

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра інженерної геодезії

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

освітньо-кваліфікаційного рівня магістра

на тему:

«Геодезичний моніторинг за зміщенням і деформаціями висотних будівель»

Виконав: студент II курсу, групи

ГДМ-22

За напрямком підготовки

19 «Архітектура і будівництво»

193 «Геодезія та землеустрій»

Сухойван С.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., Ісаєв О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Київ – 2023 року

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІГ

Дем'яненко Р.А.

“ ___ ” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Геодезичний моніторинг за зміщенням і деформаціями висотних будівель

Виконав студент групи ГДм-22

Спеціальність: **193 «Геодезія та землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Сухойван Сергій Григорович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Ісаєв О.П.

(прізвище та ініціали)

доцент, кандидат технічних наук

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**
Кафедра: **Інженерної геодезії**
Освітній рівень: **магістр за освітньо-професійною програмою**
Галузь знань: **19 – Архітектура та будівництво**
Спеціальність: **193 – Геодезія та землеустрій**
Спеціалізація: **«Геодезія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету ГІСУТ
Нестеренко О.В.
„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Сухойван Сергій Григорович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи

Геодезичний моніторинг за зміщенням і деформаціями висотних будівель

затверджена наказом ректора КНУБА № 2529/2 від «24» жовтня 2023 року

2. Керівник роботи

Ісаєв Олександр Павлович доцент, кандидат технічних наук

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до
захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1: Характеристика об'єкту моніторингу та району робіт

Розділ 2: Проект планових та висотних мереж

Розділ 3: Спостереження за зміщеннями та деформаціями висотної будівлі

Розділ 4: Прогнозування можливих зміщень та деформацій

Розділ 5: Охорона праці при виконанні геодезичного моніторингу

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. Схеми інженерної споруди.

Розділ 2. Схеми запроєктованих інженерно-геодезичних мереж. Розрахунки точності. Класифікація та метрологічні характеристики геодезичних приладів, які рекомендуються.

Розділ 3. Схеми виконання геодезичного моніторингу за вертикальними та горизонтальними зміщеннями та деформаціями.

Розділ 4. Схеми, графіки моделювання деформацій.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика об'єкту моніторингу та району робіт	01.11.2023
Розділ 2. Проект планової та висотної мережі	10.11.2023
Розділ 3 Спостереження за зміщеннями та деформаціями висотної будівлі	17.11.2023
Розділ 4. Прогнозування можливих зміщень та деформацій	24.11.2023
Розділ 5 Охорона праці при виконанні геодезичного моніторингу	08.12.2023
Остаточне оформлення роботи	10.12.2023
Перевірка роботи на плагіат	11.12.2023
Попередній захист роботи на кафедрі	14.12.2023
Направлення роботи на рецензування	18.12.2023

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

8. Дата видачі завдання «07» жовтня 2023р

Зав. кафедри

(підпис)

Дем'яненко
Р.А
(прізвище та ініціали)

Керівник

Підпис
керівника
підтверджую
(підпис)

Ісаєв О.П.
(прізвище та ініціали)

Студент

Підпис
студента
підтверджую
(підпис)

Сухойван С.Г.
(прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary)		Сухойвана Сергія Григоровича	
до атестаційної випускної роботи студента:			
Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Геодезичний моніторинг за зміщенням і деформаціями висотних будівель		
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Геоінформаційних систем та управління територіями		
Кафедра	Інженерної геодезії		
Спеціальність	193 Геодезія та землеустрій		
Спеціалізація	Геодезія		
Керівник	Доц. к.т.н. Ісаєв О.П.		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	66	5	0
Розділ 1	Розгляд архітектурно-будівельні характеристик комплексу будівель, геологію району робіт та нормативну документацію щодо даної тематики.		
Розділ 2	Розробка проєкту планової та висотної мережі комплексу будівель.		
Розділ 3	Розгляд методів спостереження за зміщеннями та деформаціями висотної будівлі.		
Розділ 4	Прогнозування можливих зміщень та деформацій будівель комплексу.		
Розділ 5	Охорона праці		
Висновки по роботі:	<p>Результатом даної роботи є проєкт геодезичного моніторингу комплексу висотних будівель.</p> <p>Продемонстровано сучасні методи та технології створення планової та висотної мережі з відповідною точністю. Дану точність забезпечує використання сучасних приладів.</p> <p>В проєкті показано сучасні методи та технології виконання моніторингу та обрахунку отриманих даних за допомогою відповідних приладів та програм.</p> <p>Виконано прогнозування можливих вертикальних та горизонтальних зміщень та деформацій будівель.</p>		
Ключові слова: Моніторинг, деформації, зміщення, висотних будівель			
Keywords: Monitoring, deformation, displacement, high-rise buildings			

Укладач: _____ /Сухойван С.Г./

Керівник: _____ /Ісаєв О.П./

“18” грудня 2023р

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 Характеристика об'єкту моніторингу	9
1.1 Архітектурно-будівельні характеристики висотних будівель	9
1.2 Геологія району робіт	13
1.3 Завдання геодезичного моніторингу	14
1.4 Огляд нормативної документації щодо даної тематики	16
РОЗДІЛ 2 Проект планової та висотної мережі	19
2.1 Опорна планова мережа.....	19
2.2 Опорна висотна мережа.....	26
2.2 Локальна висотна мережа.....	29
РОЗДІЛ 3 Методи спостереження за зміщеннями та деформаціями висотної будівлі.....	32
3.1 Методи вимірювання горизонтальних зміщень та кренів	32
3.2 Методи спостереження за осіданням будівель	38
3.3 Спостереження за деформаціями будівель.....	42
РОЗДІЛ 4 Прогнозування можливих зміщень та деформацій	49
РОЗДІЛ 5 Охорона праці при виконанні геодезичного моніторингу.....	62
ВИСНОВОК.....	64
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	65

ВСТУП

Геодезичний моніторинг виконується під час будівництва та експлуатації висотних та унікальних об'єктів, зокрема в умовах густої міської забудови, під час будівництва енергетичних і транспортних споруд, при прокладці інженерних мереж і комунікацій, а також у разі змін геологічного або гідрологічного режиму навколишнього середовища та впливу сейсмічної активності, серед іншого.

Основною метою геодезичного моніторингу є контроль за вертикальним положенням будівель і споруд, відстеження переміщень та відхилень несучих конструкцій, а також спостереження за впливом опадів і підняттям будівель відносно ґрунту, виявлення тріщин і швів на їхній поверхні. Для об'єктів, які мають баштову структуру, а також для областей зі складними геологічними умовами, проводиться моніторинг горизонтальних зсувів, кренів та зміщень.

Один із методів геодезичного моніторингу включає регулярне проведення геодезичних вимірювань деформаційних марок, які закріплені в місцях, де гарантована реакція на навіть мінімальні рухи об'єкта (наприклад, стовпи або точки перегину в головному прольоті моста тощо). Геодезичний моніторинг об'єктів та аналіз деформацій є важким завданням, яке потребує надзвичайної точності вимірювань, безперервності та автоматизації процесу спостережень, а також надійних датчиків та гнучких інструментів для обробки та аналізу даних.

Традиційні методи геодезичних спостережень включають в себе встановлення деформаційних марок навколо об'єкта та регулярне нівелювання. Актуальніші сучасні методи включають використання роботизованих тахеометрів, які розташовані в стійких позиціях та автоматично вирішують завдання наведення на деформаційні марки. Крім того, використовуються GNSS-антени, які розміщені в точках вимірювань і регулярно надсилають сигнали на сервер для моніторингу. Програмне забезпечення надає можливість обробляти дані цілодобово і створювати графіки, що відображають рух точок відносно часу.

Оскільки вимірювання здійснюються у трьох координатах, також аналізується інформація про переміщення точок. Сучасні моніторингові системи мають можливість відправляти сигнали тривоги, коли амплітуда руху досягає критичних значень.

На підставі результатів спостережень за деформаціями будівель і споруд формулюється висновок щодо їхнього стану і розробляються рекомендації щодо проведення відповідних заходів, спрямованих на запобігання наслідків критичних деформацій.

Мета роботи: Забезпечення геодезичного моніторингу висотних будівель комплексу.

Об'єкт спостережень: комплекс з 3-х 23-х поверхових будівель.

Місцерозташування об'єкту: м. Київ, Солом'янський район.

Необхідність виконання спостережень: Об'єкт будівництва розташований в кварталі, який буде реконструюватися. Навколишнє будівництво матиме негативний вплив на стійкість будівель комплексу, в сумі з нестійкими ґрунтами, які представлені лесовими та насипними ґрунтами, на яких побудований комплекс, дає всі підстави прогнозувати появу нерівномірних горизонтальних та вертикальних зміщень, а також деформації елементів будівлі. Що в майбутньому може вплинути на стійкість будівель в цілому і призвести до їх руйнування. Тому необхідно розробити проєкт моніторингу за будівлями комплексу.

В даній роботі виносяться такі основні питання:

- Моніторинг горизонтальних зміщень та крену будівель;
- Моніторинг вертикальних зміщень будівель;
- Моніторинг деформацій елементів будівель;
- Прогнозування можливих зміщень та деформацій будівель комплексу.

РОЗДІЛ 1 Характеристика об'єкту моніторингу

1.1 Архітектурно-будівельні характеристики висотних будівель

Житловий комплекс розташований в місті Києві. Комплекс складається з 3-х будівель, які мають однотипну конструктивну схему.

Конструктивні схеми будівель представляють з себе каркасно-монолітні, які виконані у вигляді залізобетонного ядра разом з монолітними залізобетонними колонами та стінами. Несучими елементами будівель є залізобетонні монолітні стіни з перерізом 300 мм і колони перерізом 100x200 мм.

Будівлі мають палево-ростверкний тип фундаменту. Палі закладаються в твердих шарах ґрунту. Підземна частина представляє з себе монолітну залізобетонну конструкцію в 2 яруси, загальною висотою 8,7 м. В підземній частині запроектовано технічні приміщення та двоярусний паркінг на 300 машино місць.

Надземна частина будівель запроектована в 23 поверхи загальною висотою 74,300 м. Висота типового поверху складає 3 м. Переkritтя між поверхами виконано з монолітного залізобетону. На кожному поверсі розміщено 10 квартир (2 3-кімнатні, 2 2-кімнатні, 6 1-кімнатні). Сходи виконані зі збірних залізобетонних маршів та сходових площадок. В будинках є по 3 ліфтові шахти для 2 пасажирського (400 кг) і 1 вантажно-пасажирського (1000 кг) ліфта. Необхідно зауважити, що ядра жорсткості (ліфтові шахти) не зміщені відносно середини будинку. Несучі стіни виконані з монолітного залізобетону, ненесучі стіни виконані з цегли. Зовнішні стіни утеплюються мінеральною ватою з теплофізичними характеристиками, що забезпечують нормативний опір теплопередачі.

Покрівля будівель плоска рулонна з внутрішнім водовідведенням, утеплювач мінераловатні плити з теплофізичними характеристиками, що

забезпечують нормативний опір теплопередачі. Будівлі обладнано системами водопостачання, опалення, електропостачання, газопостачання та каналізації.

GISUT KNUCA 2023

GISUT

КАТОЛ

2023

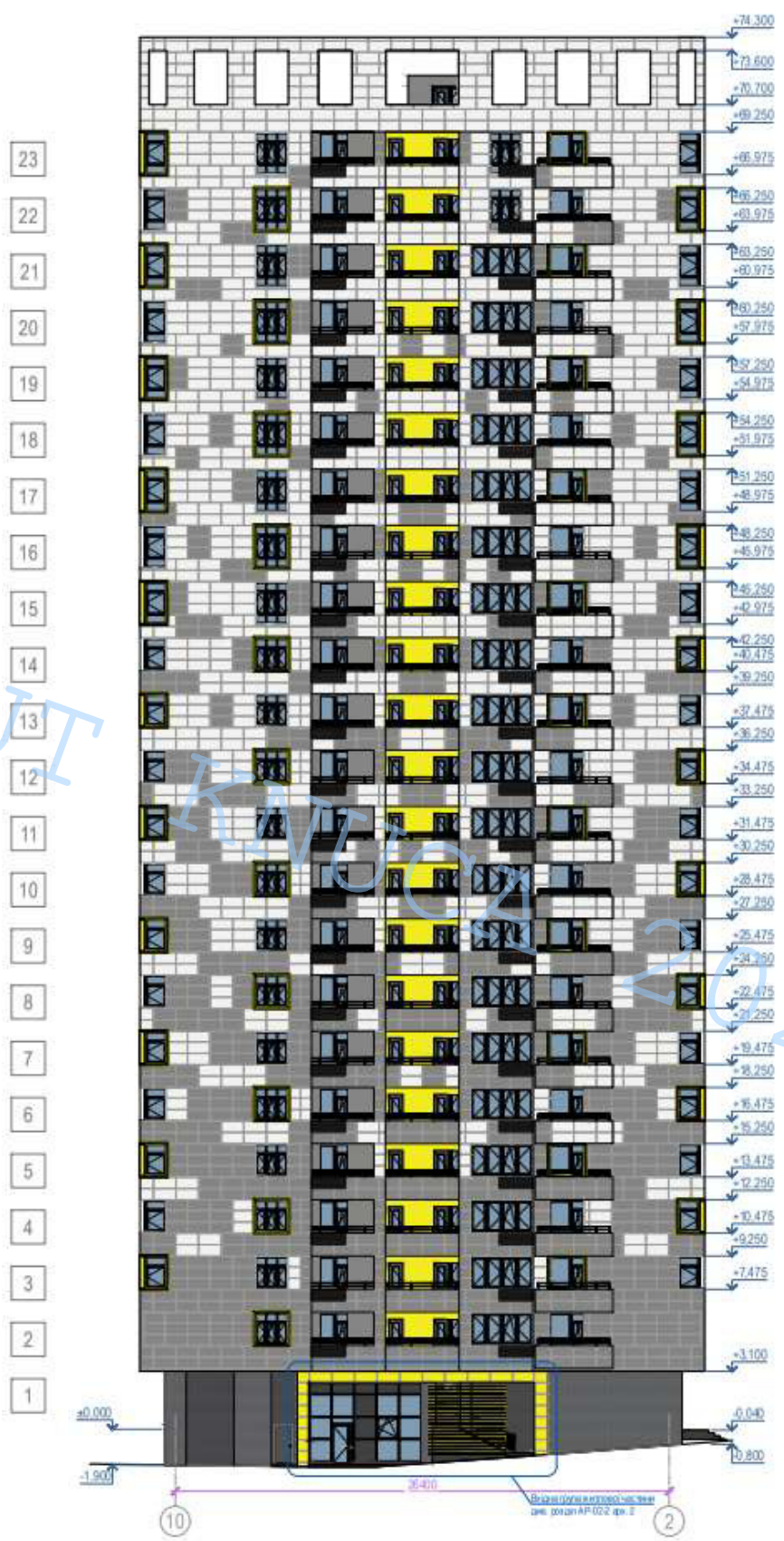


Рис. 1.1 Головний фасад типової будівлі

2-2

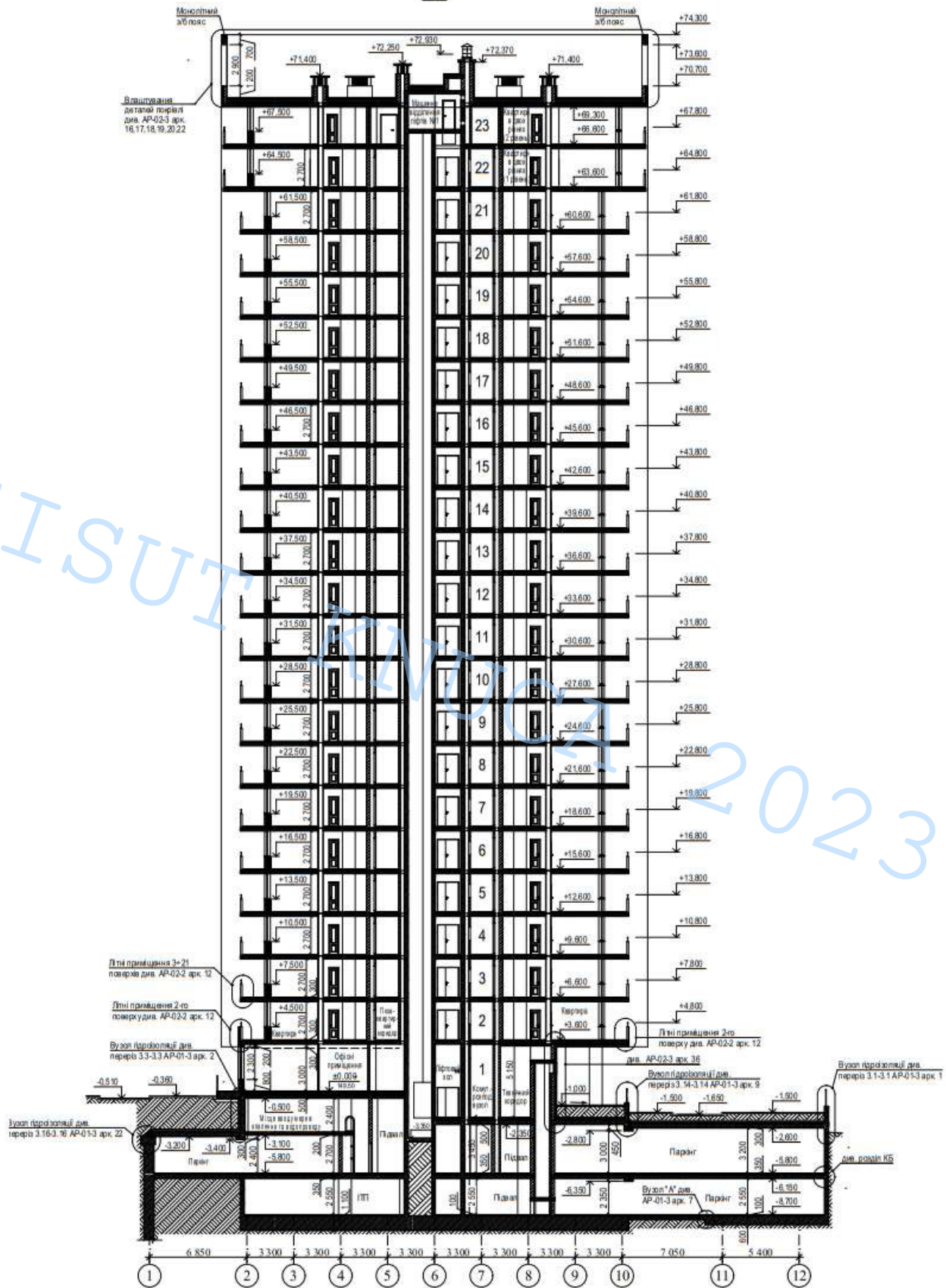


Рис.1.2 Вертикальний розріз будівлі

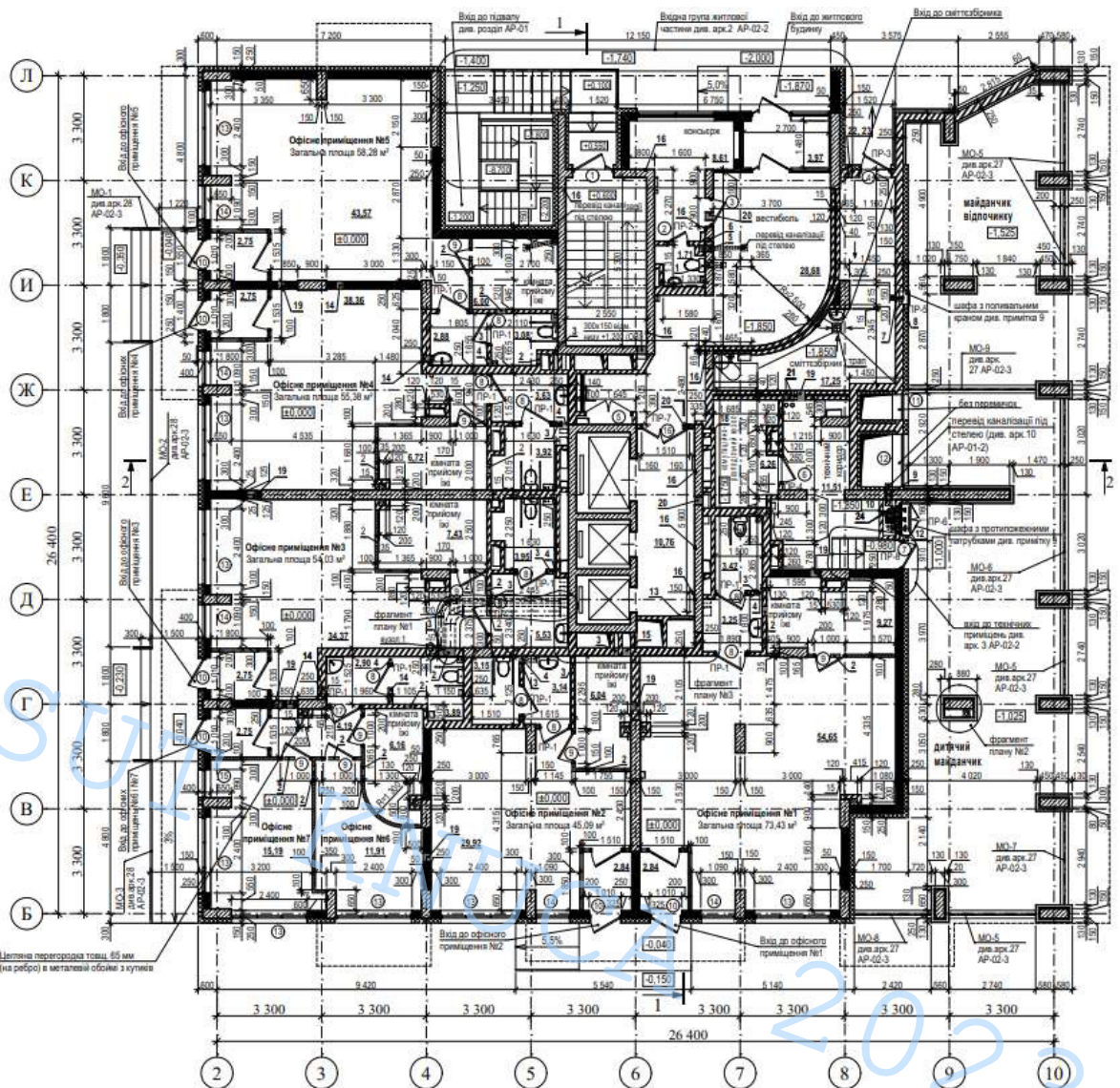


Рис.1.3 План на позначці, де будуть розташовані осадкові марки

1.2 Геологія району робіт

Геологія району робіт була ретельно вивчена. Ця місцевість розташована в межах придніпровської височини. Ґрунти представлені декількома інженерно-геологічними елементами, які були розкриті в результаті проведення геологічних вишукувань. Верхній ґрунтово-рослинний шар представлений гумусированим супіском, що містить залишки рослин та їх коріння. Другий шар – світло-жовтий лес. Нижче залягають лесові ґрунти, властивості і склад яких дещо відрізняються

від вище розташованих шарів. Під ним розташований водонасичений горизонт, представлений палевими лессами. Також в результаті вивчення геології на території комплексу будівель було виявлено насипні ґрунти. Даний тип ґрунту утворився в наслідок скидання будівельних відходів і присипанням їх верхнім ґрунтово-рослинним шаром. Такі відкладення відзначаються великою та нерівномірною стисливістю.

Промерзання ґрунту в Києві складає приблизно до 80-90 см зимою. Причиною промерзання ґрунту є низька температура і вологість. Коли вода переходить у стан льоду, вона додає в обсязі близько 10%, при цьому ґрунт починає підніматися (це залежить від ступеня промерзання і мінусової температури). А на весні підчас коли вода переходить з твердого стану в рідкий ґрунт починає просідати. Такі умови призводять до зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів.

В гідрогеологічному плані район робіт знаходиться в зоні тріщинних вод Українського кристалічного масиву. Втім, під час проведення рекогносцирувальних робіт виходів підземних вод на поверхню або водотоків не виявлено. Однак, враховуючи наявність підземних вод місце проведення робіт можна віднести до категорії підтоплюваних територій, для яких необхідно розробляти спеціальні заходи, так як лесові ґрунти при намоканні суттєво змінюють свої фізико-механічні властивості. Всі вище перераховані умови можуть привести до вертикальних та горизонтальних зміщень і деформацій.

1.3 Завдання геодезичного моніторингу

Геодезичний моніторинг – комплекс геодезичних робіт та систематичних спостережень за динамікою розвитку деформацій в період будівництва та експлуатації будівель та споруд або просторового розміщення територій [1].

Основна мета геодезичного моніторингу – своєчасне виявлення небезпечних змін та запобігання аварійних ситуацій.

Розглянемо основні завдання геодезичного моніторингу:

1. Визначення вертикальних зміщень та нахилів несучих конструкцій.

- Вимірювання осідань фундаменту, прогинів і нахилів колон, балок, плит перекриття. Це дозволяє оцінити нерівномірність деформацій та виявити критичні ділянки.

- Контроль стану паль, на яких влаштовано фундамент. Визначення осідань, кренів та пошкоджень.

- Моніторинг нахилів стін підвалу та цокольної частини.

2. Вимірювання горизонтальних зміщень конструкцій.

- Визначення відхилень від вертикалі колон, деформацій стін та перегородок.

- Контроль розкриття температурно-усадочних швів та тріщин в конструкціях.

3. Дослідження динамічних впливів.

- Вимірювання коливань будівлі під дією вітрових навантажень.

- Моніторинг сейсмічних впливів та реакції будівлі.

4. Контроль стану інженерних мереж та фундаментів обладнання.

5. Аналіз результатів моніторингу, прогнозування та розробка рекомендацій щодо усунення виявлених деформацій і пошкоджень.

Методи геодезичного моніторингу включають нівелювання, тригонометричне висотне профілювання, полігонометрію, геодезичні спостереження за допомогою ГНСС, використання тензометричних датчиків та іншої вимірювальної апаратури.

Геодезичний моніторинг є важливою складовою системи захисту від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

1.4 Огляд нормативної документації щодо даної тематики

Будь-який геодезичний моніторинг за деформаціями та зміщеннями здійснюється відповідно до установлених методів та правил та за допомогою відповідно зазначених геодезичних приладів. Такі методи, правила та прилади затверджені нормативними документами:

- ДБН В.1.3-2:2010 “Геодезичні роботи у будівництві” Розділ 8. Цей документ містить загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт, які потрібно виконувати під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення.

Потрібно дотримуватись вимог виконання геодезичних робіт, наведених в інших будівельних нормах і правилах, державних стандартах системи забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві, відомчих нормативних документах і документах органів державного нагляду, що погоджені і затверджені у встановленому порядку, а також виконувати додаткові вимоги, що передбачені проектною документацією.[2]

- ДБН В.1.2-12:2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки» Розділ 8. Ці норми, що зазначені в даному нормативному документі, встановлюють вимоги безпеки під час нового будівництва, реконструкції і технічного переоснащення об'єктів в умовах ущільненої забудови і охоплюють безпеку прилеглої забудови і території, безпеку об'єкта, що будується, безпечність виробничого процесу з виконання будівельно-монтажних робіт.[3].

- ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. Цей стандарт поширюється на будівлі та споруди IV, V категорій складності для класів відповідальності за можливими наслідками СС2, СС3 згідно з ДСТУ 8855:2019. Цей стандарт установлює загальні вимоги до проведення моніторингу технічного стану конструктивних елементів, будівель та

інженерних споруд. Стандарт визначає контрольовані параметри різних видів моніторингу технічного стану будівельних конструкцій, будівель і споруд на різних етапах їх життєвого циклу: проектування, будівництва, експлуатації, консервування, розконсервації, ліквідації.[4]

- ДСТУ Б В.2.1-30:2014. Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд. Цей стандарт поширюється на ґрунти всіх видів і встановлює методи вимірювання деформацій (вертикальних і горизонтальних переміщень, кренів) основ фундаментів будинків і споруд на стадії будівництва або експлуатації та зсувів земельних ділянок або масивів.[5]

- ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Цей стандарт установлює вимоги до визначення класів наслідків (відповідальності) об'єктів – будинків, будівель, споруд будь-якого призначення, їхніх частин, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, у тому числі тих, що належать до складу комплексу (будови) під час їх проектування та будівництва.[6]

- ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Цей стандарт встановлює вимоги до обстеження будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури для визначення та оцінки їх технічного стану з урахуванням положень "Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва", затвердженого Кабінетом Міністрів України на виконання статті 39-2 Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності"[7].

- ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Ці норми встановлюють загальні принципи забезпечення надійності і конструктивної безпеки будівель і споруд і розповсюджуються на вишукування, проектування, будівництво

та ліквідацію будівель і споруд незалежно від їхнього призначення, а також встановлюють положення щодо дотримання функціональних параметрів об'єкта під час його експлуатації [8].

- ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Ці норми встановлюють вимоги до проектування основ і фундаментів будівель та споруд цивільного та промислового призначення (далі - споруд), в тому числі з підземними поверхами, підземних і заглиблених будівель та споруд. Ці норми застосовують при проектуванні основ і фундаментів споруд для нового будівництва та реконструкції існуючих споруд [9].
- ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. Ці норми встановлюють загальні вимоги до проектування будівель і споруд різних типів, що застосовуються в будівництві в складних інженерно-геологічних умовах [10].

РОЗДІЛ 2 Проект планової та висотної мережі

2.1 Опорна планова мережа

Для проведення геодезичного моніторингу за зміщеннями та деформаціями висотних будівель проектується висотна та планова мережа.

Опорна планова мережа проектується у вигляді лінійно-кутової мережі (рис 2.1) для того щоб мати можливість виконувати спостереження за горизонтальними зміщеннями та деформаціями об'єкта.

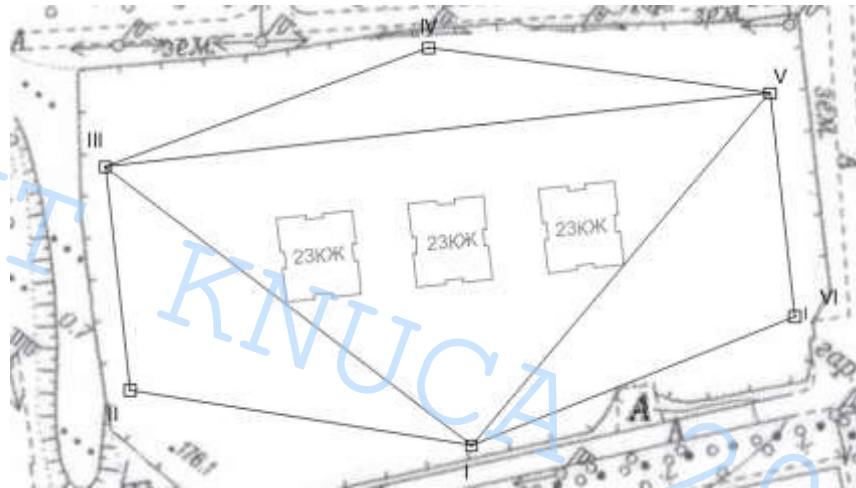


Рис.2.1 Опорна планова мережа

Під час створення проекту планової опорної мережі виконано попередній розрахунок точності побудови лінійно-кутової мережі. За вихідну сторону прийнято сторона III-V. Для спрощення виконання розрахунку координати вихідних та запроектованих пунктів взяті в умовній системі координат. Значення точності лінійних та кутових вимірювань в розрахунку задано відповідно до ДБН В.1.3-2:2010, лінійні вимірювання – 2 мм, а кутові вимірювання – 3''. Попередній розрахунок точності побудови планової мережі зроблений в програмі «Топоград», результати розрахунку продемонстровані в таблиці 1.

Таблиця 1

Попередній розрахунок точності лінійно-кутової мережі

Назва пункту	Координати		Дирек.	На пункти	Довжина Сторін (м)	Середньо квадратичні похибки (СКП)					Відносна похибка сторін
	X (м)	Y (м)	Кут (° ' ")			X (м)	Y (м)	МХУ (м)	Сторін (м)	Дир. Кутів (сек)	
1	901.388	1130.745	278 54 3.8	2	123.43	0.0011	0.0013	0.0017	0.0014	2.4068	1:90894
			307 1 29.3	3	163.76				0.0012	1.5417	1:132672
			40 20 25.1	5	163.76				0.0012	1.5417	1:132672
			68 27 50.6	6	123.43				0.0014	2.4068	1:90894
2	920.486	1008.803	98 54 3.8	1	123.43	0.0015	0.0011	0.0019	0.0014	2.4068	1:90894
			353 40 57.1	3	80.00				0.0016	2.6711	1:50995
3	1000.000	1000.00	127 1 29.3	1	163.76				0.0012	1.5417	1:132672
			173 40 57.1	2	80.00				0.0016	2.6711	1:50995
			69.48 58.4	4	122.68				0.0015	1.7253	1:82934
			83 40 57.2	5	238.20						
4	1042.00	1115.142	249 48 59.4	3	122.68	0.0010	0.0015	0.0018	0.0015	1.7253	1:82934
			97 32 56.0	5	122.68				0.0015	1.7253	1:82933

Продовження таблиці 1

5	1026.221	1236.754	220 20 25.1	1	163.76				0.0012	1.5417	1:132672
			263 40 57.2	3	238.20						
			277 32 56.0	4	122.68				0.0015	1.7253	1:82933
			173 40 57.1	6	80.00				0.0016	2.6711	1:50995
6	946.697	1245.556	248 27 50.6	1	123.43	0.0016	0.0010	0.0019	0.0014	2.4068	1:90894
			353 40 57.1	5	80.00				0.0016	2.6711	1:50995

ГІС УІТ
КНУСА 2023

По результатам попереднього розрахунку точності слабкими сторонами мережі є сторони II-III та V-VI, оскільки відносна похибка вимірювання цих сторін є найбільшою і дорівнює 1:50995 та СКП визначення координат пунктів – 1,9 мм. Для перевірки умови відповідності мережі по точності визначення координат, виконано порівняння отриманих значень СКП визначення координат із значенням СКП вимірювання зміщень. Значення СКП вимірювання зміщень прийнято відповідно до 3-го класу точності вимірювань зазначеному в таблиці 2 [11].

Таблиця 2

Допустимі похибки вимірювання деформаційних зміщень споруд

Клас точності вимірювань	Допустимі середні квадратичні похибки вимірювання зміщень, мм	
	вертикальних, m_s	горизонтальних, m_l
I	1	1
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

I клас – для унікальних й таких, що понад 50 років перебувають в експлуатації, зведені на скельних та напівскельних ґрунтах;

II клас – для зведених на піщаних, глинистих та інших ущільнюваних ґрунтах;

III клас – для зведених на насипних, просадкових, заторфованих та інших дуже ущільнюваних ґрунтах;

IV клас – для земляних споруд.

Оскільки 1,9 мм < 10 мм, тому запроектована планова мережа забезпечує потрібну точність визначення координат.

Побудова опорної планової мережі починається з винесення пунктів III та V за допомогою GPS-приймача Leica Viva GS16 (рис. 2.2) в RTK-режимі. В прилад вводяться координати пунктів мережі в місцевій системі координат MSK80.



Рис. 2.2 Leica Viva GS16

Таблиця 3

Основні характеристики

Точність 2D (статика)	3 мм + 0.5 ppm
Точність 3D (статика)	5 мм + 0.5 ppm
Точність 2D (RTK)	8 мм + 0.5 ppm (мережеве)
Точність 3D (RTK)	15 мм + 0.5 ppm (мережеве)
Час ініціалізації	4 с

Після цього пункт III закріплюється постійним знаком. Закріпивши пункт III виконується редукування положення пункту V, за допомогою тахеометра Leica FlexLine TS10 I 1" R1000 (рис. 2.3), до проектного положення і остаточне закріплення постійним знаком.



Рис.2.3 Тахеометр Leica FlexLine TS10 I 1" R1000

Таблиця 4

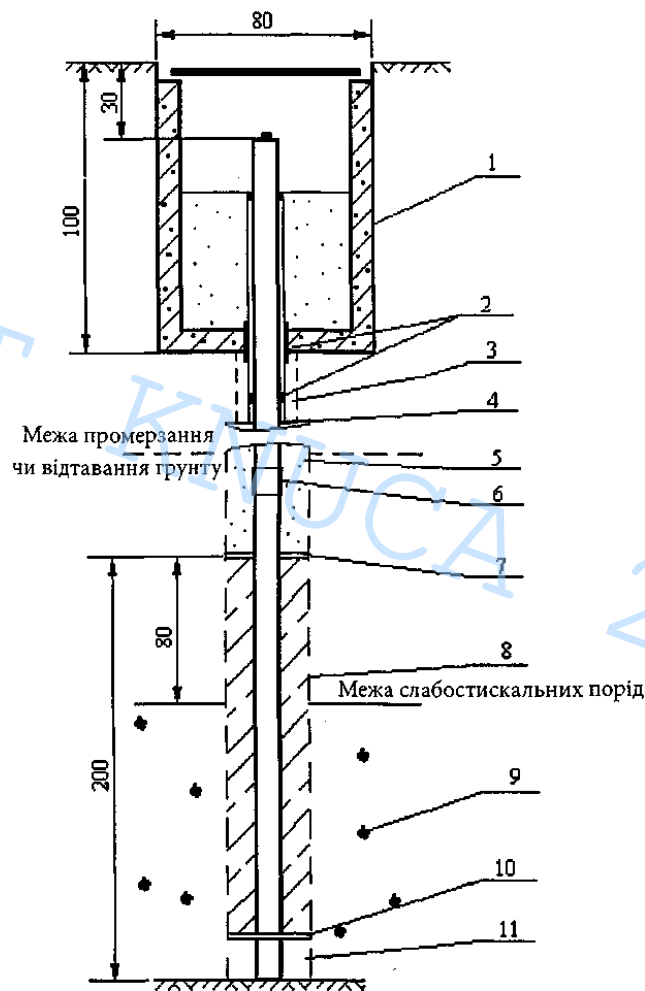
Основні характеристики

Збільшення (кратність)	30x
Точність кутова	1"
Дальність вимірювання без відбивача	1000м
Дальність вимірювання з відбивачем	3500м (10000м у режимі великих відстаней)
Точність вимірювання відстаней без відбивача	2мм+2мм/км
Точність вимірювання відстаней на відбивач	1мм+1.5мм/км

Після закріплення вихідної сторони III-V виконується розмічування запроєктованих пунктів мережі за допомогою тахеометра методом полярних

координат і закріплення відповідними знаками. Після закріплення пунктів виконуються лінійно-кутові виміри на кожному попередньо винесеному пункту мережі і зрівнювання положення пунктів по отриманим значенням.

Оскільки на даній території лесові та насипні ґрунти потрібно використовувати відповідні типи знаків для закріплення постійних пунктів мережі. Знаки закріплюються у твердих ґрунтах або наскальних породах.



1 – залізобетонний чи металевий колодязь із кришкою; 2 – сальники; 3 – захисна труба діаметром 150 мм – 200 мм; 4 – труба діаметром 80 мм – 150 мм; 5 – ґрунт (пісок, лес); 6 – муфта; 7 – обмежувальне кільце; 8 – свердловина діаметром 250 мм; 9 – бетон; 10 – металевий диск; 11 – цементний розчин

Рис.2.4 Знак для закріплення пунктів планової мережі

2.2 Опорна висотна мережа

Опорна висотна мережа проектується для спостереження за вертикальними зміщеннями та деформаціями будівель комплексу. Мережа проектується у вигляді нівелірного ходу з вузловими реперами Rp 1 та Rp 2, яка спираються на глибинні реperi I-1 та II-1 (рис.2.5).

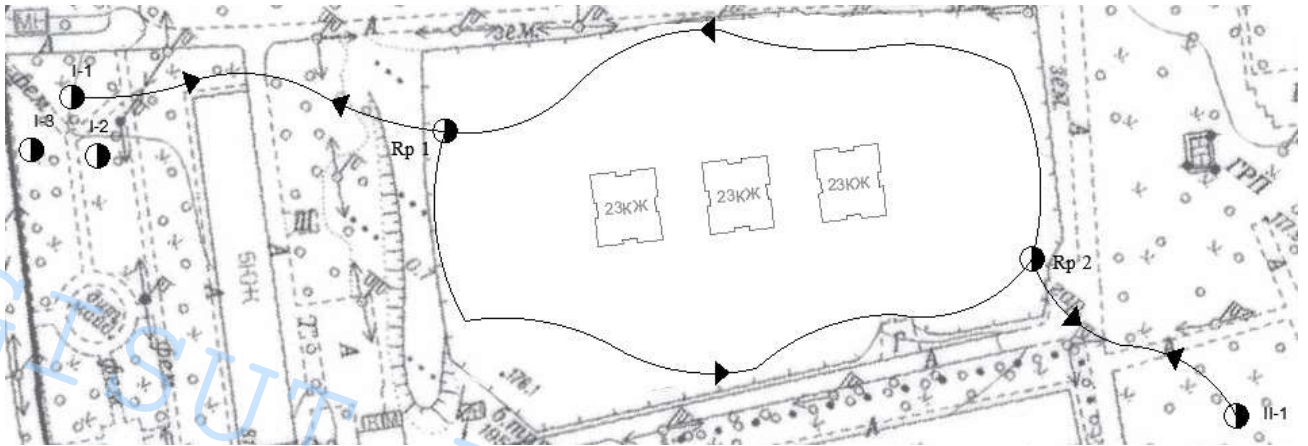


Рис. 2.5 Опорна висотна мережа

На стадії передпроектної підготовки було задано точність побудови висотної мережі, не менше 2 мм на 1 км подвійного ходу. Згідно з [12], задана точність відповідає точності нівелювання II класу (таб. 5).

Таблиця 5

Клас нівелювання	Середня квадратична похибка		Допустима нев'язка в полігонах і по лініях, мм
	Випадкова мм/км	Систематична мм/км	
I	0,8	0,08	$3\text{мм}\sqrt{L}$
II	2,0	0,20	$5\text{мм}\sqrt{L}$

Технологія виконання нівелювання – це технологія нівелювання коротким лучем з точністю нівелювання II класу.

Побудова мережі починається з закріплення куща глибинних реперів I та глибинного репера II-1 на відстані від будинків та автомобільних доріг, яка запобігає впливу зсувів та вібрацій. Після закріплення реперів в твердих шарах ґрунту проводиться визначення відмітки репера I-1 та II-1 за допомогою GPS-приймача Leica Viva GS16 в режимі «Статика» і приймаються за вихідні. Оскільки «База» знаходиться на відстані 2 км від GPS-приймача, точність визначення відмітки ≈ 2 мм. Відмітка визначається в балтійській системі висот. Передача відмітки на інші репери куща від реперу I-1 виконується за допомогою геометричного нівелювання.

Визначивши відмітку виконується побудова нівелірного ходу між реперами I-1 та II-1, який проходить через репери Rp 1 та Rp 2, після побудови нівелірний хід зрівнюється.

Контроль взаємного положення реперу Rp 2 відносно Rp 1 виконується в замкненому полігоні (рис.2.5). Отримані відмітки реперів Rp 1 та Rp 2 контролюються відносно реперів I-1 та II-1 протягом всього періоду моніторингу.

Для забезпечення точності виконання нівелювання буде використовуватися високоточний оптичний нівелір LEICA LS10 (рис.2.6).



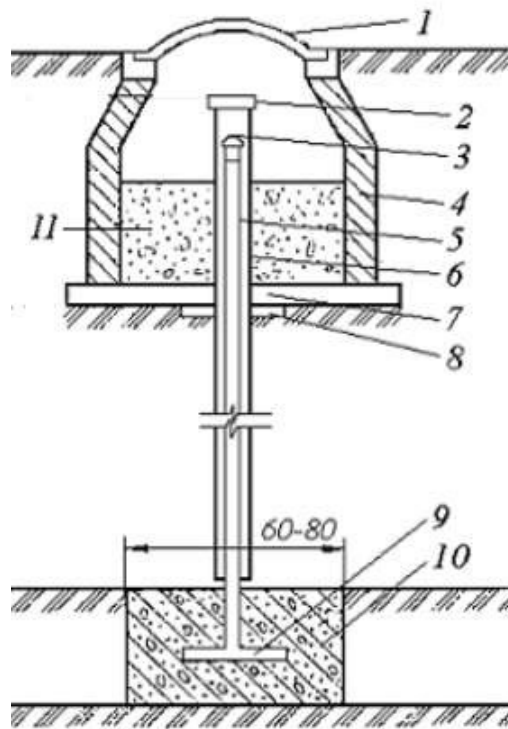
Рис.2.6 Зовнішній вигляд LEICA LS10

Таблиця 6

Основні характеристики

Зображення	Пряме
Збільшення	32х
Точність вимірювання перевищень на 1 км подвійного ходу	0,3 мм

Ґрунти в районі робіт представлені лессами та насипними тому для закріплення реперів висотної мережі будуть використовуватися відповідний тип знаків (рис.2.4, рис. 2.7).

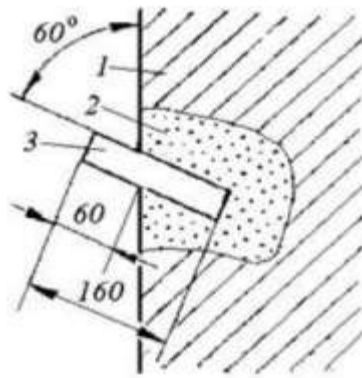


1 – люк с крышкой; 2 – крышка; 3 – реперная головка (\varnothing 2–4 см); 4 – кирпичный или бетонный сборный колодец; 5 – реперная труба (\varnothing 7–8 см); 6 – защитная труба (\varnothing 12–15 см); 7 – бетонная подготовка; 8 – хомут для удержания защитной трубы; 9 – анкерный лист; 10 – бетонная подушка; 11 – шлак

Рис. 2.7 Знак закріплення реперів

2.2 Локальна висотна мережа

Після створення опорної висотної основи створюється мережа осадочних марок (рис.2.8) на будівельних конструкціях. Вони встановлюються в нижній (цокольній) частині будівель, по їх периметру, ззовні й у середині приміщень, на капітальних стінах, колонах, фундаментах, по обидва боки від температурних швів.



1- стіна;

2- цементний розчин;

3- сталевий кутик.

Рис 2.8 Деформаційна марка спрощена

Проект розміщення осадочних марок створюється після детального вивчення будівельних, конструктивних та технологічних креслень, а також з урахуванням гідрологічних умов ґрунтів під фундаментом споруди. При складанні проекту консультуються з представниками проектних і монтажних організацій [11].

Для визначення відміток осадочних марок виконується нівелювання коротким лучем з точністю нівелювання II класу (рис. 2.9).

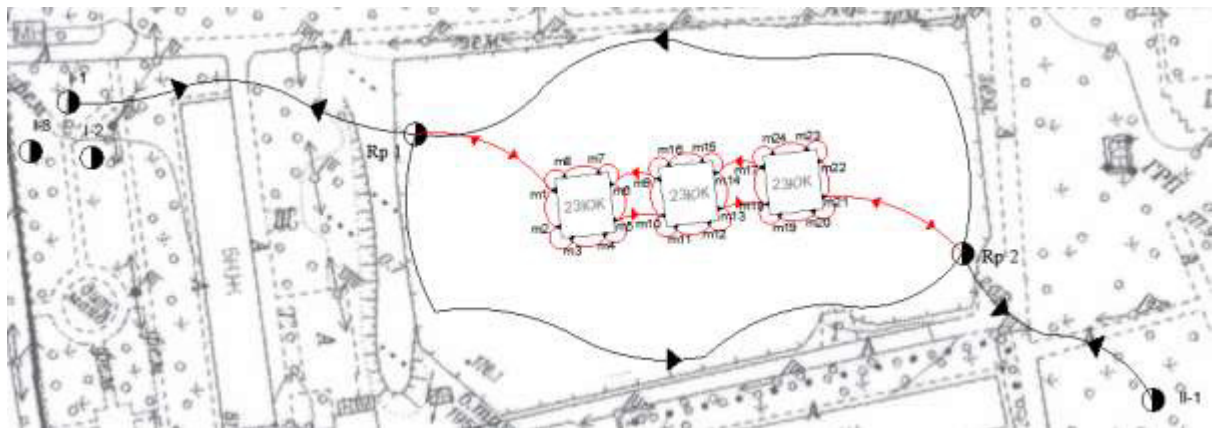


Рис. 2.9 Схема нівелювання осадочних марок

GISUT KNUCA 2023

РОЗДІЛ 3 Методи спостереження за зміщеннями та деформаціями висотної будівлі

3.1 Методи вимірювання горизонтальних зміщень та кренів

Деформації розмірів та форми будівель при їх будівництві та експлуатації виражаються у зміні координат їх точок. Ці зміни визначають за результатами різного роду геодезичних вимірювань: горизонтальних і вертикальних кутів, горизонтальних і похилих відстаней. За змінами координат δx та δy характерних точок будівель можна визначити азимут і зенітний кут та величини загального зміщення точок в просторі.

Для визначення горизонтального зміщення точок вимірюють кути і довжини в різних циклах спостережень. Визначення величини деформаційного зміщення точки по осях координат будівлі:

$$\delta x = d_2 \cos \beta_2 - d_1 \cos \beta_1; \quad \delta y = d_2 \sin \beta_2 - d_1 \sin \beta_1,$$

d_1 – відстань від пункту стояння до вимірюваної точки в першому циклі;

d_2 – відстань від пункту стояння до вимірюваної точки в другому циклі;

β_1 – кут між опорним напрямком та напрямком на точку в першому циклі;

β_2 – кут між опорним напрямком та напрямком на точку в другому циклі.

Після отримання зміщень по осях визначається загальний вектор горизонтального зміщення та його азимут:

$$\delta = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}; \quad \alpha_\delta = \arctg \frac{\delta y}{\delta x}.$$



Рис. 3.2 Рефлекторна марка та спосіб її закріплення



Рис. 3.3 Трипельпризма круглого огляду та спосіб її закріплення

Перший ряд знаків закріплюється між першим та другим поверхами. Знаки наступних рядів закріплюються в досяжних місцях через кожні три поверхи. Останні 3 ряди закладаються через два поверхи. Закріплення відповідних знаків кожного ряду відбувається по одній осі, яка проходить через їхній центр. Встановлення знаків виконується на двох фасадах комплексу будинків (північному та південному), оскільки це повністю забезпечить можливість виконувати моніторинг за креном будівель в усіх напрямках.

GISUIT

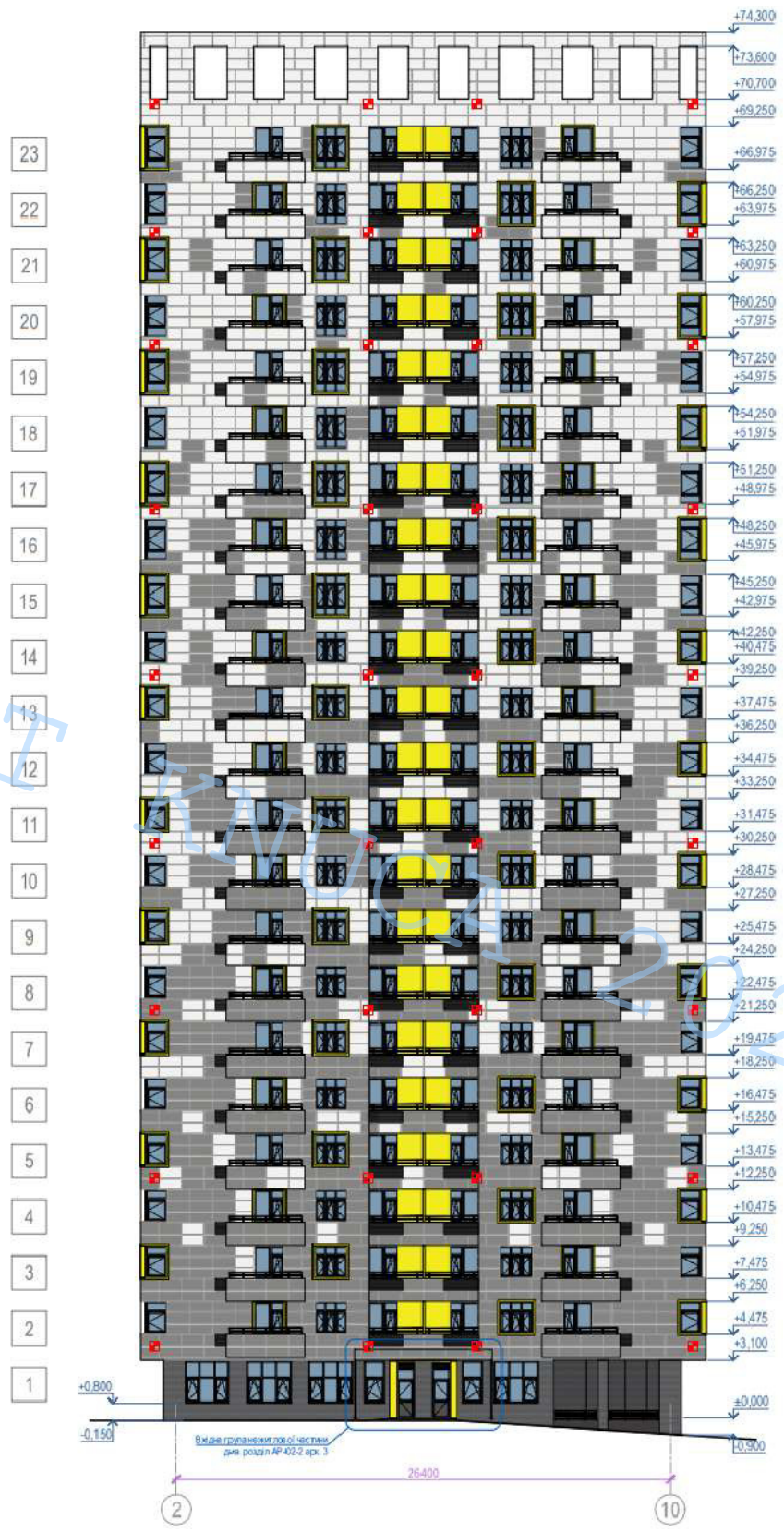


Рис.3.4 Проект закріплення марок та тріпельпризм на фасаді будівлі по осях

2-10

GISUT

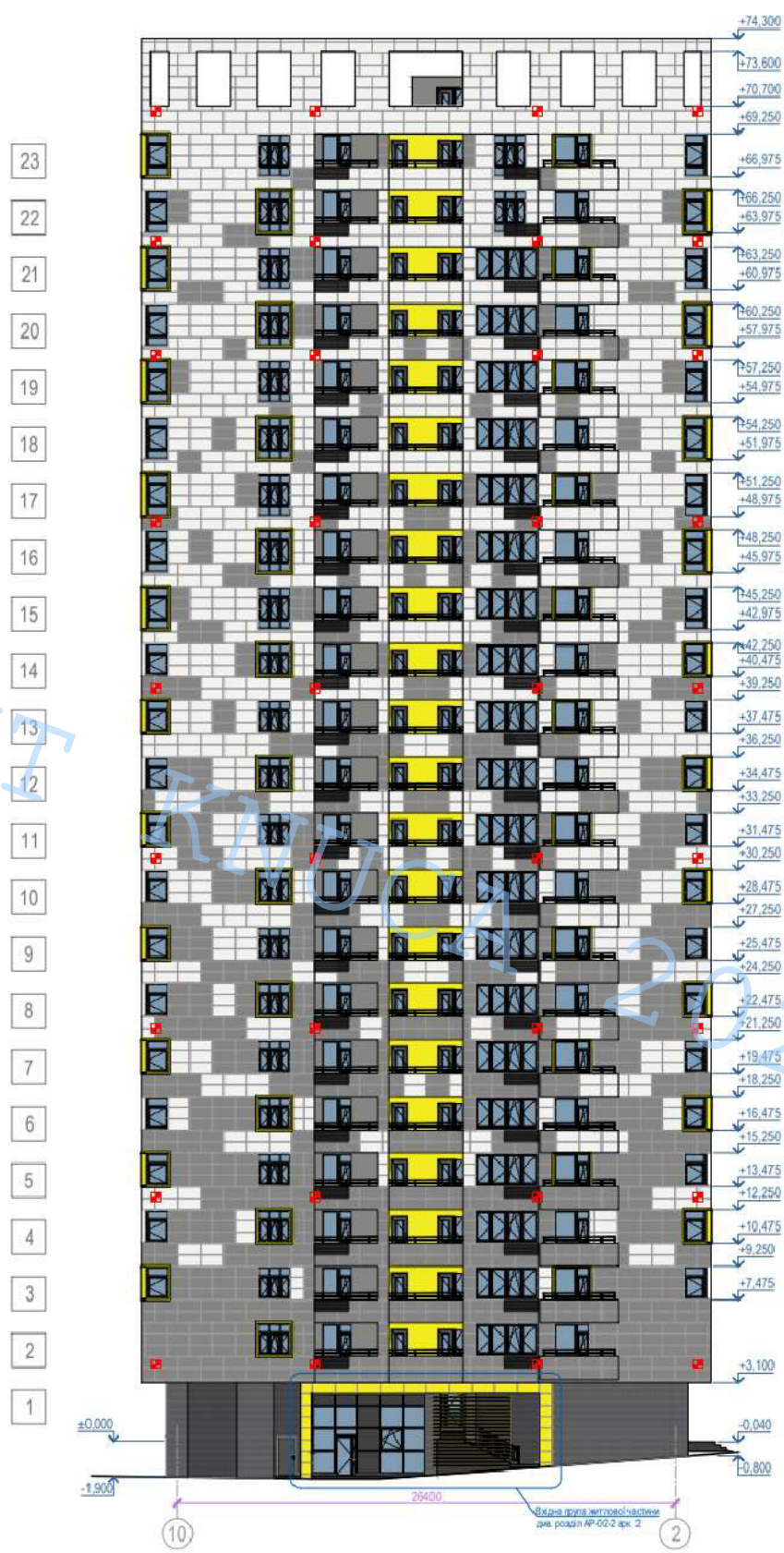


Рис.3.5 Проект закріплення марок та трипельпризм на фасаді будівлі по осях

Моніторинг за креном будівель виконується в системі координат будівельного майданчика. Вісь x лежить в здовж сторони III-V, а вісь y лежить перпендикулярно до осі x. Сторони III-V та II-VI запроєктовані паралельно головній осі будівлі.

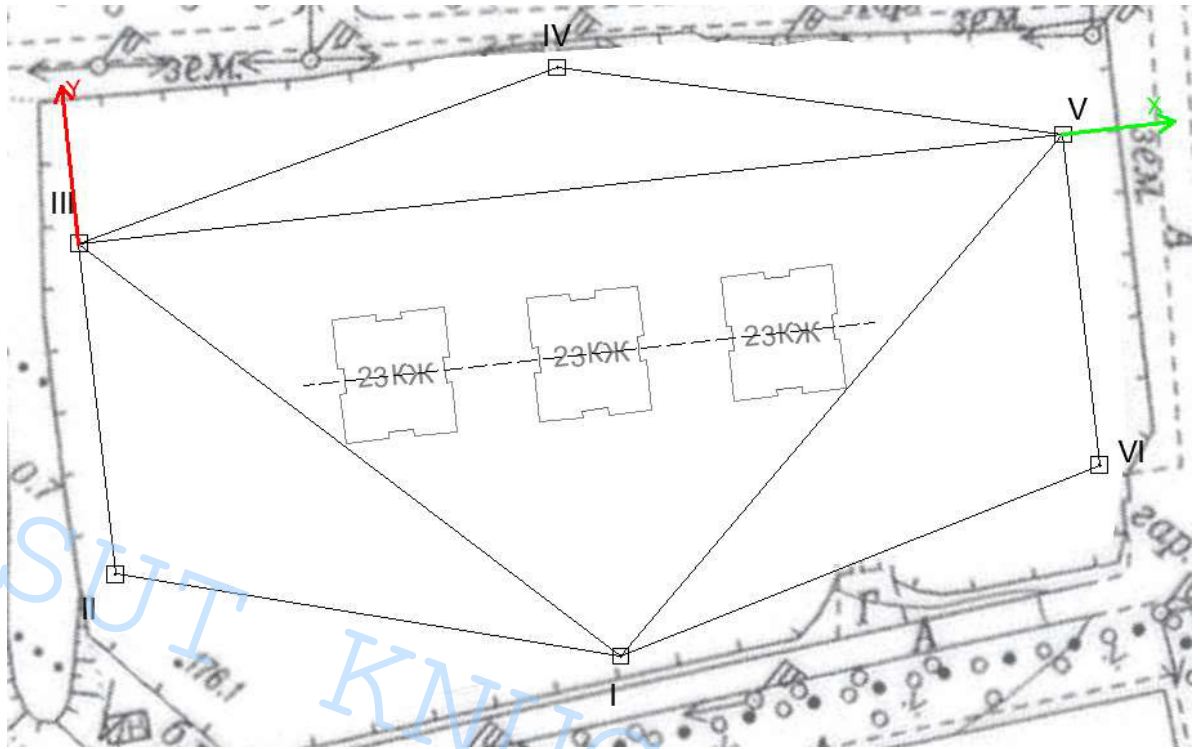


Рис. 3.6 Система координат будівельного майданчика

Вектор крену – це вектор, що визначається за різницями $\delta x = x_2 - x_1$; $\delta y = y_2 - y_1$ координат точок будівлі у одному циклі спостережень:

$$l = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}; \alpha_l = \arctg \frac{\delta y}{\delta x}$$

де l – лінійна величина зміщення (скаляр); α_l – азимут зміщення.

СКП вимірювання координат точок закріплених на будівлях методом полярних координат визначається за формулою:

$$m_p^2 = m_{ц.п.}^2 + m_{ц.м.}^2 + \left(S \frac{m_{\beta}^2}{\rho''^2} \right) + m_s^2 + m_i^2$$

Де:

$m_{ц.п.}$ – похибка центрування приладу;

$m_{ц.м.}$ – похибка центрування марки;

S – найбільша відстань від пункту мережі до марки;

m_{β} – похибка вимірювання кутів;

m_S – похибка вимірювання відстаней;

m_i – похибка відхилення осі обертання тахеометра від прямовисної лінії;

Приймаючи такі значення похибок:

$$m_{ц.п.} = 0,7 \text{ мм};$$

$$m_{ц.м.} = 1 \text{ мм};$$

$$m_{\beta} = 1'';$$

$$m_S = 2,5 \text{ мм};$$

$$m_i = S * \text{tg}(i) = 130,084 * \text{tg}(5'') = 3 \text{ мм};$$

Отримуємо:

$$m_p = \sqrt{0,7^2 + 1^2 + \left(130,084 \frac{1''^2}{206265''^2}\right) + 2,5^2 + 3^2} = 4,6 \text{ мм};$$

Отже СКП вимірювання координат найбільш віддаленої точки з пунктів планової мережі тахеометром Leica FlexLine TS10 I 1" R1000 буде дорівнювати 4,6 мм. Оскільки $4,6 \text{ мм} < 10,0 \text{ мм}$ (III клас точності (таб. 2)), тому даний тахеометр можна використовувати для даного виду роботи.

3.2 Методи спостереження за осіданням будівель

Для вимірювання осідання використовується метод нівелювання коротким лучем. Суть цього методу полягає в виконанні нівелювання лучами, довжина яких не

перевищує 60 м, з точністю II класу нівелювання. Для виконання спостереження за осіданням в будівлі комплексу закладають осадкові марки (рис. 3.8).

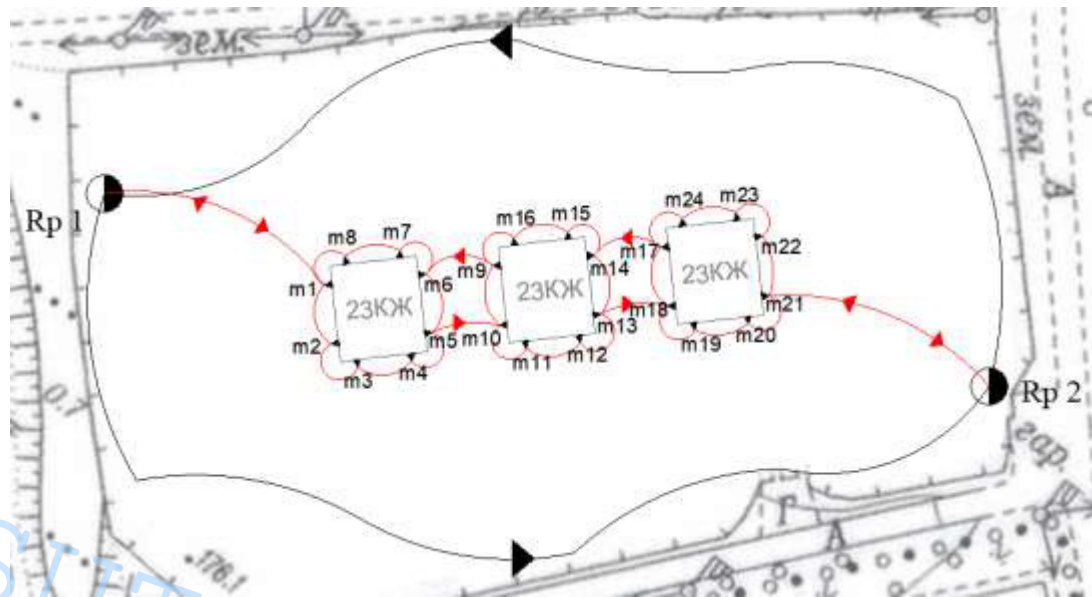


Рис. 3.8 Проект закріплення осадкових марок в будівлях комплексу

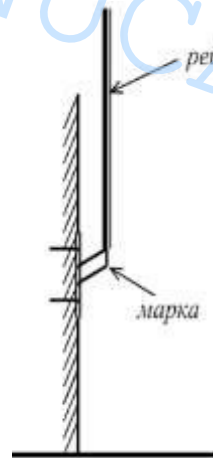


Рис. 3.9 Конструкція марки в стіні будівлі

Осадкові марки встановлюються в нижній частині будівель та споруд, по їх периметру.



Рис.3.10 Схема закріплення осадкових марок в цокольній частині будівель по осях 2-10 та 10-2



Рис.3.11 Схема закріплення осадкових марок в цокольній частині будівель по осях Л-Б та Б-Л

Нівелірний хід прокладається по осадкових марках та спирається на репери Рр.1 та Рр.2 (рис.2.9).

Нівелювання виконується тільки при цілком сприятливих умовах й при хорошій видимості штрихів рейок. Величину осідання осадкової марки отримують в результаті різниці відміток отриманих в двох циклах вимірювання на цій марці:

$$\Delta H = H_2 - H_1;$$

3.3 Спостереження за деформаціями будівель

Деформації будівель виникають внаслідок впливу різних природних і антропогенних факторів на основу споруди, її фундамент або конструктивну частину. Вони можуть утруднювати їх експлуатацію, вкорочувати довговічність і навіть призводити до руйнування. Перша видима ознака деформації будівлі – це поява тріщин у її конструкціях через вертикальні та горизонтальні зміщення окремих вузлів [11].

Оскільки деформації можуть бути дуже малими і геодезичними приладами їх неможливо виміряти. Для вимірювання деформації використовуються різні прилади, які можуть забезпечити необхідну точність. До таких приладів можна віднести різні види датчиків.

Велика кількість датчиків використовується на практиці для вимірювання деформацій та переміщень при статичних та динамічних навантаженнях. Сучасні датчики деформації невеликі за розміром і тому споживають кілька mV, що дозволяє їх використовувати в бездротовій системі моніторингу. У більшості випадків напруги обчислюються відразу ж через вимірювану деформацію. Однак повзучість датчиків деформації та клею для приєднання їх до конструкції є проблемою, яка залежить від часу експлуатації системи моніторингу. Замість датчиків деформації можуть бути використані датчики переміщення (диференціальні трансформатори для вимірювання лінійних переміщень, LVDT-датчики), які можуть бути використані для вимірювання переміщення з перерахуванням на деформацію. Однак датчики переміщення значно дорожчі за датчики деформації.

Для виконання тривалих вимірювань більше підходять пасивні датчики. Вони не вимагають електричного живлення, оскільки вони одержують енергію безпосередньо із зміни їх фізичних характеристик. Наприклад, п'єзоелектричні матеріали мають таку здатність.

Найчастіше використовуються активні датчики. До активних датчиків

відносяться датчики, яким потрібне електричне живлення для їх роботи. Наприклад, MEMS датчики є активними датчиками. Вони мають здатність посилення сигналу, перетворенням за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП), включення або вимикання і тому вимагають певного джерела живлення. Бажано, щоб АЦП був інтегрований із датчиком. Деякі MEMS мають температурну компенсацію. Більш того, більшість MEMS обладнано регулюванням події для швидкого пробудження системи, якщо вона перебуває в стані очікування. Однак у деяких випадках, таких як аналіз акустичної емісії час пробудження комерційних MEMS є значним і можна втратити важливі дані.

Резистивні датчики засновані на простому принципі дії, що призводить до конструкцій помірної вартості; сигнал, що вимірюється, може мати досить високий рівень і лінійність і не вимагати спеціальної електричної схеми обробки. Однак, такий датчик має внутрішні тертя, яке впливає на його точність, будучи джерелом шумів і причиною зносу, що спричиняє погіршення характеристик (лінійності, точності) і встановлює межу кількості вимірювань, яку датчик може витримати. Крім цього, на його функціонування помітно впливає атмосфера навколишнього середовища (вологість, пил, температура). Засобами боротьби з цими факторами, що дестабілізують, є:

- використання новітніх резистивних покриттів та компаундів заповнення на основі пластиків;
- застосування фоторезистивних покриттів;
- використання магнітозалежних резисторів для безконтактного зчитування положення;
- використання вбудованих в резистор редукторів для покращення роздільної здатності.

З перерахованого вище ясно, що датчики подібного типу не можуть відобразити швидкі, повторювані рухи і застосовуватися там, де є сильні вібрації.

Резистивні датчики поділяються на однооборотні та багатооборотні, з упором або без, дротяні та пластикові.

Різноманітність механізмів перетворення фізичних величин на базі волоконної оптики дозволяє охоплювати весь спектр параметрів, які необхідно контролювати у будівництві. Для відповідальних об'єктів чи у разі необхідності додаткового контролю кількість датчиків збільшується, система доповнюється іншими датчиками. Передача сигналів здійснюється як волоконно-оптичними каналами зв'язку, так і наявними електричними мережами (що не вимагає додаткових робіт з обладнання каналів зв'язку), а також і в бездротовому форматі. Волоконно-оптичні датчики є прикладом максимально безпечних датчиків, які гарантують забезпечення вибухобезпеки та пожежобезпеки навіть в умовах вибухонебезпечного газу або горючих речовин, оскільки в них немає електричних кіл та сигналів. Крім того, волоконно-оптичні датчики не схильні до впливу електромагнітних полів і самі їх не індують.

Принцип дії тензодатчика заснований на вимірі зміни опору тензорезисторів наклеєних на пружне тіло, яке під дією сили деформується і деформує розміщені на ньому тензорезистори. За допомогою методів та засобів тензометрії за результатами досліджень елементів конструкції виявляються причини деформацій, знаходяться конструктивні рішення, з'являється можливість вивчення впливу різних факторів на міцність конструкцій тощо.

Деформації вимірюються в ході моніторингу датчиками, встановленими в основних несучих конструкціях будівлі та в конструктивних елементах, що відповідають за конструктивну безпеку будівлі або споруди. Основними параметрами моніторингу є тиск ґрунту, зміна зусиль арматури, лінійна деформація бетону, температурна деформація, тиск води на елементи конструкції, тиск конструкції на ґрунт, напруження (деформація) конструкції, вібрація (коливання) будівлі, зміщення конструкції, зміщення конструктивних пустот і тріщин в конструкції.

Моніторинг за допомогою тензодатчиків на сьогоднішній день не дає точних результатів, так як тензодатчики поступаються волоконно-оптичним датчикам за

своєю точністю, та мають кращі властивості та можливості для реалізації їх у сучасних системах моніторингу.

Для моніторингу використовуються волоконно-оптичні датчики з бреггівськими решітками. Чутливим елементом точкового волоконно-оптичного датчика є волоконна гратка Брегга (FBG), яка може відбивати світло певної довжини хвилі і пропускати світло інших довжин хвиль. Цей ефект досягається за рахунок створення періодичних змін показника заломлення в серцевині волокна (рис. 3.14).

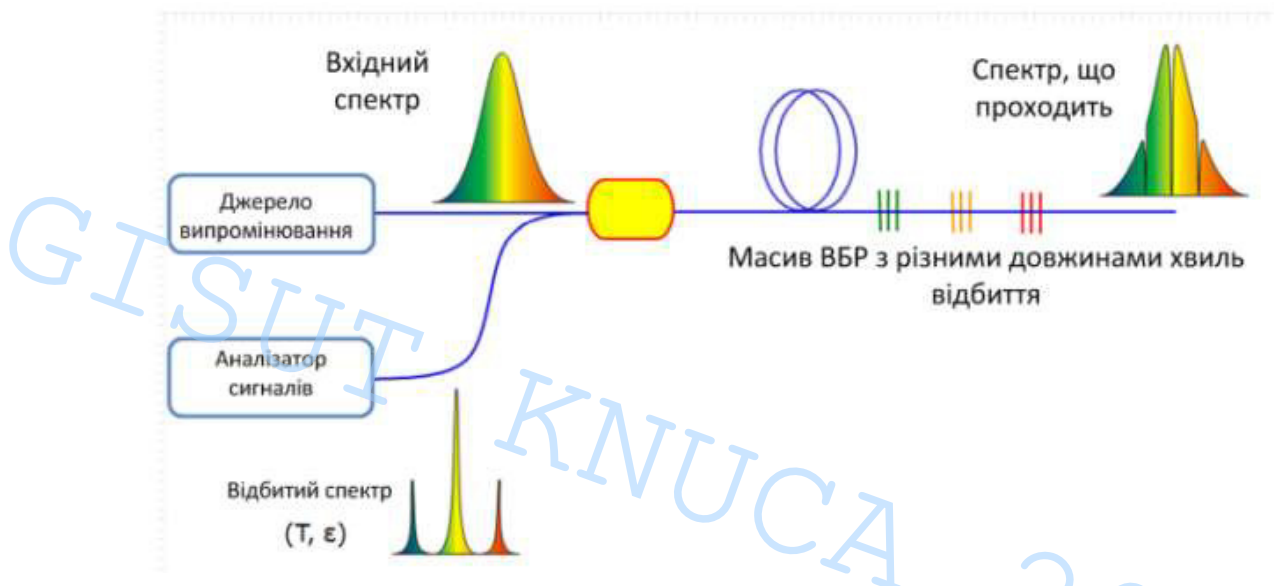


Рис.3.14 Принцип дії волоконно-оптичних датчиків з решітками Брегга

Коли лазерний промінь проходить через волокно, частина його відбивається від решітки на певній довжині хвилі. Пік цього відбитого світла реєструється приладом. В результаті впливу багатьох фізичних параметрів відстань між вузлами гратки Брегга змінюється, так само як і показник заломлення волокна. Відповідно змінюється довжина хвилі випромінювання, відбитого від решітки. Зміна довжини хвилі може бути використана для визначення точних характеристик зміни.

Довжина хвилі відбитого випромінювання залежить від температури і деформації. Кожна комірка решітки відбиває невелику частину випромінювання, що проходить через оптичне волокно. На довжинах хвиль, що вдвічі перевищують період решітки, відбиті промені не збігаються за фазою. В результаті виходить відбитий

світловий сигнал у вузькій спектральній смузі. Довжина хвилі, відбита решіткою, називається довжиною хвилі Бреґґа. Довжина хвилі Бреґґа залежить від температури і натягу волокна. Коли оптичне волокно піддається впливу (наприклад, температура, тиск), показник заломлення і відстань між комірками решітки змінюються, і хвилі з різною довжиною хвилі відбиваються. Зміна довжини відбитої хвилі визначає необхідні властивості (деформацію, тиск, температуру і т.д.) У волоконно-оптичних датчиках на VBR вимірювання перетворюється в бреґґівський зсув довжини хвилі. Система реєстрації перетворює зсув довжини хвилі в електричний сигнал. Оскільки чутливий елемент таких датчиків не містить електронних компонентів, вони повністю пасивні і можуть використовуватися там, де не можливо використовувати інші види датчиків із-за агресивних умов навколишньої середовища. На одному волокні можна встановити кілька бреґґівських решіток, які реагуватимуть на різні довжини хвиль. Це можна зробити. В цьому випадку замість точкового датчика можна отримати розподілену систему виявлення з мультиплексуванням по довжині хвилі. Використовуючи довжину хвилі світла як інформаційний параметр, датчик стає нечутливим до довготривалих дрейфів параметрів джерела і приймача, а також до випадкового ослаблення потужності світла у волокні.

Переваги волоконно-оптичних VBR-датчиків: широкий діапазон вимірювання, можливість інтеграції датчика в конструкцію об'єкта, повна пожежо- та вибухобезпечність, передача сигналу на великі відстані, інтеграція декількох датчиків в один волоконний канал, нечутливість до електромагнітних і радіочастотних впливів, відсутність необхідності в перекалібруванні (довготривала без зміни зовнішніх умов стабільність).

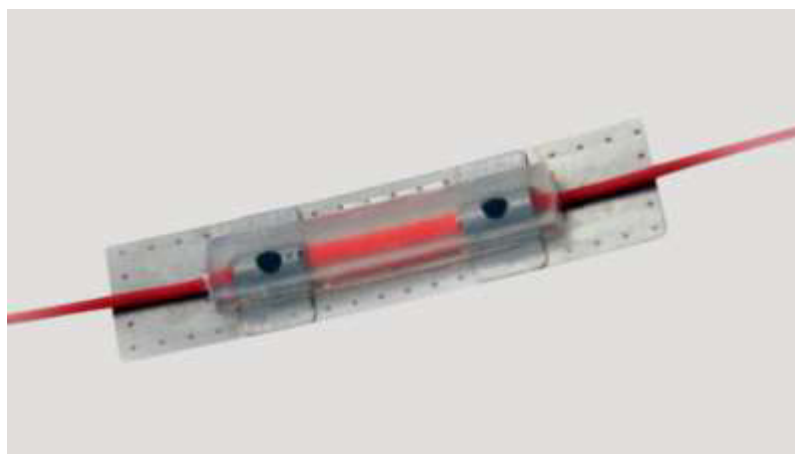


Рис.3.15 Волоконно-оптичний датчик

Волоконно-оптичні датчики закріплюються на несучих елементах будівлі для забезпечення отримання даних по деформаціях як всієї будівлі, так і окремих елементів.



Рис.3.16 Схема закріплення датчиків на несучих конструкціях будівлі

Отже використовуючи геодезичний моніторинг та технічний моніторинг ми можемо отримати дані про технічний стан будівлі як вцілому, так і по окремих її елементах.

GISUT KNUCA 2023

РОЗДІЛ 4 Прогнозування можливих зміщень та деформацій

Після проведення польових вимірювань проводиться зрівнювання результатів нівелювання за осадовими (деформаційними) марками. Зрівнювання результатів нівелювання можна виконувати в програмі Кредо Нівелір, яка розпізнає файли даних більшості цифрових нівелірів. На даний момент програма Кредо Нівелір є єдиною сертифікованою програмою, що виконує розрахунки відповідно до вимог інструкції з нівелювання I, II, III, IV класів.

Оскільки будівлі комплексу побудовані на лесових та насипних ґрунтах, тому можливі не рівномірні осідання будівель. Враховуючи данні умови спостереження потрібно вести кожного сезону для моніторингу динаміки осідання будівель. Моніторинг за осіданням будівель розпочинається ще на етапі будівництва та продовжується до усідання будівель.

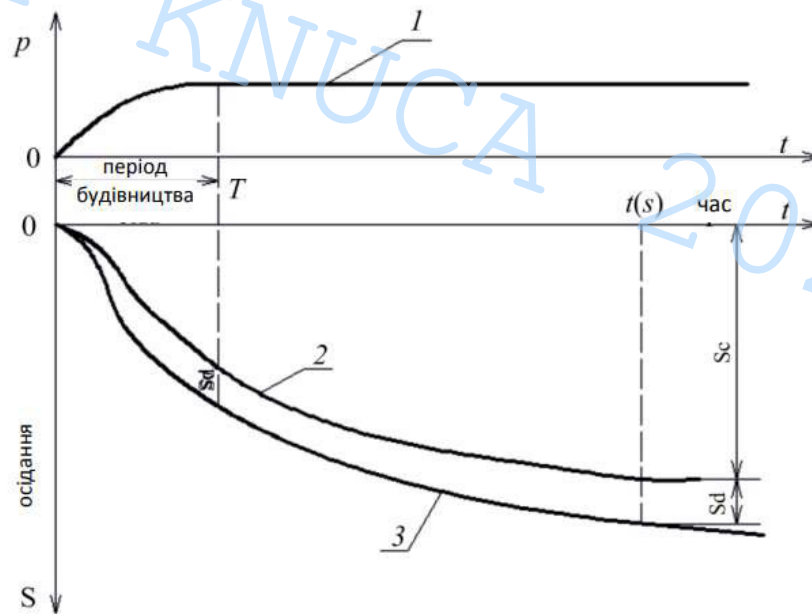


Рис.4.1 Розвиток осідань у часі

- 1- Крива навантаження
- 2- Крива поступових осідань
- 3- Крива осідань під дією моментального навантаження

Комплекс будівель знаходиться в експлуатації близько 5 років тому осідання будуть мати менш інтенсивний характер. В районі робіт вже виконувався геодезичний моніторинг схожих висотних будівель з схожими конструктивними схемами та на відповідних типах ґрунтів. Тому на основі цих даних можливе прогнозування можливих осаджень будівель комплексу.

На графіках відображено можливе осідання осадкових марок будівель комплексу в протягом року.

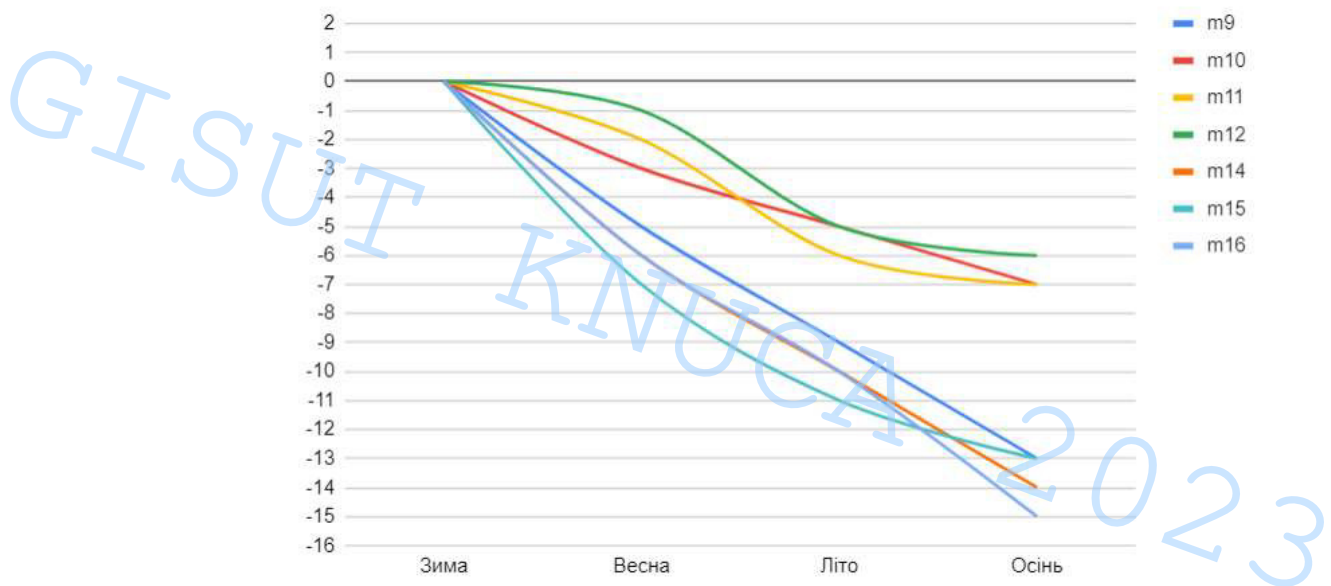


Рис.4.2 Графік можливих осідань точок m1-m8 протягом року по будівлі №1

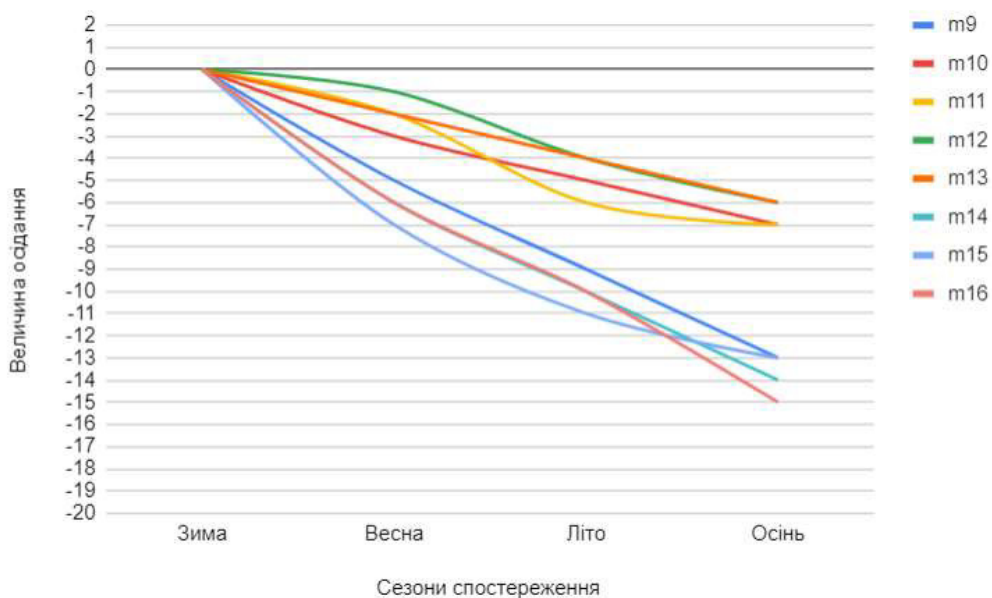


Рис.4.3 Графік можливих осідань точок m9-m16 протягом року по будівлі №2

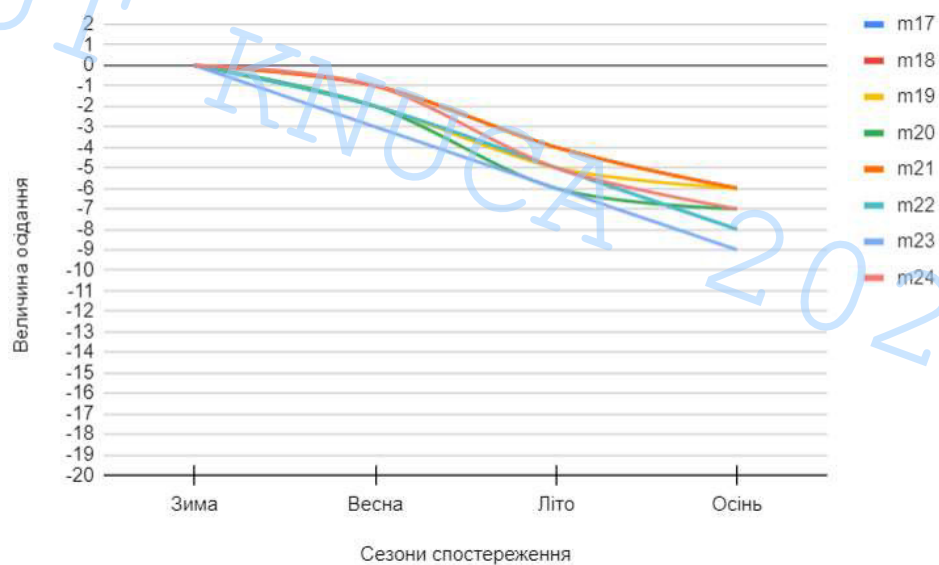


Рис.4.4 Графік можливих осідань точок m17-m24 протягом року по будівлі №3

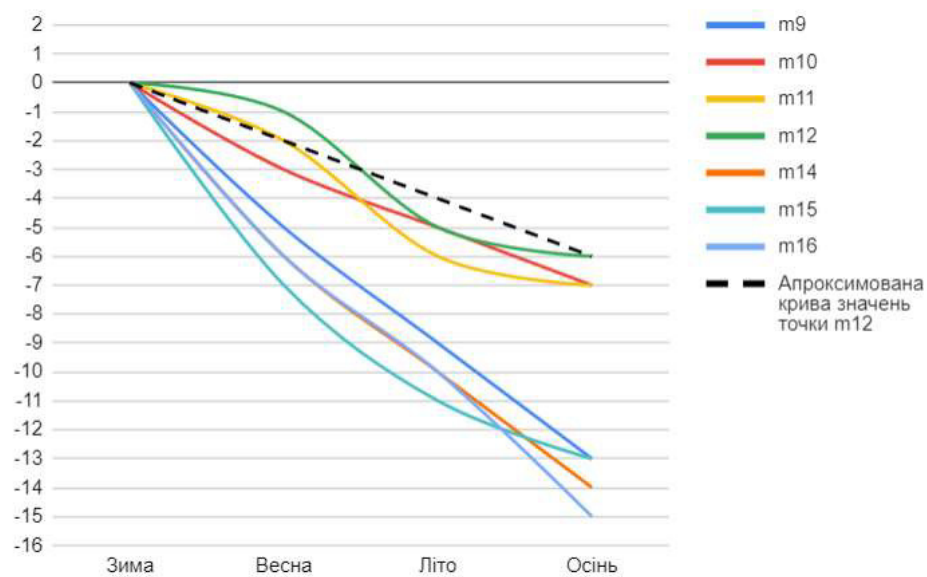


Рис.4.5 Графік апроксимованої кривої значень точки m12

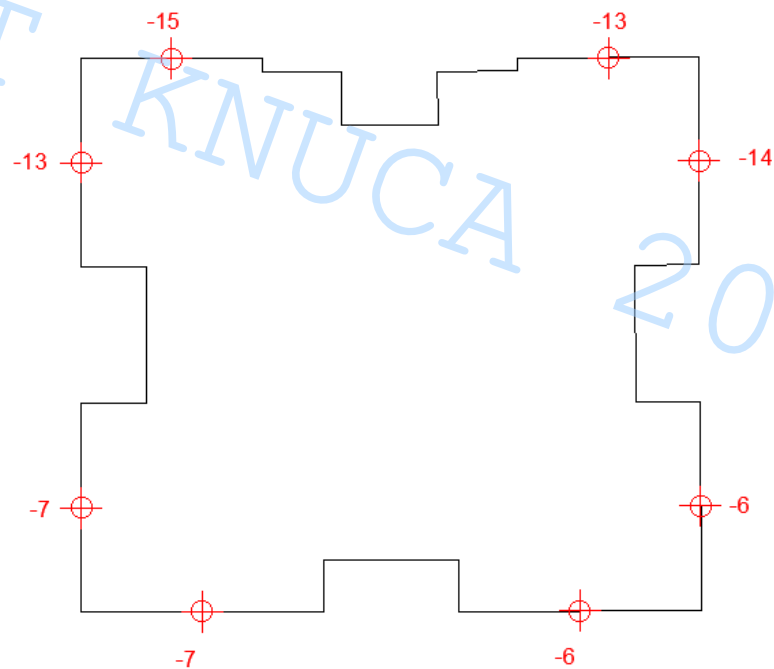


Рис.4.6 Схема закріплення осадкових марок зі значеннями осадки, мм

Оскільки середня будівля комплексу побудована на двох типах ґрунтах, на відміну від крайніх, з різними характеристиками, ми можемо спостерігати на графіку

нерівномірне осідання осадкових марок m9, m14, m15, m16. Також по графіку можливих осідань ми можемо спрогнозувати приблизний термін усадки будівель.

Проаналізувавши дані графіки по осіданню будівель за рік, ми можемо зробити наступні висновки. Осадка комплексу будівель наростає та не стабілізується.

По будівлях №1 та №3 осадка рівномірна та коливається в значеннях від 6 до 9 мм за рік. Середня швидкість осідання складає 7-8 мм/рік.

По будівлі №2 осадка нерівномірна та коливається в значеннях від 6 до 15 мм за рік. Середня швидкість осідання складає 10-11 мм/рік.

Для спільного опрацювання даних контролю стабільності вихідних пунктів і нівелювання за осадковими (деформаційними) марками, результати вимірювань можна імпортувати в програму Кредо Розрахунок деформацій. Результатом обробки будуть графіки переміщень деформаційних марок, зведені таблиці величин осадок. Якщо попередньо визначити планові координати марок, то можна створити тривимірну модель, що дає змогу в режимі анімації спостерігати результати зміщень деформаційних марок. Також, з урахуванням швидкості деформації, можна спрогнозувати розвиток деформаційних процесів.

За результатами спостережень за осіданням осадкових марок будівлі складається відомість відносних відміток та величин вертикальних переміщень осадкових марок.

Горизонтальні зміщення точок споруди визначають як різницю їхніх координат, отриманих у різних циклах вимірювань у єдиній системі координат. Є два види розв'язання задачі визначення величини зміщень: за двома координатами або за однією координатою. У першому випадку для визначення координат точок використовують лінійно-кутові побудови, у другому - створні методи. В даному випадку для спостереження за горизонтальними зміщеннями використовується метод лінійно-кутових побудов.

Відхилення споруди від проектного положення у вертикальній площині називається креном. Причиною виникнення крену є нерівномірне осідання основи споруди.

Вимірювання крена виконується способом координат. У цьому способі навколо споруди на відстані, що дорівнює півтора-двом її висотам, прокладають замкнутий полігонометричний хід і обчислюють в умовній системі координати його пунктів. З цих пунктів через певні проміжки часу прямою засічкою визначають координати точок на споруді. За різницями координат у двох циклах спостережень знаходять складові крену по осях координат, повну величину крену і його напрямок.

Камеральну обробку вимірювань слід виконувати методом найменших квадратів. Результати вносяться в таблицю порівняння. Після обробки польових даних виконується аналіз отриманих результатів.

Оскільки технологія визначення крену будівлі однакова для всіх будівель комплексу, тому на прикладі буде розглядатися центральна будівля з нерівномірним осіданням. Маючи нерівномірні осідання визначення крену проводиться не менше 3-х разів на рік.

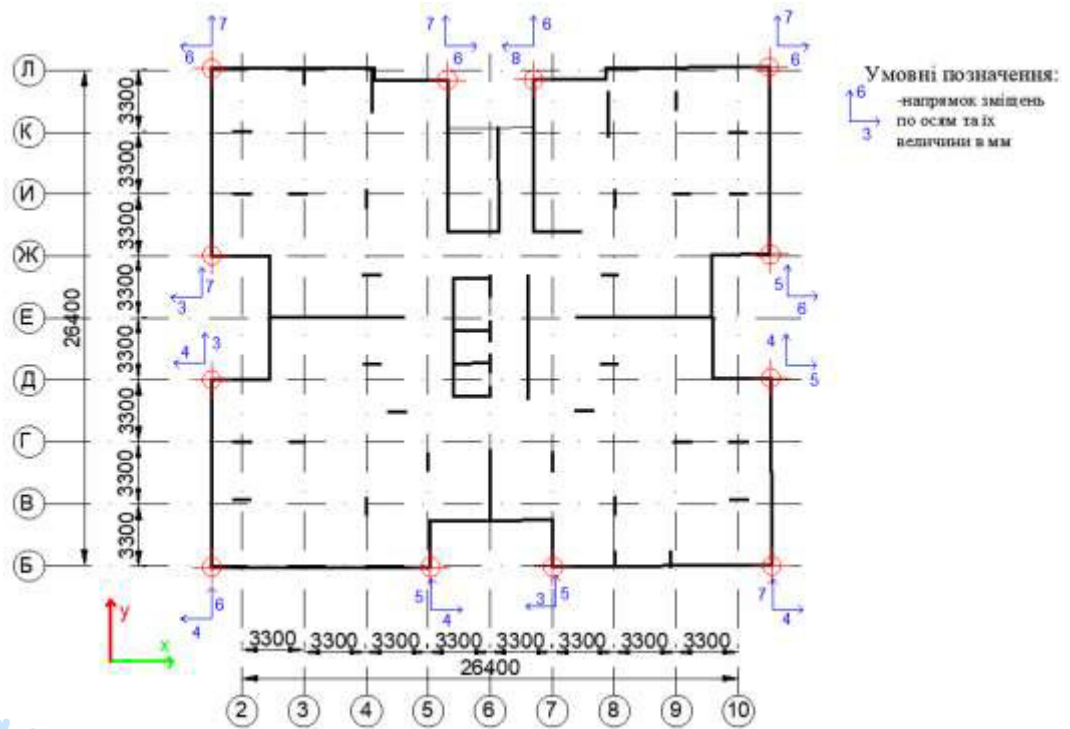


Рис. 4.6 Можливі відхилення по осях марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду по вертикалі центральної будівлі в 1-му циклі

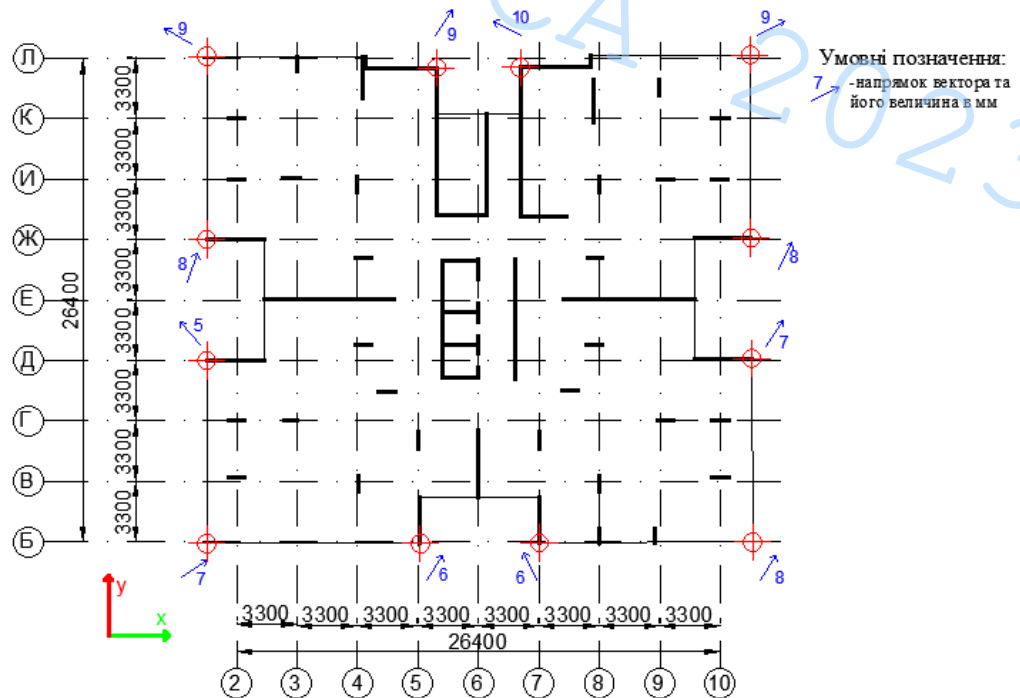


Рис. 4.7 Можливі відхилення по вертикалі марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду центральної будівлі комплексу у вигляді векторів в 1-му циклі

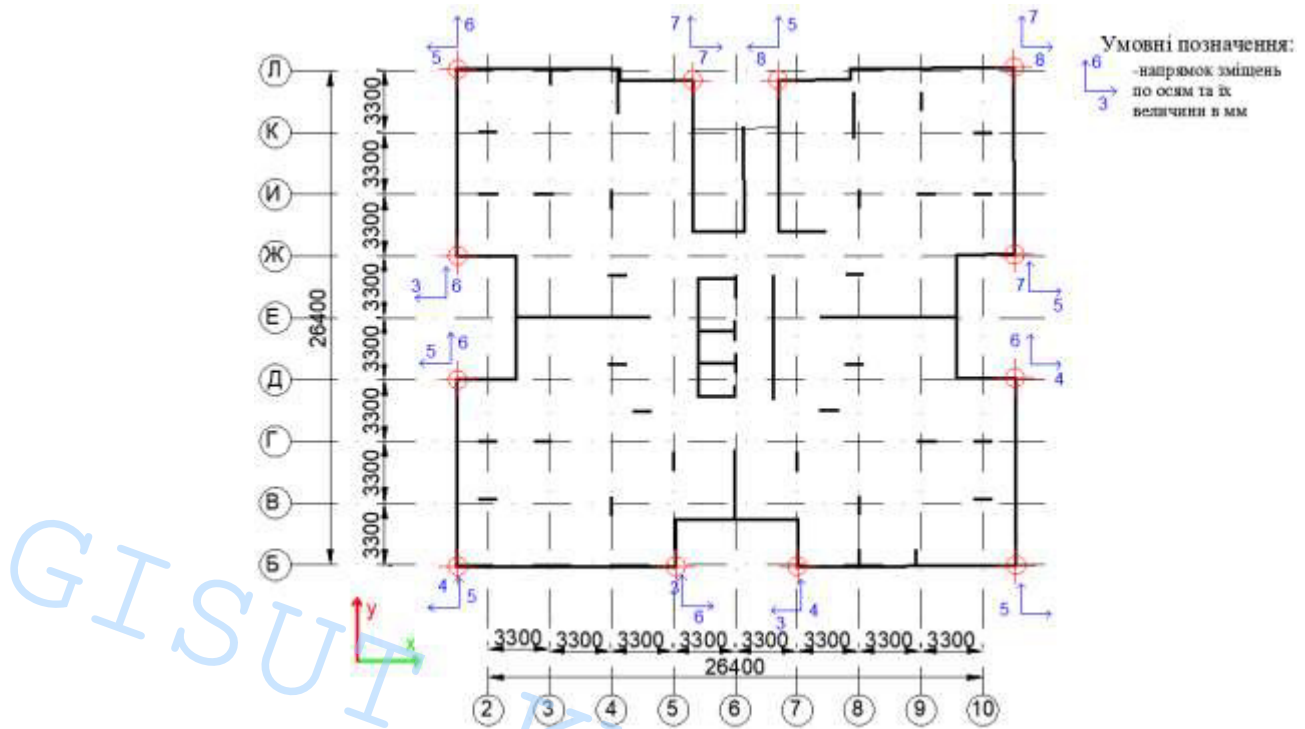


Рис. 4.8 Можливі відхилення по осях марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду по вертикалі центральної будівлі в 2-му циклі

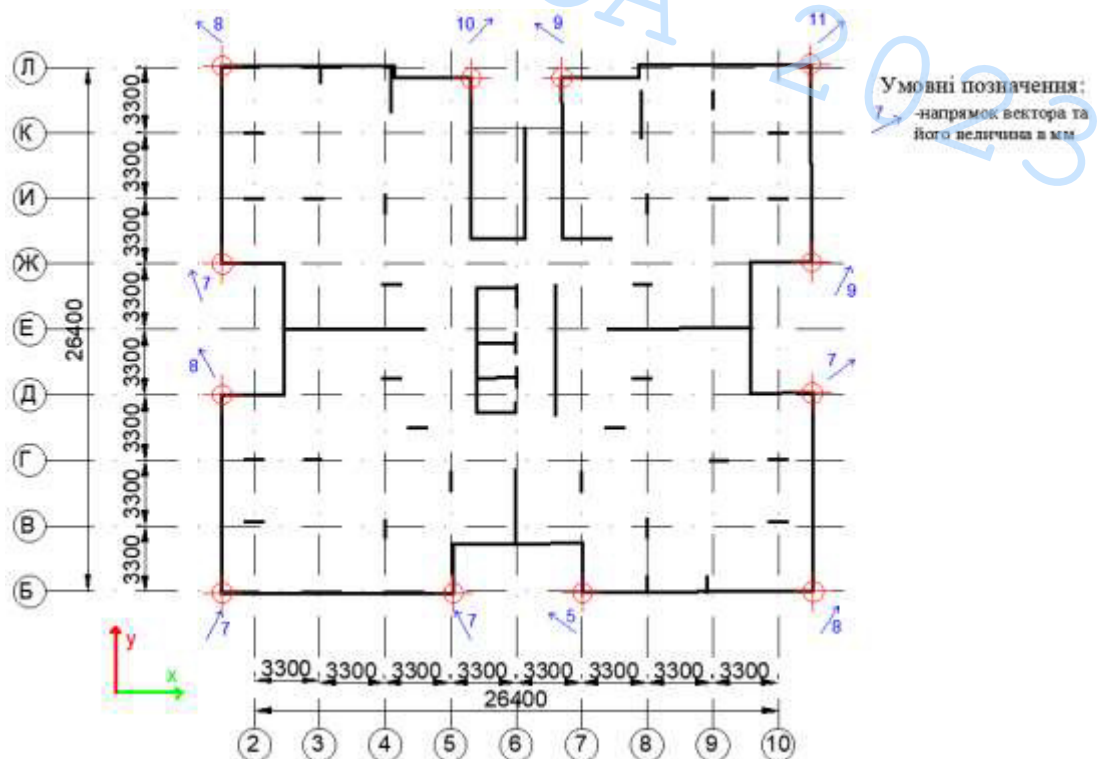


Рис. 4.9 Можливі відхилення по вертикалі марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду центральної будівлі комплексу у вигляді векторів в 1-му циклі

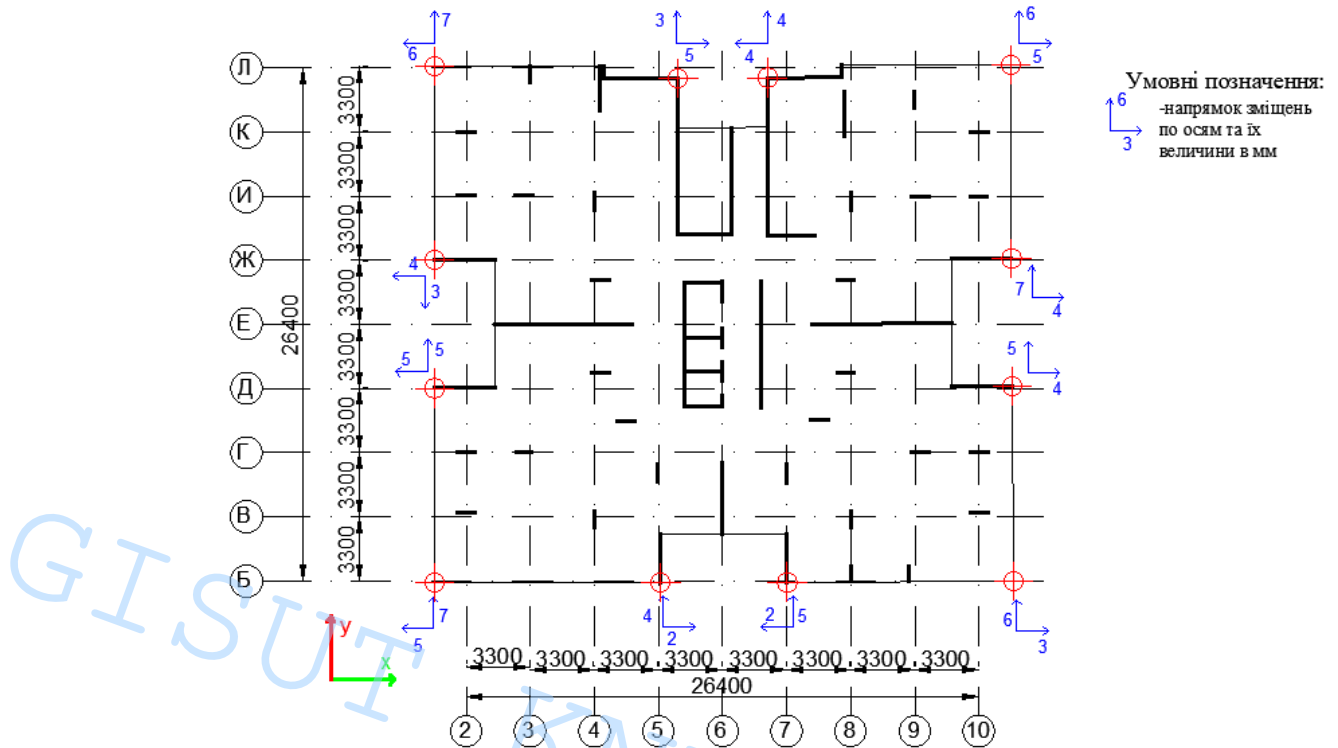


Рис. 4.10 Можливі відхилення по осях марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду по вертикалі центральної будівлі в 3-му циклі

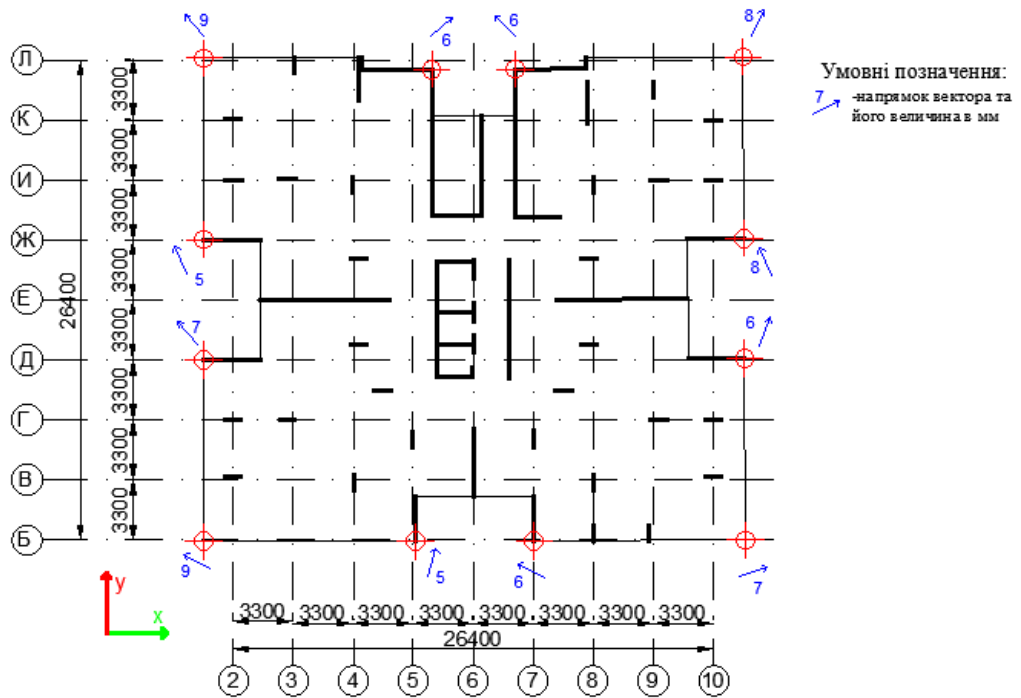


Рис. 4.11 Можливі відхилення по вертикалі марок верхнього ряду відносно марок нижнього ряду центральної будівлі комплексу у вигляді векторів в 3-му циклі

При нерівномірних осадках фундамент будівлі просідає на різну величину, викликаючи перерозподіл зусиль і деформацій в надземних частинах будівель і споруд. Такі осадки змінюють умови стійкості споруд, викликають перенапруження в окремих конструкціях і елементах. Залежно від характеру розвитку нерівномірних осадок і від жорсткості будівлі або споруди виникають відповідні види деформацій. По закріпленим датчикам на несучих елементах будівлі ми можемо відстежувати розвиток деформацій елементів будівлі.

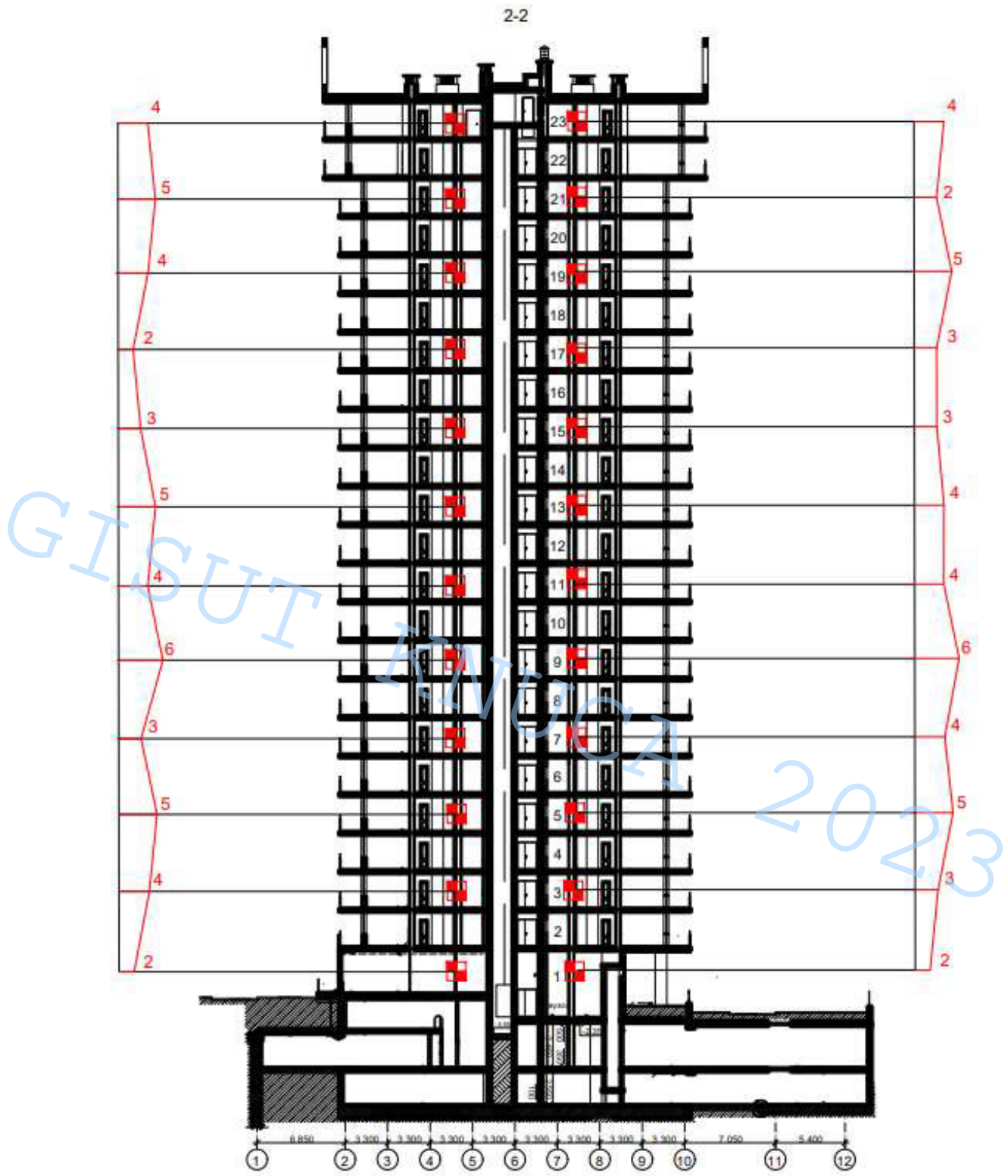


Рис.4.12 Можливі значення деформацій елементів будівлі та її значення (мм) по розрізу 2-2

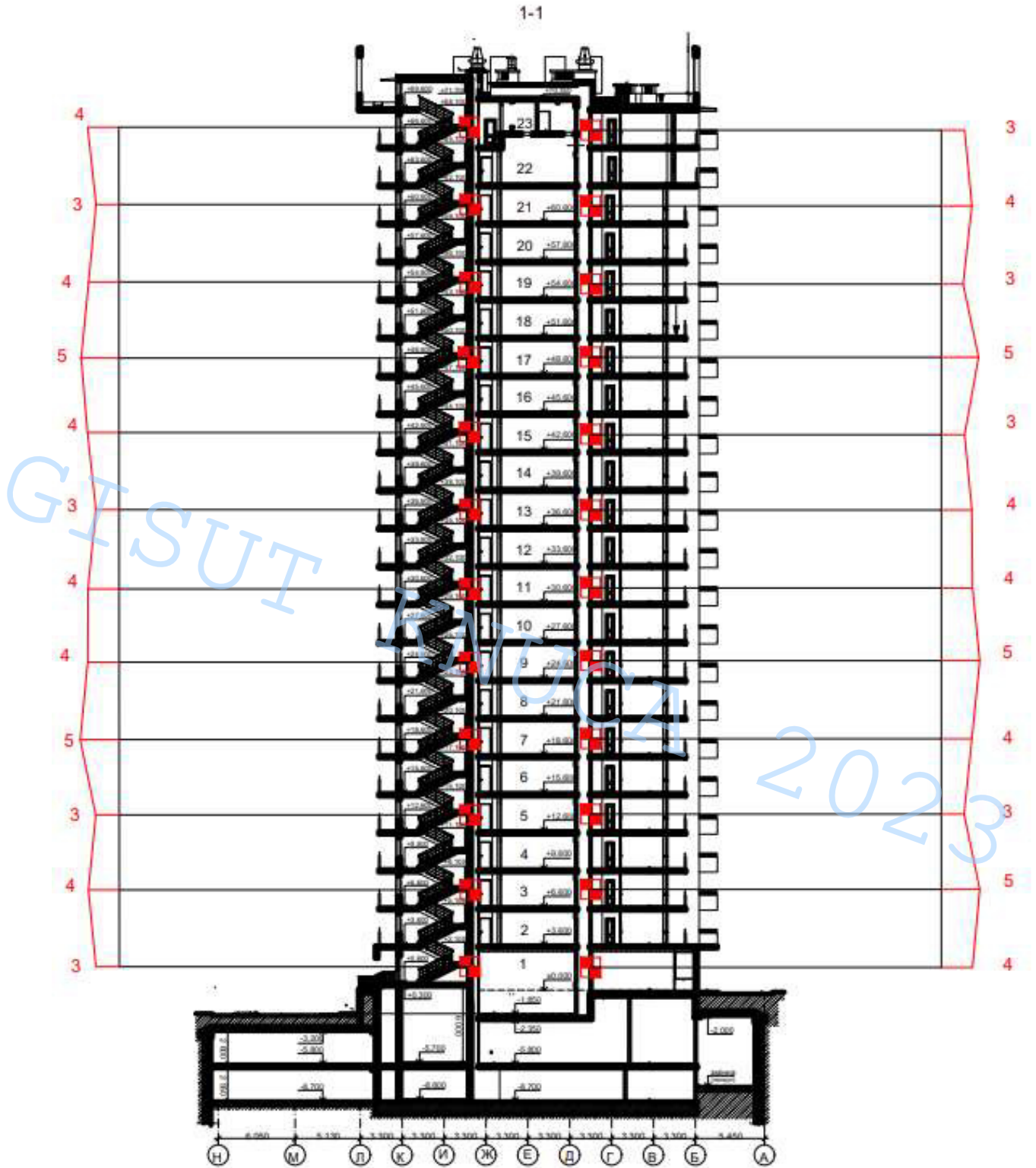


Рис.4.13 Можливі значення деформацій елементів будівлі та її значення (мм) по розрізу 1-1

Обрахунок горизонтальних зміщень та різних видів деформацій можливо виконувати в програмі Кредо Розрахунок деформацій. Оскільки дана програма дає змогу імпортувати данні з різних приладів в один проект і одночасно з ними працювати. Результатом роботи даної програми будуть графіки по зміщенням та деформаціям, а також відповідні 3D-моделі будівель.

Після розрахунку вертикальних та горизонтальних зміщень і деформацій розрахунки записуються у відповідні відомості. По даним відомостям виконується оцінка зміщень та деформацій. Відомості разом з оцінкою передаються замовнику.

GISUT
KNUCA
2023

РОЗДІЛ 5 Охорона праці при виконанні геодезичного моніторингу

Вся людська діяльність спрямована на задоволення матеріальних та духовних потреб населення. Праця є невід'ємною частиною життя людини. А в умовах науково-технічного прогресу, широкого впровадження нових технічних засобів механізації та автоматизації виробничих процесів охорона праці набуває особливого значення.

Охорона праці, згідно Закону України «Про охорону праці» – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [19].

Під охороною праці розуміють правовий інститут права про працю, об'єднуючий норми, безпосередньо націлені на забезпечення умов праці, безпечних для життя і здоров'я працівників.

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, умов безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок значення виробничого травматизму та професійних захворювань.

Він включає наступні групи норм:

- правила по техніці безпеки та виробничій санітарії;
- спеціальні норми охорони праці осіб, які працюють в тяжких, шкідливих та небезпечних виробничих умовах;
- норми по охороні праці жінок, неповнолітніх та осіб з пониженою працездатністю;
- норми, які регулюють діяльність органів державного нагляду та суспільного контролю, а також тих, які встановлюють відповідальність за порушення законодавства про охорону праці;
- норми, які регулюють планування та організацію роботи по Охороні праці.

Нормативно-правове законодавство гарантує право громадянам нашої держави на охорону їх життя і здоров'я. Дія цих заходів поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежного від форм власності, виду їх діяльності, на всіх працюючих незалежно від їх посади і рівня кваліфікації.

Згідно ст.4 ЗУ «Про охорону праці» одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Проте існуючі стосунки в економіко-правовій сфері, складна економічна ситуація в державі, спричиняють до зростання рівня виробничого травматизму, професійної захворюваності у всіх галузях АПК.

Поліпшення умов праці є одним з основних ресурсів росту її продуктивності та економічної ефективності виробництва, а також розвитку самої людини.

При виконанні робіт з моніторингу, як і при багатьох інших видах робіт, теж існує небезпека для життя та здоров'я працівників.

Висока продуктивність праці геодезичних робіт повинна бути забезпечена комплексною безпечною діяльністю, наявністю механізованого транспорту, безперервним постачанням матеріалів, спецодягом, санітарно-побутовим та медичним обслуговуванням працівників, організацією відпочинку, харчування в польових умовах тощо.

ВИСНОВОК

У даній роботі було продемонстроване питання геодезичного моніторингу висотних будівель. Зазначена необхідність виконання даного виду робіт. Результатом даної роботи є проект моніторингу комплексу висотних будівель.

В роботі описано архітектурно-технічні характеристики об'єкту моніторингу, досліджено геологію району робіт, а також опрацьовано основні нормативні документи щодо даної тематики.

Розроблені проекти планової та висотної мереж для спостережень за горизонтальними та вертикальними зміщеннями, креном будівлі та деформаціями.

Передбачені технології спостережень за горизонтальними та вертикальними зміщеннями, креном будівлі та деформаціями.

Виконано посилення на методики застосування сучасних приладів та програм. На характерних прикладах показані аналіз та прогнозування розвитку осідань будівлі, горизонтальних зміщень, крену будівлі та деформацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестеренко С. Г. Технології геодезичного моніторингу територій, будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньонаукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій /С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 81 с.;
2. ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві";
3. ДБН В.1.2-12-2008 "Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки";
4. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд;
5. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд;
6. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності);
7. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану;
8. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1;
9. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення;
10. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення;
11. Інженерна геодезія : монографія / П. І. Баран. - К. : ВІПОЛ, 2012. - 618 с.;
12. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов;

13. Закон України "Про охорону праці" в редакції від 01.10.2023 р. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

GISUT KNUCA 2023