2$, $N_{\text{расп.}}=0,066 \text{ т/м}^2$

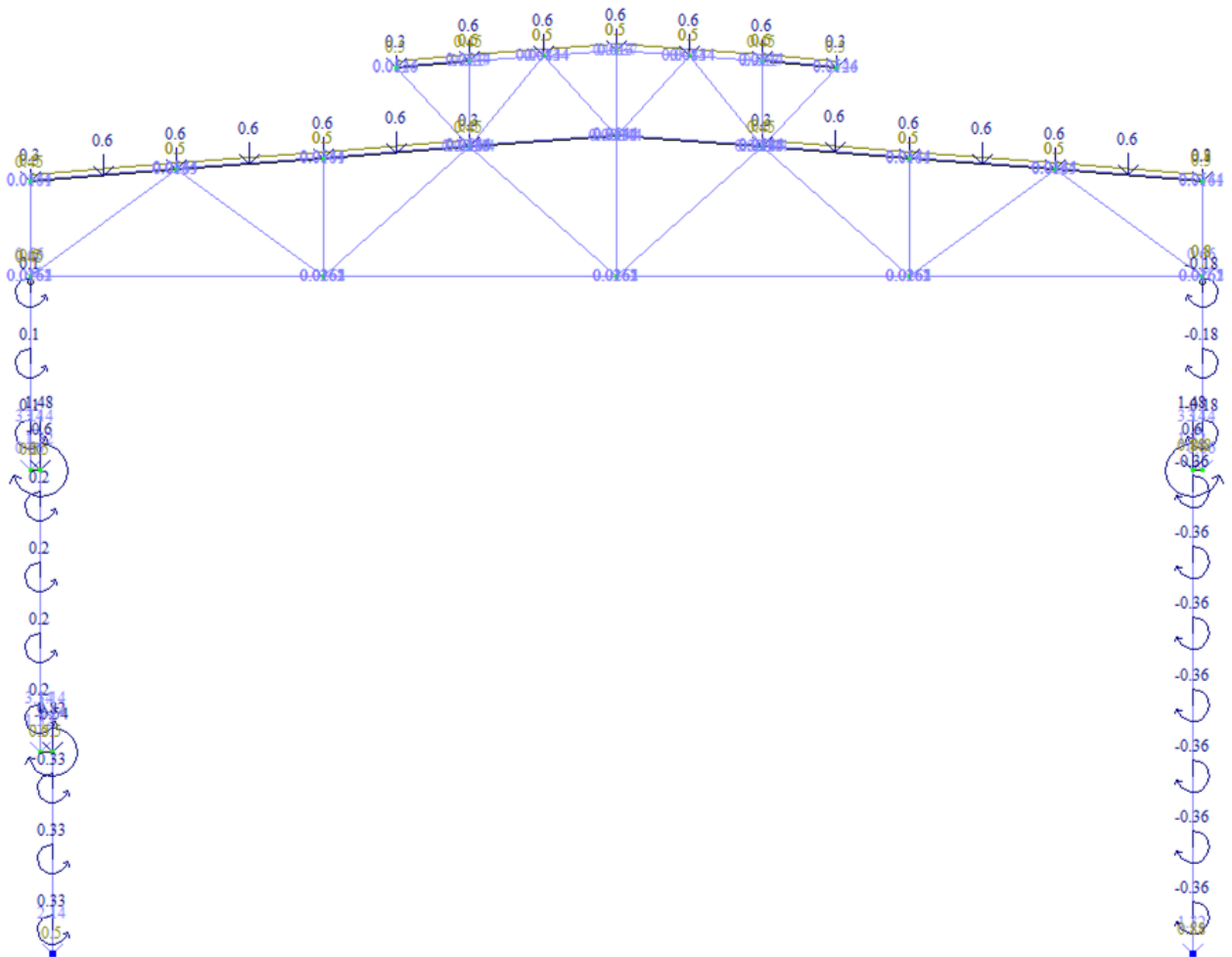
$$* 6\text{м} = 0,396 \text{ т/м};$$

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (середні прогони) =

$$0,066 * 1,5 * 6 = 0,6 \text{ т};$$

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (крайні прогони) =

$$0,066 * 0,75 * 6 = 0,3 \text{ т};$$



. Схема загрузки:

4. Загружения 2. Снігове навантаження.

Климатические нагрузки

Вид нагрузки

Снеговая

Уровень ответственности объекта

обычный

повышенный

Средний период повторяемости (в годах), T

Периодичность возможного превышения требований жесткости (в годах)

Относительное время, в течение которого может быть допущено нарушение требований жесткости


Коэффициенты надежности

по предельному расчетному значению γ_{fm}

по эксплуатационному расчетному значению γ_{fe}

Вычислить

Розрахунок виконаний по нормам проектування "ДБН В.1.2-2: 2006 зі зміною №1"

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Снеговий район		
Характеристичне значення снегового навантаження		Т/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря		км
Будівля		
		
Висота будівлі Н		м
Ширина будівлі В		м
		м
		град
		м
		м
		м
Покриття	Профнастил и з/б плити	
Неутеплені конструкція з підвищеною тепловіддачею	Немає	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим		

значенням g_{fm}		
--------------------	--	--

Одиниці вимірювання : Т/м²

 **Граничне значення**

 **Квазіпостійне значення**

Коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнятий $\gamma_p=1,1$ (СС2)

Распределенная нагрузка от снега (по предельному значению): $N = 127 * 1,1 = 140$ кг/м²

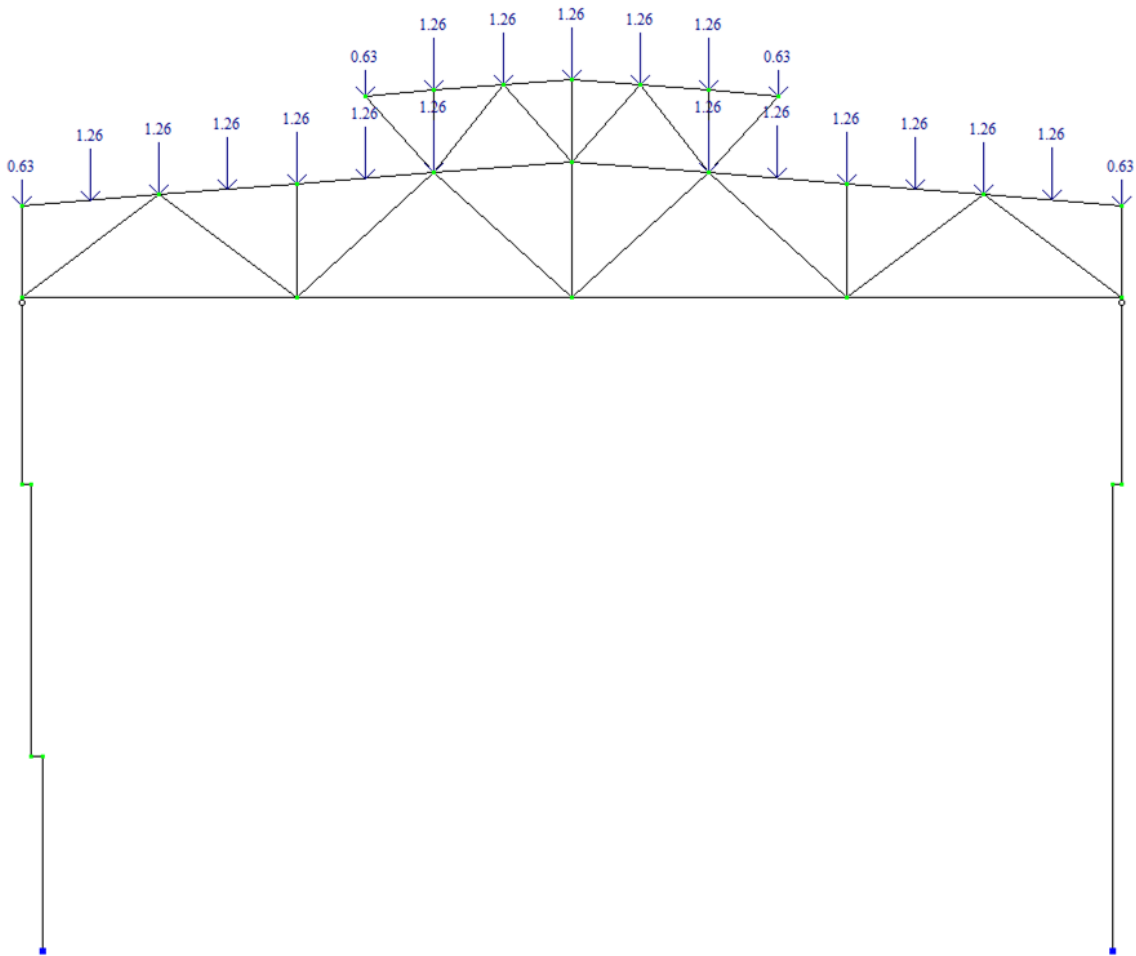
Распределенная нагрузка от снега (по предельному значению): $N = 254 * 1,1 = 280$ кг/м²

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (середні прогони) = $0,14 * 1,5 * 6 = 1,26$ т;

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (крайні прогони) = $0,14 * 0,75 * 6 = 0,63$ т;

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (в районі снігового мішка) = $0,28 * 0,75 * 6 = 1,26$ т;

Схема:



5. Загруженя 3, 4. Вітрове навантаження.

Климатические нагрузки ✖

<p>Вид нагрузки</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ветровая</p>	<p>Уровень ответственности объекта</p> <p><input checked="" type="radio"/> обычный</p> <p><input type="radio"/> повышенный</p>
<p>Средний период повторяемости (в годах), T <input type="text" value="60"/></p>	
<p><input type="radio"/> Периодичность возможного превышения требований жесткости (в годах) <input type="text" value="0"/></p> <p><input checked="" type="radio"/> Относительное время, в течение которого может быть допущено нарушение требований жесткости <input type="text" value="0.02"/></p>	
<p>Коэффициенты надежности</p> <p>по предельному расчетному значению γ_{lim} <input type="text" value="1.035"/></p> <p>по эксплуатационному расчетному значению γ_{fe} <input type="text" value="0.21"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Вычислить"/></p>	

Вітрове погонне навантаження, що збирається з поздовжнього кроку колон і прикладається до крайніх колонах рами.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнятий $\gamma_n=1,1$ (СС2)

Навітряна сторона:

**Расчет выполнен по нормам проектирования "ДБН В.1.2-2:2006 с
изменением №1"**

Вихідні дані	
Ветровий район	
Характеристичне значення вітрового тиску	0.056 Т/м ²
Тип місцевості	- приміські і промислові зони і протяжні лісові масиви
Тип споруди	Однопрогонові будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0.08 км

Параметри	
Поверхня	Ліва стіна
Шаг сканування	1 м
Коефіцієнт надійності за граничним р	
	М
	М
	М
	М

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м²)	Граничне значення (Т/м²)

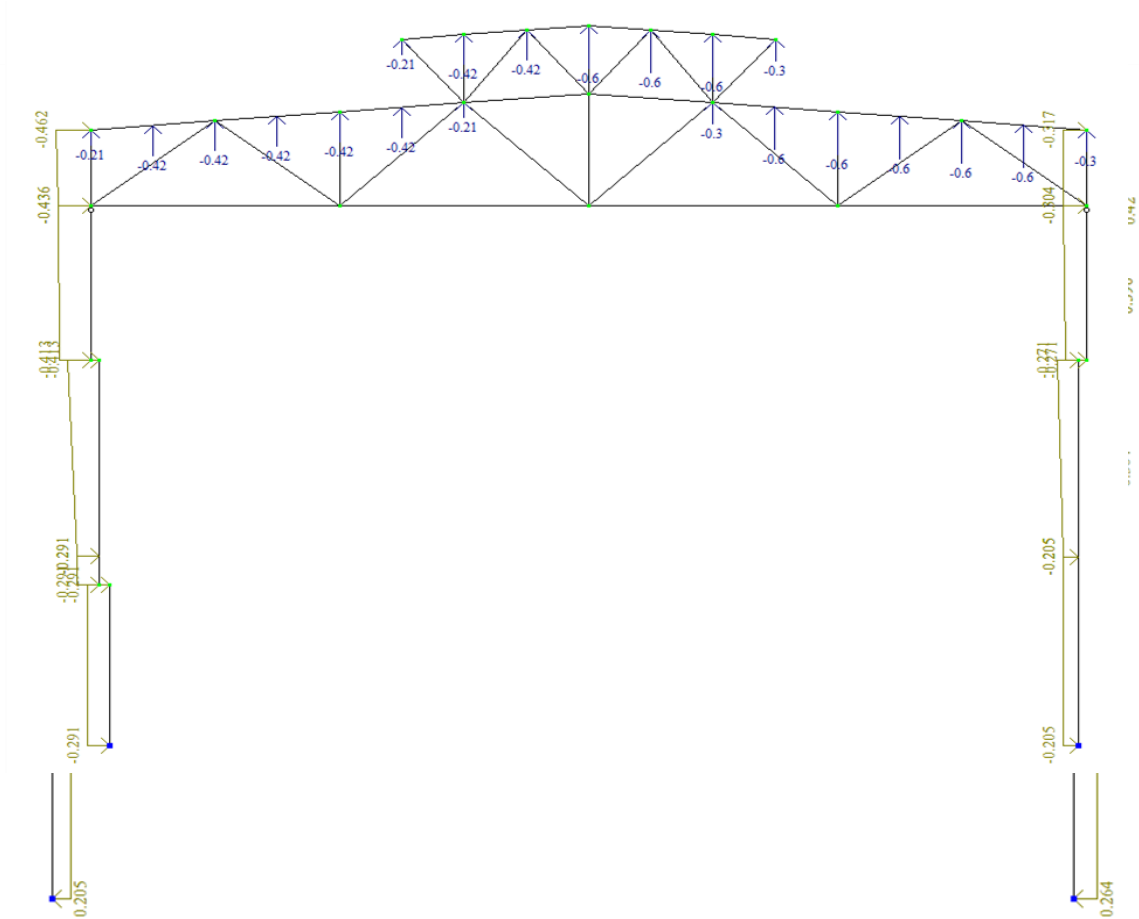
Коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнятий $\gamma_p=1,1$ (СС2)

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (середні прогони, підвітряного боку) = $0,06 * 1,5 * 6 * 1,1 = 0,6$ т;

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (крайні прогони, підвітряного боку) = $0,06 * 0,75 * 6 * 1,1 = 0,3$ т;

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (середні прогони, підвітряного боку) = $0,042 * 1,5 * 6 * 1,1 = 0,42$ т;

Зосереджене навантаження при кроці прогонів 1,5 м. (крайні прогони, підвітряного боку) = $0,042 * 0,75 * 6 * 1,1 = 0,21$ т;



4. Вітер справа:

5. Вітер зліва:

Розрахункове поєднання зусиль (PCY).

Расчетные сочетания усилий

Строительные нормы: ДБН В.1.2 - 2:2006

Номер загрузки: 1 Собственный вес

Вид загрузки: Постоянное (0) По умолчанию

N группы объединяемых временных нагрузений: 0

Учитывать знакопеременность:

N группы взаимоисключающих нагрузений: 0

NN сопутствующих нагрузений: 0 0

Отношение коэффициентов Y_m / Y_e : 1.10

Отношение P_q / P_{ch} : 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов:
Кран: Тормоз:

Кoeffициенты для РСУ

#	1 основ.	2 основ.	Аварийн.	Авар.(б.С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00

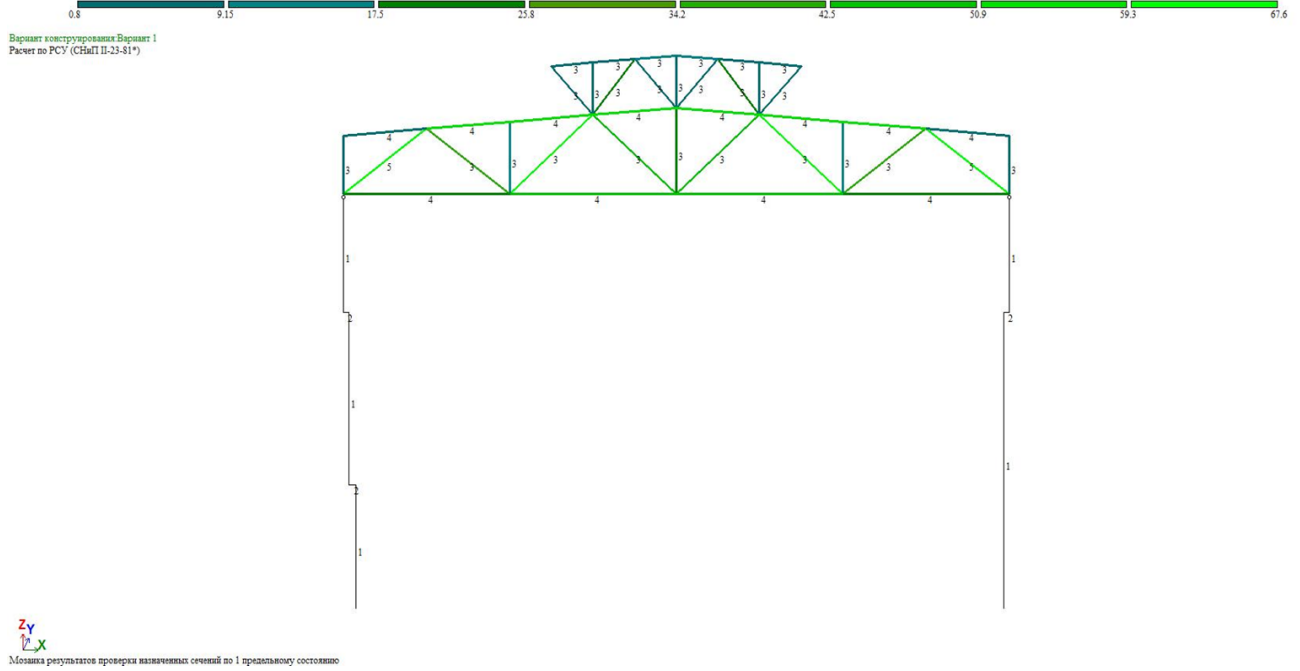
Сводная таблица для вычисления РСУ:

№.	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ						Кoeffициенты РСУ						
1	Собственный...	Постоянное ...	0	0	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	
2	Снег	Длительное ...	1	0	0	0	0	0	1.20	1.00	1.00	0.95	0.80	0.95	
3	Ветер слева	Кратковреме...	2	0	0	1	0	0	0	1.40	0.35	1.00	0.90	0.50	0.80
4	Ветер справа	Кратковреме...	2	0	0	1	0	0	0	1.40	0.35	1.00	0.90	0.50	0.80

Результати розрахунку металоконструкцій (Варіант 1)

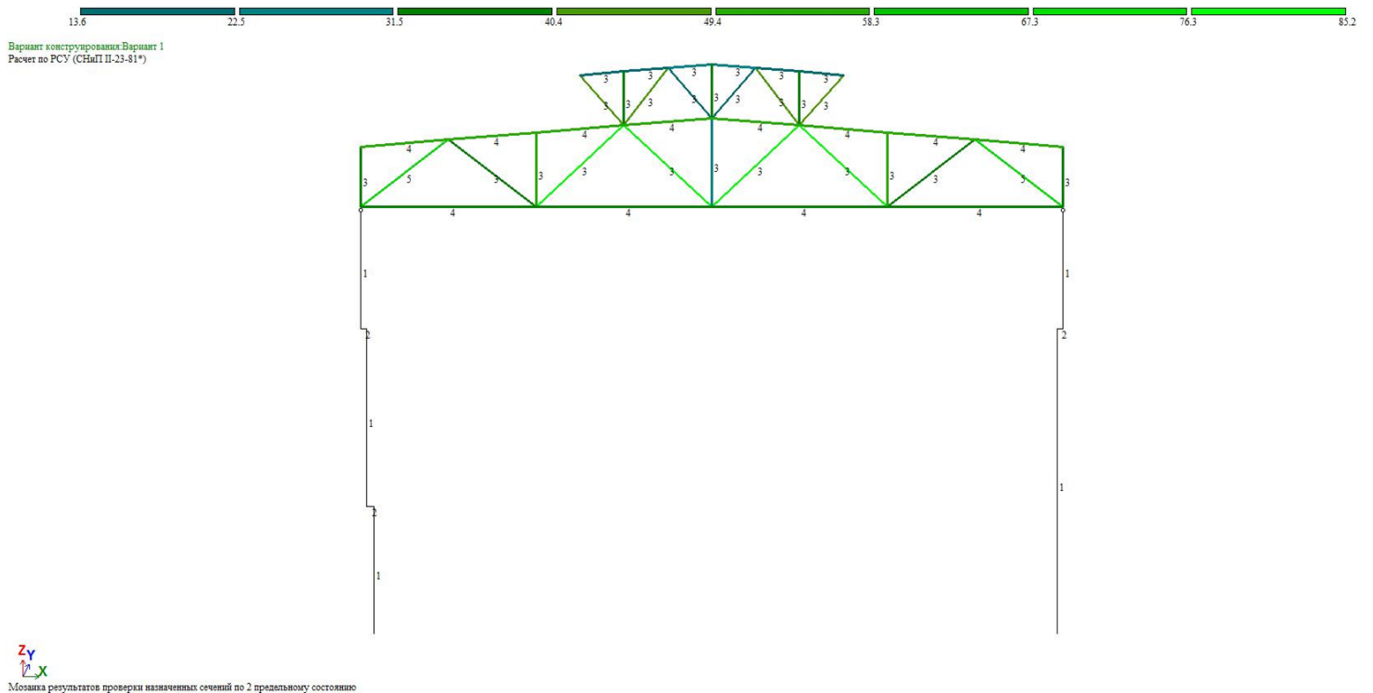
Зусилля в елементах і результати перевірки елементів.

Перевірка перетинів за першим граничним станом



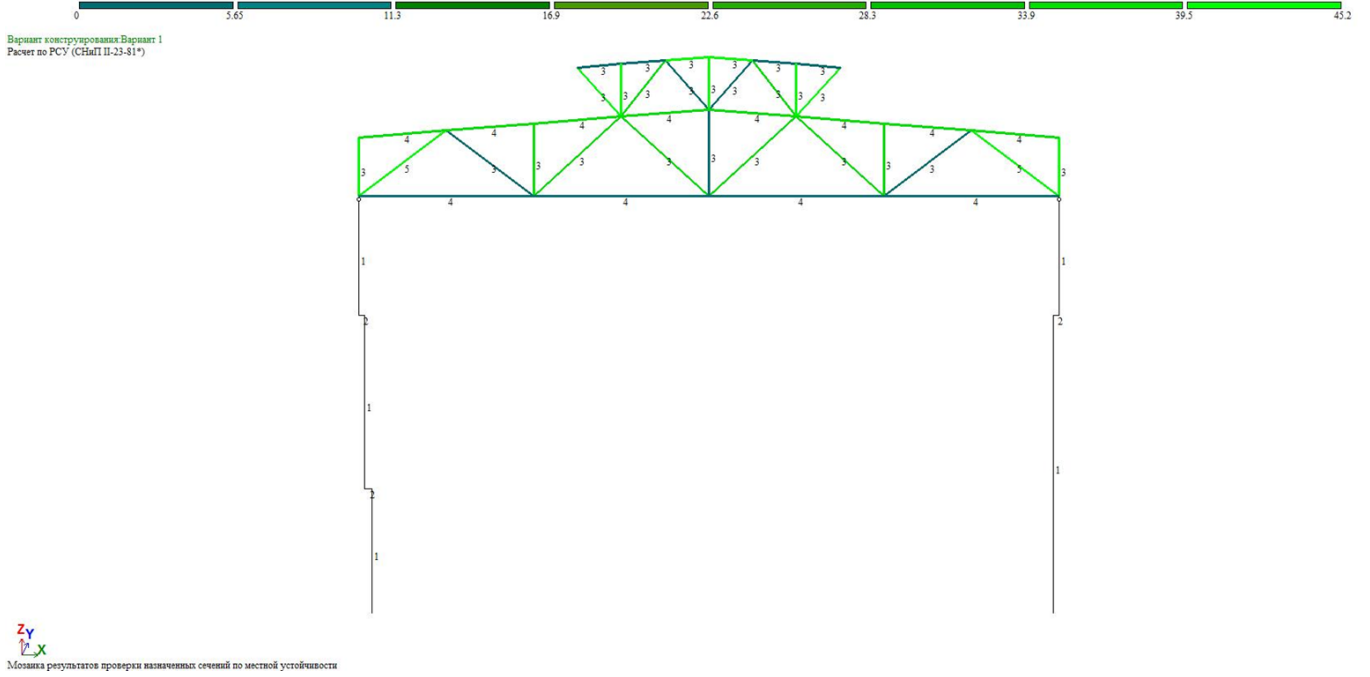
Запас міцності становить 32,4%

Перевірка перетинів по другому граничному стану



Запас міцності становить 14,8%

Перевірка перетинів на місцеву стійкість

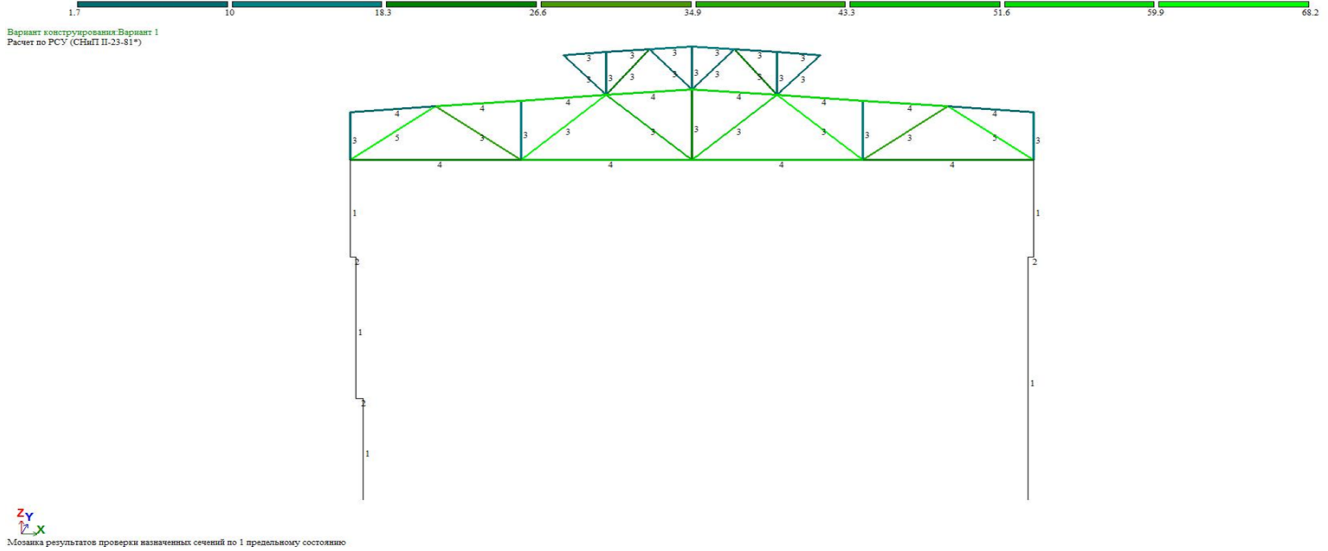


Запас міцності становить 54,8%

Результати розрахунку металоконструкцій (Варіант 2)

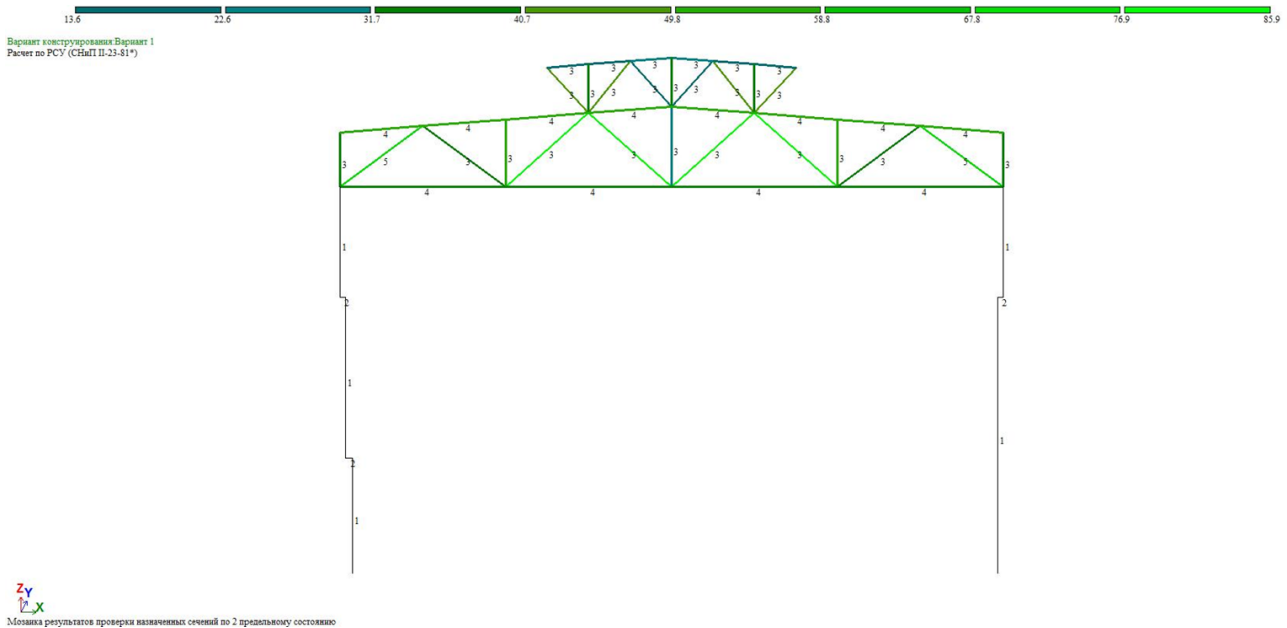
Зусилля в елементах і результати перевірки елементів див. Додаток

Перевірка перетинів за першим граничним станом



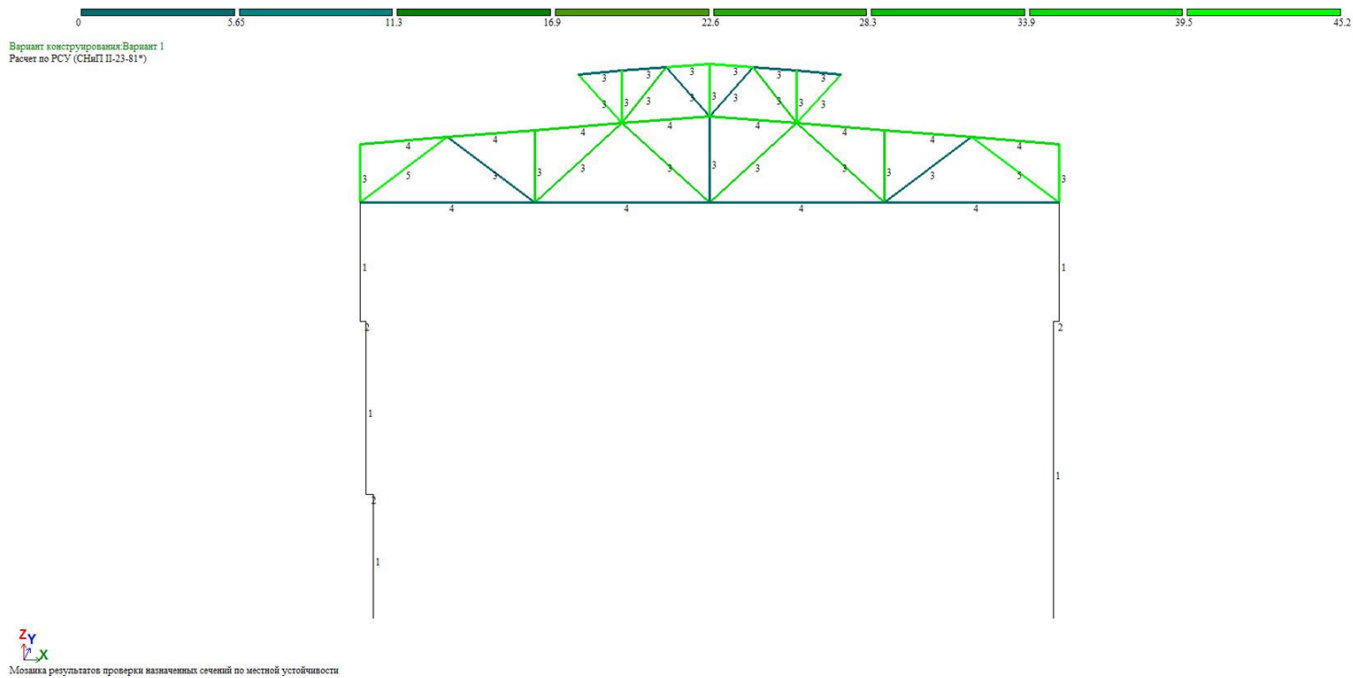
Запас міцності становить 31,8%

Перевірка перетинів по другому граничному стану



Запас міцності становить 14,1%

Перевірка перетинів на місцеву стійкість

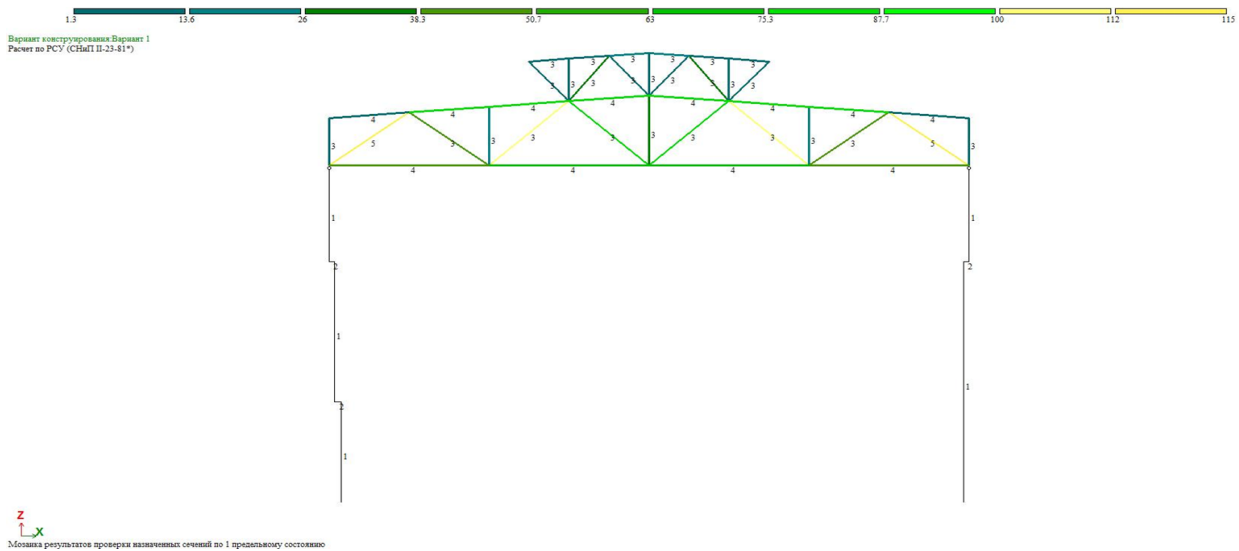


Запас міцності становить 54,8%

Результати розрахунку металоконструкцій (Варіант 3)

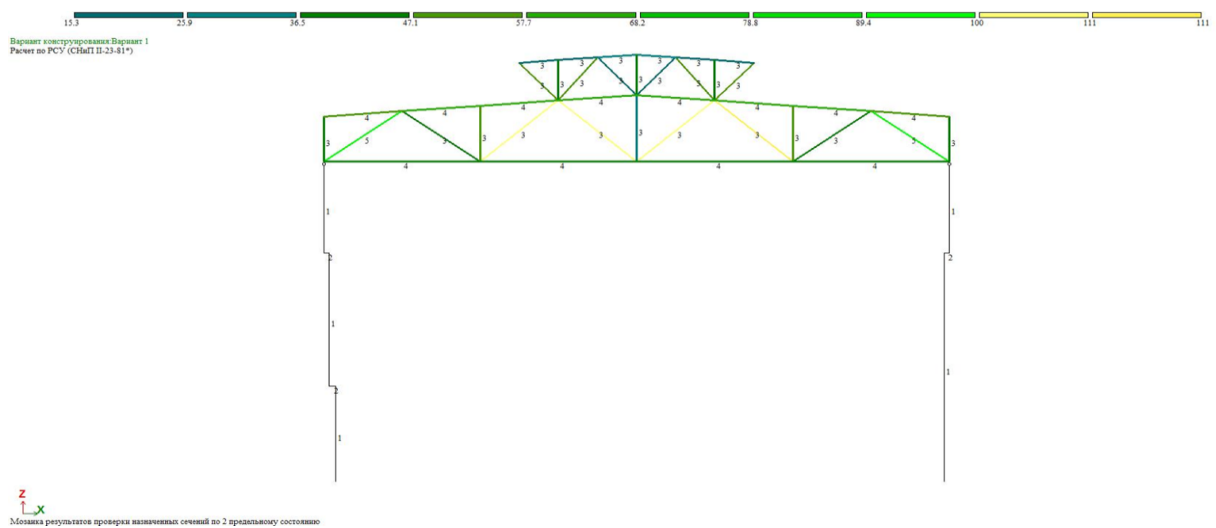
Зусилля в елементах і результати перевірки елементів.

Перевірка перетинів за першим граничним станом



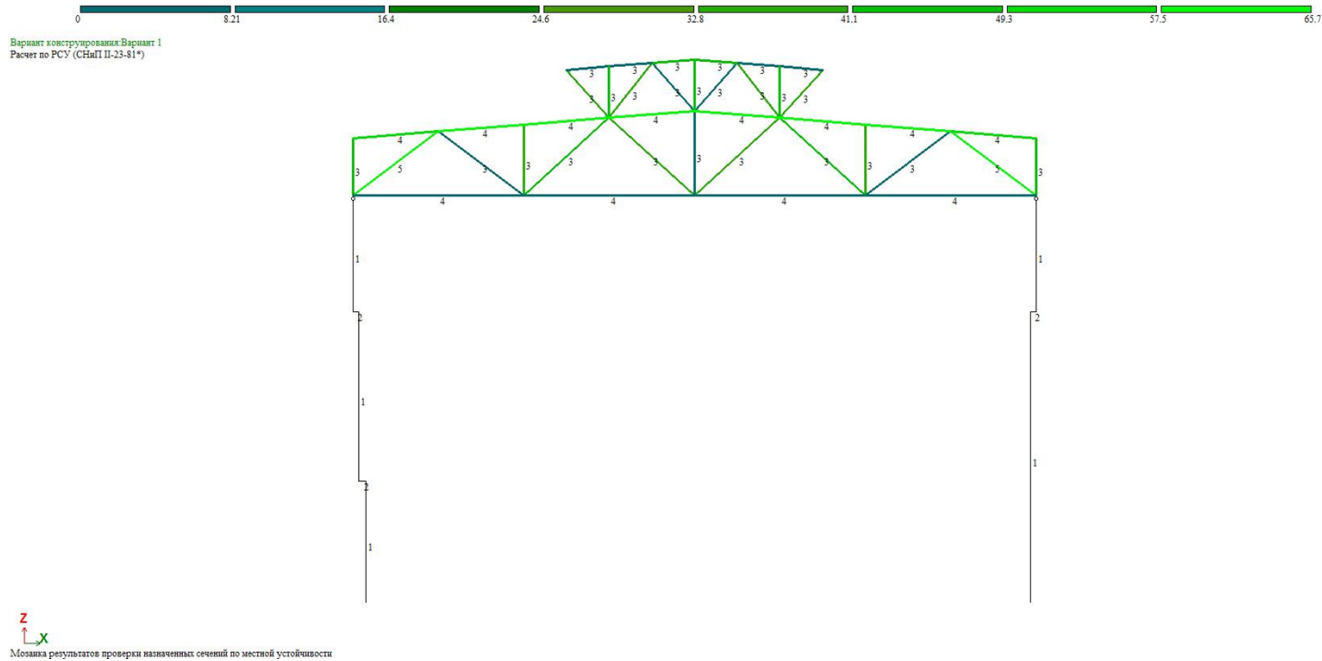
Запас міцності перевищено на 15%

Перевірка перетинів по другому граничному стану



Запас міцності перевищено на 11%

Перевірка перетинів на місцеву стійкість



Запас міцності становить 34,3%

Результати розрахунку (Варіант 2)

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. РСУ.

Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
:															
Сечение: 3.1.2.1 Два уголка 90 x 90 x 8; стыковка 1 см															
Профиль: 90 x 90 x 8; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
15	1		1.103983		5	7	6	40	27	0	42	7	40	42	2.00
15	2		1.103983		4	5	4	40	27	0	42	5	40	42	2.00
16	1		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
16	2		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
16	3		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
16	4		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
16	5		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
17	1		2.207967		19	0	0	27	18	0	0	19	27	0	2.95
17	2		2.207967		19	0	0	27	18	0	0	19	27	0	2.95
18	1		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
18	2		1.103983		9	14	11	50	34	0	39	14	50	39	2.48
19	1		1.103983		6	8	7	40	27	0	42	8	40	42	2.00
19	2		1.103983		4	5	4	40	27	0	42	5	40	42	2.00
21	1		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
21	2		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
21	3		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
22	1		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
22	2		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
22	3		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
23	1		1.103983		14	45	24	81	55	0	35	45	81	35	4.04
23	2		1.103983		14	46	25	81	55	0	35	46	81	35	4.04
23	3		1.103983		14	46	25	81	55	0	35	46	81	35	4.04
24	1		1.103983		14	46	25	81	55	0	35	46	81	35	4.04
24	2		1.103983		14	46	25	81	55	0	35	46	81	35	4.04
24	3		1.103983		14	45	24	81	55	0	35	45	81	35	4.04
25	1		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
25	2		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
25	3		1.103983		19	63	34	85	58	0	35	63	85	35	4.04
26	1		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
26	2		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
26	3		2.207967		37	0	0	34	23	0	0	37	34	0	3.74
28	1		1.103983		4	5	5	36	24	0	43	5	36	43	1.80
28	2		1.103983		6	7	6	36	24	0	43	7	36	43	1.80
29	1		1.103983		2	3	3	36	24	0	43	3	36	43	1.80
29	2		1.103983		2	3	3	36	24	0	43	3	36	43	1.80
30	1		1.103983		4	5	5	36	24	0	43	5	36	43	1.80
30	2		1.103983		6	7	6	36	24	0	43	7	36	43	1.80
31	1		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
31	2		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
31	3		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
32	1		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50
32	2		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50
32	3		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. РСУ.

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
33	1		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50
33	2		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50
33	3		1.103983		10	12	11	30	20	0	45	12	30	45	1.50
34	1		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
34	2		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
35	1		1.103983		12	19	15	49	33	0	39	19	49	39	2.44
35	2		1.103983		12	19	15	49	33	0	39	19	49	39	2.44
36	1		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
36	2		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
36	3		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
37	1		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
37	2		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
37	3		2.207967		6	0	0	20	14	0	0	6	20	0	2.25
38	1		1.103983		12	19	15	49	33	0	39	19	49	39	2.44
38	2		1.103983		12	19	15	49	33	0	39	19	49	39	2.44
38	3		1.103983		12	19	15	49	33	0	39	19	49	39	2.44
45	1		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
45	2		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
45	3		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
46	1		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
46	2		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
46	3		2.207967		2	0	0	14	9	0	0	2	14	0	1.50
47	1		1.103983		2	4	3	45	31	0	40	4	45	40	2.25
47	2		1.103983		3	4	3	45	31	0	40	4	45	40	2.25
48	1		1.103983		2	4	3	45	31	0	40	4	45	40	2.25
48	2		1.103983		3	4	3	45	31	0	40	4	45	40	2.25
48	3		1.103983		3	4	3	45	31	0	40	4	45	40	2.25
Сечение: 4.1.1.1 Два уголка 125 x 125 x 12; стыковка 1 см															
Профиль: 125 x 125 x 12; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСт3кп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
3	1		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
3	2		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
3	3		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
4	1		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
4	2		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
4	3		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
5	1		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
5	2		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
5	3		3.058375		46	0	0	39	27	0	0	46	39	0	6.00
6	1		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
6	2		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
6	3		3.058375		25	0	0	39	27	0	0	25	39	0	6.00
7	1		1.529188		1	1	1	52	36	0	37	1	52	37	3.01
7	2		1.529188		0	1	1	52	36	0	37	1	52	37	3.01
7	3		1.529188		0	1	0	52	36	0	37	1	52	37	3.01
8	1		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
8	2		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
8	3		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
9	1		1.529188		39	55	46	53	37	0	37	55	53	37	3.01

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. РСУ.

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
9	2		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
9	3		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
10	1		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
10	2		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
10	3		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
11	1		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
11	2		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
11	3		1.529188		38	53	45	53	37	0	37	53	53	37	3.01
12	1		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
12	2		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
12	3		1.529188		39	55	46	53	37	0	37	55	53	37	3.01
13	1		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
13	2		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
13	3		1.529188		39	54	46	53	37	0	37	54	53	37	3.01
14	1		1.529188		0	1	0	52	36	0	37	1	52	37	3.01
14	2		1.529188		1	1	1	52	36	0	37	1	52	37	3.01
14	3		1.529188		1	1	1	52	36	0	37	1	52	37	3.01
Сечение: 5.1.1.1 Два уголка 120 x 120 x 10; стыковка 1 см															
Профиль: 120 x 120 x 10; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСт3кп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
20	1		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74
20	2		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74
20	3		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74
27	1		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74
27	2		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74
27	3		1.477682		37	68	49	73	50	0	42	68	73	42	3.74

Результати розрахунку (Варіант 3)

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. РСУ.

Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Приме- чание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %									Длина элемента	
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС		М.У
:															
Сечение: 3.1.2.1 Два уголка 80 x 80 x 7; стыковка 1 см															
Профиль: 80 x 80 x 7; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСт3кп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
15	1		0.981375		7	10	8	45	30	0	41	10	45	41	2.00
15	2		0.981375		5	7	6	45	30	0	41	7	45	41	2.00
16	1		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
16	2		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
16	3		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
16	4		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
16	5		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
17	1		1.96275		28	0	0	30	20	0	0	28	30	0	2.95
17	2		1.96275		28	0	0	30	20	0	0	28	30	0	2.95
18	1		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
18	2		0.981375		11	20	14	56	37	0	38	20	56	38	2.48
19	1		0.981375		8	12	10	45	30	0	41	12	45	41	2.00
19	2		0.981375		5	7	6	45	30	0	41	7	45	41	2.00
21	1		1.96275		47	0	0	38	25	0	0	47	38	0	3.74
21	2		1.96275		47	0	0	38	25	0	0	47	38	0	3.74
21	3		1.96275		47	0	0	38	25	0	0	47	38	0	3.74
22	1		0.981375		25	101	50	110	74	0	44	101	110	44	4.04
22	2		0.981375		25	100	49	110	74	0	44	100	110	44	4.04
22	3		0.981375		25	100	49	110	74	0	44	100	110	44	4.04
23	1		0.981375		20	82	40	102	68	0	40	82	102	40	4.04
23	2		0.981375		20	82	40	103	69	0	40	82	103	40	4.04
23	3		0.981375		20	82	41	103	69	0	40	82	103	40	4.04
24	1		0.981375		21	84	41	103	69	0	41	84	103	41	4.04
24	2		0.981375		21	84	41	103	69	0	41	84	103	41	4.04
24	3		0.981375		20	83	41	103	69	0	41	83	103	41	4.04
25	1		0.981375		25	102	50	111	74	0	44	102	111	44	4.04
25	2		0.981375		25	102	50	111	74	0	44	102	111	44	4.04
25	3		0.981375		25	102	50	111	74	0	44	102	111	44	4.04
26	1		1.96275		48	0	0	38	25	0	0	48	38	0	3.74
26	2		1.96275		48	0	0	38	25	0	0	48	38	0	3.74
26	3		1.96275		48	0	0	38	25	0	0	48	38	0	3.74
28	1		0.981375		5	7	6	41	27	0	42	7	41	42	1.80
28	2		0.981375		7	10	8	41	27	0	42	10	41	42	1.80
29	1		0.981375		3	4	3	41	27	0	42	4	41	42	1.80
29	2		0.981375		3	4	3	41	27	0	42	4	41	42	1.80
30	1		0.981375		5	7	6	41	27	0	42	7	41	42	1.80
30	2		0.981375		7	10	8	41	27	0	42	10	41	42	1.80
31	1		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
31	2		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
31	3		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
32	1		0.981375		17	21	19	34	23	0	45	21	34	45	1.50
32	2		0.981375		17	21	19	34	23	0	45	21	34	45	1.50
32	3		0.981375		17	21	19	34	23	0	45	21	34	45	1.50

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. PCY.

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
33	1		0.981375		17	22	19	34	23	0	45	22	34	45	1.50
33	2		0.981375		17	22	20	34	23	0	45	22	34	45	1.50
33	3		0.981375		18	22	20	34	23	0	45	22	34	45	1.50
34	1		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
34	2		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
35	1		0.981375		18	32	23	55	37	0	38	32	55	38	2.44
35	2		0.981375		18	32	23	55	37	0	38	32	55	38	2.44
36	1		1.96275		11	0	0	23	15	0	0	11	23	0	2.25
36	2		1.96275		11	0	0	23	15	0	0	11	23	0	2.25
36	3		1.96275		11	0	0	23	15	0	0	11	23	0	2.25
37	1		1.96275		12	0	0	23	15	0	0	12	23	0	2.25
37	2		1.96275		12	0	0	23	15	0	0	12	23	0	2.25
37	3		1.96275		12	0	0	23	15	0	0	12	23	0	2.25
38	1		0.981375		19	33	24	55	37	0	38	33	55	38	2.44
38	2		0.981375		19	33	24	55	37	0	38	33	55	38	2.44
38	3		0.981375		19	33	24	55	37	0	38	33	55	38	2.44
45	1		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
45	2		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
45	3		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
46	1		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
46	2		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
46	3		1.96275		2	0	0	15	10	0	0	2	15	0	1.50
47	1		0.981375		3	5	4	51	34	0	39	5	51	39	2.25
47	2		0.981375		3	5	4	51	34	0	39	5	51	39	2.25
48	1		0.981375		3	5	4	51	34	0	39	5	51	39	2.25
48	2		0.981375		3	5	4	51	34	0	39	5	51	39	2.25
48	3		0.981375		3	5	4	51	34	0	39	5	51	39	2.25
Сечение: 4.1.1.1 Два уголка 120 x 120 x 8; стыковка 1 см															
Профиль: 120 x 120 x 8; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСт3кп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
3	1		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
3	2		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
3	3		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
4	1		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
4	2		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
4	3		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
5	1		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
5	2		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
5	3		2.973643		71	0	0	40	28	0	0	71	40	0	6.00
6	1		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
6	2		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
6	3		2.973643		39	0	0	40	28	0	0	39	40	0	6.00
7	1		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
7	2		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
7	3		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
8	1		1.486822		59	85	72	63	44	0	65	85	63	65	3.01
8	2		1.486822		59	85	72	63	44	0	65	85	63	65	3.01
8	3		1.486822		59	85	71	63	44	0	65	85	63	65	3.01
9	1		1.486822		60	85	72	63	44	0	65	85	63	65	3.01

Задача рама_студенческая, шифр рама_студенческая. РСУ.

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					Нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
9	2		1.486822		59	85	72	63	44	0	65	85	63	65	3.01
9	3		1.486822		59	85	72	63	44	0	65	85	63	65	3.01
10	1		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
10	2		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
10	3		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
11	1		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
11	2		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
11	3		1.486822		56	81	68	62	43	0	63	81	62	63	3.01
12	1		1.486822		60	86	72	63	44	0	65	86	63	65	3.01
12	2		1.486822		60	86	72	63	44	0	65	86	63	65	3.01
12	3		1.486822		60	86	73	63	44	0	65	86	63	65	3.01
13	1		1.486822		60	86	72	63	44	0	65	86	63	65	3.01
13	2		1.486822		60	86	72	63	44	0	65	86	63	65	3.01
13	3		1.486822		60	86	72	63	44	0	65	86	63	65	3.01
14	1		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
14	2		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
14	3		1.486822		1	1	1	54	38	0	56	1	54	56	3.01
Сечение: 5.1.1.1 Два уголка 110 x 110 x 7; стыковка 1 см															
Профиль: 110 x 110 x 7; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
20	1		1.361847		57	115	79	99	69	0	66	115	99	66	3.74
20	2		1.361847		57	114	79	99	69	0	66	114	99	66	3.74
20	3		1.361847		57	114	79	99	69	0	66	114	99	66	3.74
27	1		1.361847		58	115	79	99	70	0	66	115	99	66	3.74
27	2		1.361847		58	115	79	99	70	0	66	115	99	66	3.74
27	3		1.361847		58	115	79	99	70	0	66	115	99	66	3.74

Результати переміщень елементів

Lira Windows

Стр. 1 из 2

Единицы измерения линейных перемещений: мм
 Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

Mon Jan 13 11:01:29 2020 рама_студенческая_основная_схема
 П Е Р Е М Е Щ Е Н И Я У С Л О В.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 - СОБСТВЕННЫЙ ВЕС									
X	-1.5E+0	-440134	5700.0	5707.9	5701.4	5704.0	5706.6	3303.6	3019.2
Z	-519039	-483209	-606095	-577274	-598908	-591708	-584498	-606095	-602503
UY	120530	249543	-1197.6	-1204.1	-1198.7	-1200.8	-1202.9	-1194.1	-1198.3
2 - СНЕГ									
X	-373923	-355251	2642.2	2648.7	2643.4	2645.5	2647.6	1532.7	1401.1
Z	-192463	-178806	-251022	-237655	-247696	-244358	-241012	-251022	-249360
UY	-33063.	161639	-554.67	-559.23	-555.18	-556.95	-558.72	-551.72	-554.83
3 - ВЕТЕР СЛЕВА									
X	4.4E+00	3.1E+00	4576.3	4573.7	4575.7	4575.0	4574.1	2648.6	2419.6
Z	153786	163858	169998	193110	175781	181561	187338	169998	172890
UY	-555660	-463602	-962.99	-961.47	-963.79	-963.07	-962.38	-965.74	-963.66
4 - ВЕТЕР СПРАВА									
X	-2.7E+0	-3.7E+0	-17415.	-17417.	-17415.	-17416.	-17417.	-10084.	-9213.4
Z	26468.	-49243.	55341.	-32654.	33348.	11351.	-10649.	55341.	44345.
UY	398709	463844	3664.9	3666.5	3665.8	3666.5	3667.2	3664.7	3665.5
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 - СОБСТВЕННЫЙ ВЕС									
X	2733.6	2447.7	2161.5	2445.6	2730.1	3014.9	3300.9	285.33	
Z	-598908	-595310	-591708	-588105	-584498	-580887	-577274	-595311	-591708
UY	-1198.1	-1201.9	-1200.8	-1199.7	-1203.5	-1203.3	-1207.5	-1201.4	-1200.8
2 - СНЕГ									
X	1268.4	1135.6	1002.5	1133.9	1265.6	1397.5	1530.4	132.37	
Z	-247696	-246029	-244358	-242687	-241012	-239335	-237656	-246029	-244358
UY	-554.79	-557.75	-556.95	-556.14	-559.10	-559.07	-562.17	-557.29	-556.94
3 - ВЕТЕР СЛЕВА									
X	2191.0	1962.3	1733.9	1963.0	2192.0	2421.0	2649.4	228.79	
Z	175781	178672	181561	184451	187338	190224	193110	178672	181561
UY	-963.75	-962.88	-963.17	-963.54	-962.08	-962.06	-961.30	-963.09	-963.21
4 - ВЕТЕР СПРАВА									
X	-8342.4	-7471.3	-6600.1	-7470.7	-8341.3	-9212.1	-10083.	-870.94	
Z	33348.	22350.	11350.	351.05	-10649.	-21651.	-32654.	22350.	11350.
UY	3665.5	3667.0	3666.6	3666.3	3667.2	3667.1	3669.1	3666.8	3666.6
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 - СОБСТВЕННЫЙ ВЕС									
X	285.06	142.71	142.47	-1.5E+0		-440076		-951882	-951773
Z	-588105	-593509	-589906	-542220		-433136		-204819	-345426
UY	-1200.2	-1200.7	-1200.9	114569		247556		-558181	-558251
2 - СНЕГ									
X	132.16	66.229	66.041	-373962		-355228		-192487	-192438

Z	-242687	-245193	-243522	-185466		-146406		-60701.	-100483
UY	-556.59	-556.91	-556.98	-34986.		160418		-157689	-157561
3 - ВЕТЕР СЛЕВА									
X	228.87	114.42	114.49	4.4E+00		3.1E+00		2.7E+00	2.7E+00
Z	184451	180116	183006	262335		72771.		16804.	238808
UY	-963.35	-963.18	-963.14	-530359		-446307		890448	884751
4 - ВЕТЕР СПРАВА									
X	-870.86	-435.52	-435.45	-2.7E+0		-3.7E+0		-1.7E+0	-1.7E+0
Z	351.07	16850.	5850.9	-51796.		41272.		29929.	-93697.
UY	3666.5	3666.6	3666.6	382988		441861		-497209	-493290
28 29									
1 - СОБСТВЕННЫЙ ВЕС									
X	427.97	427.62							
Z	-597113	-586305							
UY	-1200.3	-1201.3							
2 - СНЕТ									
X	198.54	198.27							
Z	-246865	-241852							
UY	-557.32	-556.57							
3 - ВЕТЕР СЛЕВА									
X	343.16	343.27							
Z	177227	185896							
UY	-963.14	-963.41							
4 - ВЕТЕР СПРАВА									
X	-1306.3	-1306.2							
Z	27851.	-5148.7							
UY	3666.8	3666.6							

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізувавши результати розрахунку на залишкову несучу здатність споруди, та її кнструкцій окремо, можемо зробити висновки, що використання деяких сучасних приладів, не лише полегшує та прискорює роботу, а і в деяких випадках є обов'язковим.

Зрівнявши результати розрахунку без використання ультразвукового товщиноміра та безпілотного літального апарату ми бачимо дуже велику різницю, яка дуже впливає на загальну оцінку споруди. А саме ця оцінка і є основною в питанні безпеки для людей, які знаходяться в будівлі постійно, або перебувають там тимчасово.

В нашому випадку технічний стан будівлі визначено як аварійний, категорія технічного стану «4», через стан ферм, які під дією агресивного середовища піддалися значній корозії та втраті свої основних механічних функцій, та стан вузлів опирання ферм на колони. Усі ці висновки можливо було зробити лише з використанням сучасних інструментів та приладів.

Підсумувавши всі вище описані матеріали можна зробити висновок: Стрімкий ріст технологій не тільки робить роботу в будь-якій сфері спрощенною, а і більш точною. Тож, треба слідкувати за її розвитком та прямувати у цьому напрямку.

Дякую за увагу!

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держкомітет будівництва, архітектури та Держнаглядохоронпраці України. –К.; 1997. –145 с.
2. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Госстрой СССР, 1989. –80 с.
3. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. –М.: Стройиздат, 1990. –96 с.
4. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. –М.: Стройиздат, 1983. –40 с.
5. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. –М.: Стройиздат, 1983. –31 с.
6. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / УкрНИИпроектстальконструкция. –М.: Стройиздат, 1989. –159 с.
7. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-21-81) / –М.: Стройиздат, 1989. –152 с.
8. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. –М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. –48 с.
9. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу / П.Ф. Вахненко, В.П. Вахненко, Є.В. Клименко та ін.; За ред. П.Ф. Вахненка. –К.: Урожай, 1994. –296 с.
10. Реконструкция сельскохозяйственных зданий и сооружений: Справочник. / П.Ф. Вахненко, В.П. Вахненко, Ю.Д. Гармаш и др.; Под ред. П.Ф. Вахненко. –К.: Урожай, 1993. –280 с.
11. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навч. посібник / М.М. Губій, Є.В. Клименко. –Полтава: Полтавський держ. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка, 2000. –147 с.
12. Технічна експлуатація будівель і міських територій: Підручник / А.Я. Барашиков, В.О. Гоилко, О.М. Малишев. –К.: Вища шк., 2000. –112 с.

13. Реконструкция зданий и сооружений / А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. –М.: Высш. шк., 1991. –352 с.
14. Техническая эксплуатация жилых зданий: Учеб. для строит. вузов / С.Н. Нотенко, А.Г. Ройтман, Е.Я. Сокова и др.; Под ред. А.М. Стражникова. –М.: Высш. шк., 2000. –429 с.
15. ДБН 362-92. Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений. / Госкомитет Украины по делам архитектуры, строительства и охраны исторической среды. –К., 1993. –46 с.
16. Рекомендації з обстеження і оцінки технічного стану житлових будинків перших масових серій. / Держбуд України. –К., 2000. –28с.
17. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих і городжувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. / Держбуд України. –К., 2003. –82 с.
18. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий / ЦНИИСК им. Кучеренко. –М., 1988. –57 с.
19. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК. –М.: Стройиздат, 1989. –104 с.
20. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьков, ПромстройНИИпроект. –М.: Чстройиздат, 1990. –176 с.
21. Метрологія, стандартизація, контроль якості та випробування в будівництві / П.Ф. Вахненко, О.В. Горик, О.О. Довженко, Є.В. Клименко, С.М. Микитенко, А.М. Павліков; За ред. П.Ф. Вахненка. –Полтава: ПДТУ ім. Юрія Кондратюка, 2000. –224 с.

- 22.Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений / ЦНИИСК им. Кучеренко. –М., 1984. –36 с.
- 23.Рекомендации по эксплуатации и ремонту кровли из рулонных материалов / ЦНИИпромзданий. –2-е изд. –М.: Стройиздат, 1986. –40 с.
- 24.Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. –Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1992. –456с.
- 25.Обследование и испытание сооружений: Учебн. для вузов / О.В. Лужин, А.Б. Злачевский и др.; под ред. О.В.Лужина. –М.: Стройиздат, 1987. –263 с.
- 26.Альбрехт Р. Дефекты и повреждения строительных конструкций: Пер. с нем. –М.: Стройиздат, 1979. –208 с.
- 27.Бойко М.Д. Техническое обслуживание, ремонт зданий и сооружений: Учебн. пособие для вузов. –М.: Стройиздат, 1986. –256 с.
- 28.Правила оценки физического износа жилых зданий (ВСН 53-86 (р)) / Госгражданстрой. –М.: Прейскурантиздат, 1988. –72 с.
- 29.Нечаев Н.В. Капитальный ремонт жилых зданий. –М.: Стройиздат, 1990. –207 с.
- 30.Физдель И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. –М.: Стройиздат, 1987. –175 с.
- 31.Лысова А.И., Шарлыгина К.А. Реконструкция зданий. –Л.: Стройиздат, 1979. –319 с.