

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Геодезичне забезпечення при будівництві складських приміщень»

Колесник Віктор Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІГ

Дем'яненко Р. А.

“ ___ ” _____ 2025 року

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

«Геодезичне забезпечення при будівництві складських приміщень»

(назва)

Виконав студент групи ГД-21

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Колесник Віктор Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: **Медведський Ю. В.**

(прізвище та ініціали)

кандидат технічних наук , доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**

Кафедра: **Інженерної геодезії**

Освітній рівень: **бакалавр за освітньо-професійною програмою**

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ГІСУТ

Нестеренко О. В.

“ ____ ” _____ 2025 року

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

Колесник Віктор Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Геодезичне забезпечення при будівництві складських приміщень» затверджена наказом ректора КНУБА № 565/22/25 від “09” травня 2025 року.
2. Керівник роботи: Медведський Юрій Вікторович, кандидат технічних наук , доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: _____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Вступ
 - Розділ 1. Нормативно правове забезпечення
 - 1.1 Коротка характеристика об'єкту
 - 1.2 Перелік законодавчих та нормативних документів, якими керуються при виконанні робіт
 - 1.3 Вимоги та допуски при виконанні геодезичних робіт при будівництві споруд.
 - Розділ 2. Технологічні та проектні рішення
 - 2.1 Вибір методів виконання геодезичних розмічувальних робіт при будівництві
 - 2.2 Рекогностування та закладка пунктів

- 2.3 Створення опорної геодезичної мережі
- 2.4 Створення ЗГРО та ВГРО
- 2.5 Створення висотної геодезичної основи
- 2.6 Геодезичне забезпечення будівництва споруди
- 2.7 Попередній розрахунок точності, вибір геодезичного забезпечення
- Розділ 3. Рахунки кошторису будівництва
 - 3.1 Організація геодезичних робіт
 - 3.2 Витрати на будівництво

Висновки.

Перелік використаних джерел

Додатки

5. Графічний матеріал за розділами:

- Р. 1. Характеристика об'єкту будівництва, таблиця нормативних документів, вимог та допусків на геодезичні роботи.
- Р. 2. Сучасні технології виконання розмічувальних робіт, схема опорної геодезичної мережі, схеми ЗГРО та ВГРО, схема висотної геодезичної основи, попередній розрахунок точності.
- Р. 3. План організації геодезичних робіт
- Р. 4. Кошторис

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	01.05
Розділ 2. (50%)	16.05
Розділ 2. (100%)	28.05
Розділ 3.	06.05
Остаточне оформлення роботи	06.05
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	06.05
Попередній захист роботи на кафедрі	13.05

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	Підпис
Розділ 1.	Медведський Ю.В.		
Розділ 2.	Медведський Ю.В.		
Розділ 3.	Медведський Ю.В.		

8. Дата видачі завдання: 13.04.2025

Зав. кафедри ІГ

(підпис)

Дем'яненко Р. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Медведський Ю. В.
(прізвище та ініціали)

Студент

Колесник В.О.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Нормативно правове забезпечення	8
1.1 Коротка характеристика об'єкту	8
1.2 Перелік законодавчих та нормативних документів, якими керуються при виконанні робіт	12
1.3 Вимоги та допуски при виконанні геодезичних робіт при будівництві споруд	14
Розділ 2. Технологічні та проектні рішення	24
2.1 Вибір методів виконання геодезичних розмічувальних робіт при будівництві	24
2.2 Рекогностування та закладка пунктів.....	28
2.3 Створення опорної геодезичної мережі	31
2.4 Створення ЗГРО та ВГРО	35
2.5 Створення висотної геодезичної основи	38
2.6 Геодезичне забезпечення будівництва споруди	40
2.7 Попередній розрахунок точності, вибір геодезичного забезпечення ..	45
Розділ 3. Рахунки кошторису будівництва	50
3.1 Організація геодезичних робіт.....	50
3.2 Витрати на будівництво	52
3.3 Охорона праці	54
Висновки	56
Перелік використаних джерел	57

ВСТУП

Дана дипломна робота написана на тему: «Геодезичне забезпечення при будівництві складських приміщень», в цій роботі буде розглянуто вимоги до геодезичних робіт та їх порядок при будівництві споруд.

Геодезичні роботи відіграють невід'ємну роль під час будівництва складських приміщень. При будівництві даних споруд застосовується великий обсяг геодезичних робіт з метою забезпечення їх відповідності на місцевості та на проєкті. Під час будівництва споруд виникають багато завдань, які геодезист повинен вміти розв'язати задля забезпечення потрібної точності винесення проєкту на місцевість.

Геодезичні роботи при будівництві споруд можуть виконуватися різними методами залежачи від необхідної точності, а також місцевості. При даних роботах найчастіше використовуються сучасні електронні тахеометри та GPS-обладнання, які забезпечують контроль над відповідністю споруди на проєкті та місцевості.

Посилаючись на загальну ситуацію в Україні, коли багато підприємств перемістилися із сходу країни в більш «безпечні» місця, дана тема дипломної роботи є і буде актуальною, адже підприємствам необхідні нові складські приміщення, а без геодезичних вишукувань будівництво їх не відбудуватиметься.

РОЗДІЛ 1. НОРМАТИВНО ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1.1 Коротка характеристика об'єкту

Геодезичні роботи при будівництві складського приміщення будуть виконуватися у місті Київ, Київської області, вулиця Велика Кільцева, 99 (рис. 1.1.1).

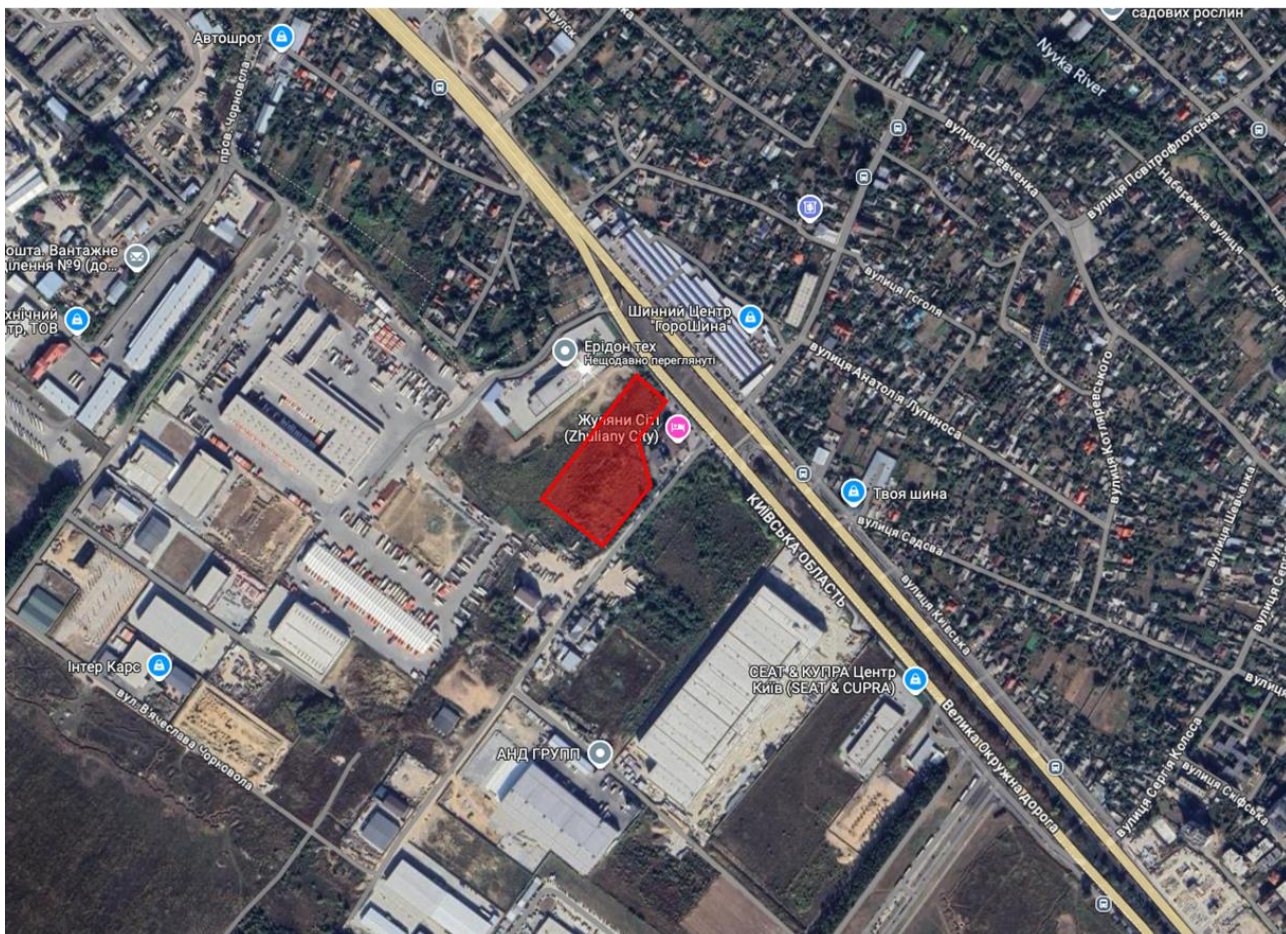


Рис. 1.1.1 Фрагмент карти розташування складського приміщення

Будівництво буде відбуватися на земельній ділянці, цільове призначення якої: 11.02 Для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості.

Кадастровий номер: 3222486200:04:001:5545.

Форма власності: приватна.

Загальна площа земельної ділянки: 2.4689 га.

Форма складського приміщення складна, що зумовлено через форму земельної ділянки. Розміри складського приміщення зображено на рисунку 1.1.2.



Рис. 1.1.2 Розміри на плані складського приміщення

Конструкція даного складського приміщення металокаркасна. Металокаркасна конструкція є чудовим варіантом для такого типу споруд, адже вона забезпечує надійну жорсткість та міцність будівлі. Каркас приміщення складається із вертикальних рівновіддалених металевих колон, які кріпляться до фундаменту з допомогою анкерних болтів, які фіксуються в бетоні (рис.1.1.3), і горизонтальних металевих ригелів, які з'єднують між собою колони. Додаткову жорсткість каркасу будівлі також забезпечують зв'язки, які з'єднують основні елементи каркасу (рис. 1.1.4).



а)



б)

Рис. 1.1.3: а) - підготовка та армування фундаменту, б) - заливка бетону у фундамент



Рис. 1.1.4 Каркас складського приміщення

Стіни складського приміщення обшиті сендвіч-панелями, які складаються із двох металевих листів та утеплювачем між ними (рис.1.1.5).



Рис. 1.1.5 Обшиття стін сендвіч-панелями

Згідно креслень за відмітку 0, 000 прийнято відмітку підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 174,800 м.

Об'єкт будівництва розташований на правобережній частині міста Київ, поверхня якої є підвищеною платоподібною рівниною. Рельєф ділянки рівнинний, слабо хвилястий.

Інженерно-геологічні вишукування були проведені Замовником.

Повітряні маси, що надходять з Атлантики та Арктики або формуються в Євразії, відіграють важливу роль у формуванні клімату. Циркуляція атмосфери є одним з основних факторів, що формують клімат.

Загалом переважає антициклонічна циркуляція, яка характеризується стабільною безхмарною погодою.

Середньорічний атмосферний тиск становить 995 мб.

За даними багаторічних спостережень, середня температура січня, найхолоднішого місяця, становить $-6,2^{\circ}\text{C}$, а середня температура липня, найспекотнішого місяця, $+19,1^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум температури становить -33°C у січні, а абсолютний максимум - $+38^{\circ}\text{C}$ у липні. Температура регулярно опускається до 0°C 20 листопада восени і 20 березня навесні. Середня тривалість безморозного періоду становить 159-180 днів.

Середня глибина промерзання ґрунту взимку становить 70 см, максимальна - 145 см, мінімальна - 20 см. Середня дата повного відтавання ґрунту - 26 березня.

Середньорічна кількість опадів становить 560 мм, найбільше опадів випадає в липні (77 мм). Відносна вологість повітря найвища восени та взимку і коливається в межах 80-85%. Посушливі дні з відносною вологістю нижче 30% бувають в середньому 15-20 днів на рік, переважно в травні.

1.2 Перелік законодавчих та нормативних документів, якими керуються при виконанні робіт

Закон України "Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність".

Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність".

ДСТУ 2393-94 Геодезія. Терміни та визначення.

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві.

ДСТУ 8955:2019 Метрологія. Теодоліти й тахеометри. Метрологічні та технічні вимоги.

ДСТУ 9097:2021 Метрологія. Нівеліри оптико-механічні та електронні. Методика повірки.

ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови.

ДСТУ 9243.7:2023 Система проєктної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.

ДСТУ Б В.2.1-30:2014 Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд.

ДСТУ-Н Б А.1.3-1:2016 «Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови. Загальні вимоги», (Наказ Мінрегіону від 13.06.2016 № 149).

ДСТУ-Н Б А.3.1-6:2009 Управління, організація і технологія. Настанова з розроблення та поставлення на виробництво продукції будівельного призначення.

ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва», (Наказ Мінрегіону від 24.03.2014 № 83).

ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво», (Наказ Мінрегіону від 04.06.2014 № 163).

ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві.

ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд», (Наказ Мінрегіону від 06.06.2017 № 139).

ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», (Наказ Мінрегіону від 13.11.2014 № 312).

Зміна № 1 ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві», (Наказ Мінрегіону від 27.12.2017 № 340);

ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).

ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві"

ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва"

1.3 Вимоги та допуски при виконанні геодезичних робіт при будівництві споруд

Таблиця 1.3.1

Вимоги до точності геодезичних вимірювань при побудові геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика

Характеристика об'єктів будівництва, клас точності приладів	Середні квадратичні похибки побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика, не більше		
	кутові вимірювання	лінійні вимірювання	нівелювання на 1 км подвійного ходу
Окремо розташовані будівлі (споруди) із площею забудови менше ніж 10 тис. м ² , земляні споруди; дороги, інженерні мережі та вертикальне планування Клас наслідків (відповідальності) СС1	10"	10 мм для L до 50 м, $\frac{L}{5000}$ для L понад 50 м	10 мм (за програмою IV класу відповідно до інструкції 3 нівелювання)
Клас точності приладів - тахеометра	B10	4	
- нівеліра (рейки)			C5 (III)
Примітка 1. L - довжина, що вимірюється. Примітка 2. Клас наслідків (відповідальності) визначається в проектній документації відповідно до ДБН В.1.2-14, ДСТУ-Н Б В.1.2-16."			

Вимоги до точності геодезичних вимірювань при побудові зовнішньої і внутрішньої геодезичних розмічувальних мереж будинку (споруди) й інших розмічувальних робіт

Характеристика будівель, споруд, будівельних конструкцій	Середні квадратичні похибки побудови зовнішньої і внутрішньої геодезичних розмічувальних мереж будинку (споруди) й інших розмічувальних робіт, не більше				
	лінійні вимірювання	кутові вимірювання	нівелювання на станції на вихідному та монтажному горизонтах, мм	передача позначок на монтажний горизонт відносно вихідного, мм	передача точок, осей по вертикалі, мм
Будинки до 15 поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від 6 м до 18 м Клас наслідків (відповідальності) СС2	3 мм для L до 15 м, $\frac{L}{5000}$ для L понад 15 м	15"	3	$6 + 20 \times H$	$3 + 5 \times H$

Примітка 1. Величини середніх квадратичних похибок (колонки 2-4) призначаються залежно від наявності однієї з характеристик, що зазначені в колонці 1; при наявності двох і більше характерних величин середніх квадратичних похибок призначаються за тією характеристикою, якій відповідає вища точність.

Примітка 2. Точність геодезичних побудов при будівництві висотних, експериментальних, унікальних і складних об'єктів і монтажі фундаментів технологічного устаткування треба визначати розрахунками на основі спеціальних технічних умов і з урахуванням особливих вимог до допусків, що передбачаються проектом.

Примітка 3. H - різниця позначок двох будь-яких монтажних горизонтів виражена в сотнях метрів ($100 \text{ м} = 1$)

Таблиця 1.3.3

Умови забезпечення точності кутових вимірювань

Процеси, умови вимірювання, тип приладів, клас точності приладів	Середні квадратичні похибки результатів кутових вимірювань				
	3"	5"	10"	15"	30"
Клас точності теодолітів або тахеометрів	A1,A2	B6	B10		C30
Середні квадратичні похибки центрування, не більше	0,5 мм		1 мм		3 мм
Метод центрування кутомірною приладу і візирних цілей	Оптичним центриром або примусове центрування		Оптичним центриром		Оптичним центриром, виском
Середні квадратичні похибки фіксування пунктів та маркування осей та точок, не більше	0,5 мм		1 мм		3 мм
Фіксування центрів пунктів та маркування осей та точок	Рисувалкою		Керном		Олівцем, шпилькою
Кількість прийомів	2		2		1

Таблиця 1.3.4

Умови забезпечення точності лінійних вимірювань

Процеси, умови вимірювання, тип приладів	Відносні середні квадратичні похибки лінійних вимірювань				
	L/ 25000	L/ 15000	L/ 10000	L/ 5000	L/ 2000
А. Сталевими рулетками					
Укладання в створ	-	За допомогою теодоліта		Візуально	Візуально

Сила натягу вимірювального приладу, Н	-	Динамометром, 100	Вручну	
Похибка вимірювання температури для врахування різниці температури компарування і вимірювань, °С	-	Засіб вимірювання температури		
		0,5	1,0	2,5
Кількість відліків	-	2 пари відліків і 1 зеув		
Провис рулетки	-	Нівелюванням	Візуально	Не враховується
Фіксація проміжних точок	-	Рисувалкою	Керном	Олівцем
Визначення перевищення кінців лінії, що вимірюється	-	Нівелюванням		
Максимальна допустима похибка рулеток або невизначеність при калібруванні, мм, не більше		I клас точності $\Delta = \pm(0,1+0,1 \times L)$ або калібрована $U = 0,05+0,05 \times L$	II клас точності $\Delta = \pm(0,3+0,2 \times L)$ або калібрована $U = 0,15+0,1 \times L$	III клас точності $\Delta = \pm(0,6+0,4 \times L)$ або калібрована $U = 0,3+0,2 \times L$
Межі допустимої похибки рулеток, мм		Робочий еталон 3-го розряду за ДСТУ 3741 $\Delta = \pm(0,01+0,01 \times (L-1))$	2-й клас точності за ДСТУ 4179 $\Delta = \pm(0,3+0,15 \times (L-1))$	3-й клас точності за ДСТУ 4179 $\Delta = \pm(0,4+0,2 \times (L-1))$
Б. Тахеометрами, світловіддалемірами або віддалемірами лазерними ручними				
Центрування приладів		Оптичним центриром або примусове центрування	Оптичним центриром	Оптичним центриром або виском

Кінець таблиці 1.3.4

Фіксація центрів знаків	Рисувалкою		Керном		Олівцем, шпилькою
Похибка вимірювання температури повітря, °С, не більше	2	4	5	10	20
Похибка вимірювання атмосферного тиску, кПа (мм рт. ст.), не більше	0.5 (4)	0.9 (7)	1.23 (10)	2.7 (20)	6.7 (50)
Визначення перевищення кінців лінії, що вимірюється	Нівелюванням				
Клас точності приладу при вимірюванні довжини, не нижче	1	2		3	4 або 5
Примітка 1. При роботі на монтажному горизонті поправка в довжину рулетки за врахування різниці температури компарування і вимірювань не вводиться. Примітка 2. D – довжина, що вимірюється, виражена в кілометрах. Примітка 3. L – довжина, що вимірюється, виражена в метрах.					

Таблиця 1.3.5

Умови забезпечення точності геометричного нівелювання

Умови вимірювання, тип приладів, клас точності приладів	Середні квадратичні похибки вимірювання перевищення на станції			
	1 мм	2 мм	3 мм	5 мм
Клас точності, не нижче: - оптичних нівелірів	A1	B2	B3	C5
- лазерних нівелірів	-	-	D05	D1

Кінець таблиці 1.3.5

Нерівність плечей на станції, м, не більше	5	10	15	25
Максимальна відстань від нівеліра типу Н-05 до інварної рейки, м, не більше	50	60	75	100
Максимальна відстань від нівеліра типу Н-05 до рейки з ціною поділки 1 мм, м, не більше	20	30	40	40
Максимальна відстань від нівеліра типу Н-3 до шашкової рейки, м, не більше	-	20	40	75
Максимальна відстань від нівеліра типу Н-3 до рейки з ціною поділки 1 мм, м, не більше	10	20	-	-
Висота візирного променя над перешкодою, м, не менше	0,3	0,2		0,1

Таблиця 1.3.6

Умови забезпечення точності передачі позначок тригонометричним нівелюванням електронним тахеометром або ручним лазерним віддалеміром

Умови вимірювання, клас точності приладів	Середні квадратичні похибки визначення позначок на монтажному горизонті відносно вихідного, мм			
	$(10 + 50 \times H)$ мм	$(6 + 20 \times H)$ мм	$(4 + 15 \times H)$ мм	$(2 + 10 \times H)$ мм
Висота монтажного горизонту, м	До 15 включно	Понад 15 до 73,5 включно	Понад 73,5 до 100 включно	Більше 100
Клас точності тахеометрів, при вимірюванні: - кутів, не нижче	C30	B10	B6	A1 або A2

Продовження таблиці 1.3.6

- віддалей, не нижче	4 або 5	3	2	1
Середні квадратичні похибки вимірювань вертикального кута тахеометром, не більше	30"	10''	5"	2"
Середні квадратичні похибки вимірювань відстані тахеометром або ручним лазерним віддалеміром, мм, не більше	$5 + 5 \times D$	$3 + 3 \times D$	$2 + 2 \times D$	$1 + 2 \times D$
Середні квадратичні похибки вимірювань висоти візирних цілей над репером, мм, не більше	5	3	2	1
Висота візирного променя над перешкодою, м, не менше	0,1	0,2		0,3
Межі допустимої похибки рулеток, мм	ІІІ клас точності за ДСТУ 4179		ІІ клас точності за ДСТУ 4 179	
Кількість прийомів	1		2	
Взяття відліків на верхньому і нижньому горизонтах	Почергове			

Примітка 1. Вимірювання виконуються електронним тахеометром з однаковою точністю на відбивачі або відбиваючі плівки, встановлені на вихідному і монтажному горизонтах.

Примітка 2. У результаті передачі позначки тригонометричним нівелюванням або ручним лазерним віддалеміром повинні вводитись поправки за температурні деформації будівлі відповідно за способами, передбаченими в ПВГР.

Таблиця 1.3.7

Умови забезпечення точності передачі планових координат точок та осей по вертикалі

Процеси, умови вимірювання, точності приладів	клас	Середні квадратичні похибки передачі планових координат точок та осей по вертикалі, мм			
		$10 + 50 \times H$	$3 + 5 \times H$	$2 + 3 \times H$	$1 + 2 \times H$
Клас точності, не нижче:					
- оптичних ПВП	C5	B3	B2	A1	
- лазерних ПВП	E3	D05	-	-	
- тахеометрів	C30	B6	A2	-	
Висота передачі координат, м	До 15 включно	Понад 15 до 73,5 включно	Понад 73,5 до 100 включно	Понад 100	
Метод центрування кутомірного приладу і візирних цілей	Оптичним центриром				
Середні квадратичні похибки фіксування пунктів та маркування осей та точок, не більше	3 мм	1 мм		0,5 мм	
Фіксація точок	Олівцем на гладкій поверхні, палетці		Керном на вихідному горизонті і олівцем на		

Мінімальна відстань від візирного променя до будівельної конструкції, м	0,1		0,05
Наявність двохосьового компенсатора	ні	так	-
Кількість прийомів, не менше	1		2
Примітка 1. Умови забезпечення точності геодезичних робіт при будівництві експериментальних, унікальних і складних об'єктів і монтажі технологічного устаткування треба визначати в проектній документації та окремому розділі ПВГР.			
Примітка 2. Тахеометр повинен забезпечувати можливість візування в zenit.			

Таблиця 1.3.8

Умови забезпечення точності геодезичного моніторингу споруд та прилеглої території

Умови вимірювання, клас точності приладів	Середні квадратичні похибки визначення позначок на монтажному горизонті відносно вихідного, мм			
	10 + 50×Н	6 + 20×Н	4+15×Н	2 + 10×Н
Висота споруди, м	До 15 включно	Понад 15 до 73,5 включно	Понад 73,5 до 100 включно	Більше 100
Клас точності нівелірів	B3	B2	A1	A05
Клас точності нівелірних рейок	II	II	I	1
Клас точності тахеометрів при вимірюванні: - кутів, не нижче	B10	B6	A2	A1
- віддалей, не нижче	3	3	2	1

Кінець таблиці 1.3.8

Клас точності сканерів при вимірюванні: - кутів, не нижче	C30	C30	B10	B10
- віддалей, не нижче	5	4	3	2
Клас точності сканерів, не нижче	B3	B2	A1	A05
Клас точності супутникових систем, не нижче	3	3	2	1
Клас точності нівелірів, не нижче	B3	B2	A1	A05

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ

2.1 Аналіз технологій та методів виконання геодезичних розмічувальних робіт при будівництві

Геодезичні роботи відносяться до основних видів робіт технологічного процесу будівельного виробництва. Головним завданням геодезичних робіт при будівництві є зведення будівель та споруд згідно запроєктованих геодезичних параметрів в зазначеному місці.

Згідно пункту 4.5 ДБН В.1.3-2:2010 (із Зміною №1) до геодезичних робіт, що виконуються при будівництві, входять:

а) вибір ефективного методу виконання геодезичних робіт з врахуванням технології виконання будівельних робіт відповідно до ДБН А.3.1-5, ДСТУ-Н Б А.1.3-1;

б) створення геодезичної розмічувальної мережі будівництва;

в) побудова зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі об'єкта будівництва;

г) розмічування лінійних споруд або їх частин, тимчасових будівель (споруд) та території будівельного майданчика, крім магістральних;

д) створення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель з прив'язкою до зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі;

е) створення спеціальної розмічувальної мережі для монтажу технологічного устаткування;

ж) геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд), їх елементів та фундаментів технологічного устаткування, інженерних мереж, гідротехнічних споруд (ДСТУ-Н Б В.1.3-1), виконавче та контрольне геодезичне знімання із складанням виконавчої геодезичної документації;

и) геодезичні вимірювання при моніторингу деформацій основ, фундаментів, конструкцій будівель (споруд), їх частин.

Для перенесення проекту на місцевість створюється геодезична мережа з прив'язкою до опорної геодезичної мережі. Ця мережа називається геодезичною розмічувальною мережею будівельного майданчика. Спочатку створюється зовнішня геодезична розмічувальна мережа, а потім вже створюється внутрішня геодезична розмічувальна мережа, точність створення якої вища за зовнішню.

Розмічування будівель на місцевості виконується за принципом «від загального до часткового», під цим поняттям розуміється, що спочатку розмічується зовнішній контур будинку - основні осі, а потім проміжні або додаткові осі.

Спосіб розмічування головних осей обирається відносно умов місцевості, типу споруди її розмірів, а також необхідної точності. Найбільш часто використовують способи прямокутних і полярних координат.

Спосіб полярних координат. Даний спосіб використовується на рівній та відкритій місцевості. Суть способу полягає у відкладанні горизонтального кута β_1 за допомогою тахеометра від вихідної геодезичної сторони P_1P_2 за годинниковою стрілкою і вздовж отриманого напрямку відкладається проєктна відстань d_1 . Дане спостереження виконується при КП та КЛ, в результаті чого отримується положення точки D (рис.2.1.1). Даний спосіб є ефективним, і займає менше часу, адже сучасні тахеометри виконують вимірювання при положенні одного кругу і для отримання полярного кута та відстані необхідно лише ввести в тахеометр координати проєктної точки.

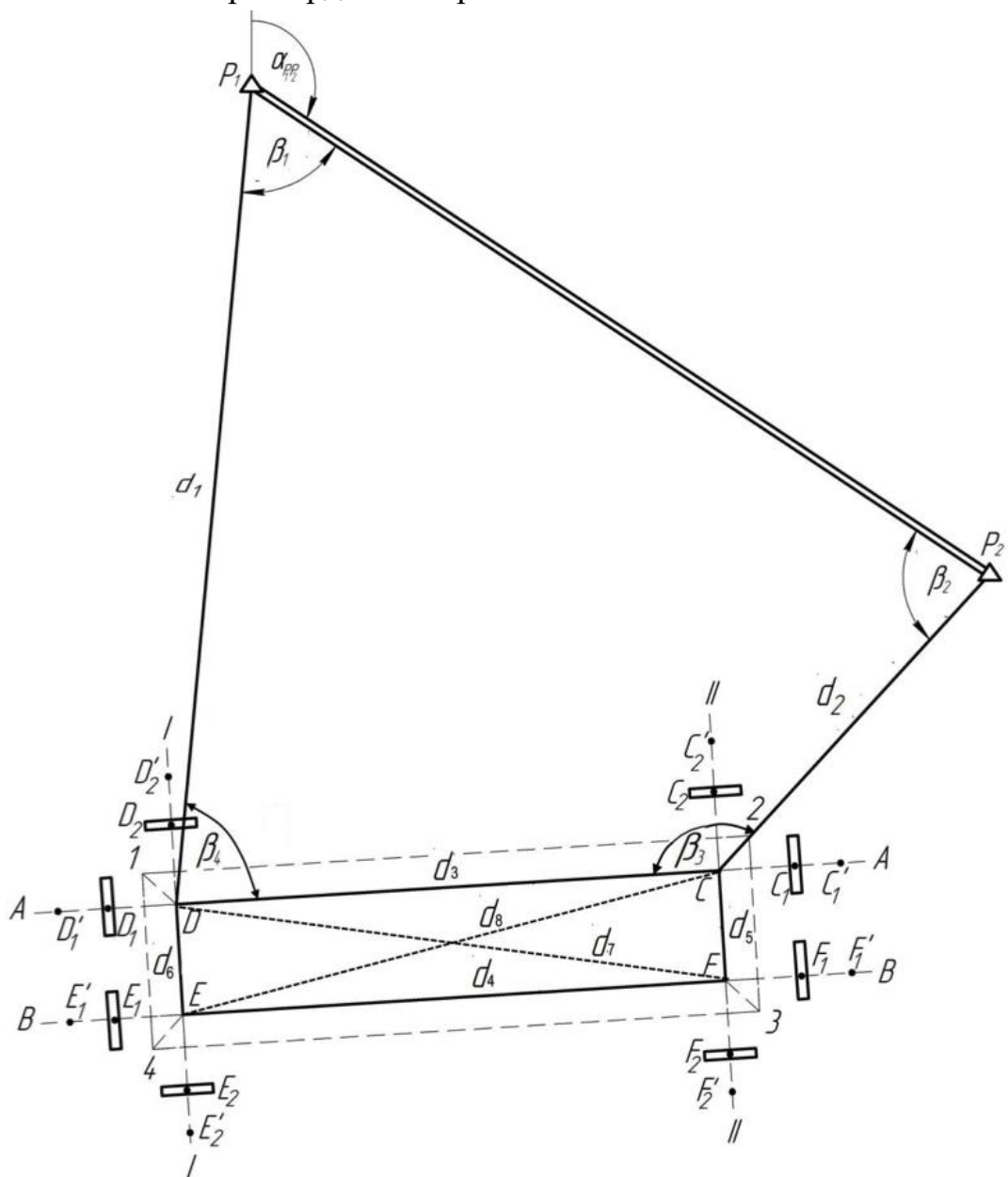


Рис. 2.1.1 Схема визначення положення точки D способом полярних координат

Загальна середня квадратична похибка побудови точки D дорівнює:

$$m_D = \sqrt{\left(\frac{sm_\beta}{\rho}\right)^2 + m_s^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_\phi^2}$$

де, m_β – похибка відкладання горизонтального кута;

m_s – похибка відкладання горизонтального прокладання;

m_1 – похибка центрування тахеометра;

m_2 – похибка візирної марки з рефлексором;

m_ϕ – похибка фіксування розмічувальної точки.

Спосіб прямокутних координат. Даний спосіб використовується за наявності на будівельному майданчику будівельної сітки. Суть способу полягає в отриманні точки F шляхом відкладання уздовж сторони будівельної сітки P_1P_2 відстані d_1 . Далі над точкою F встановлюється теодоліт або тахеометр та відкладається відстань d_2 перпендикулярно до сторони P_1P_2 . Таким чином отримується положення точки C (рис. 2.1.2).

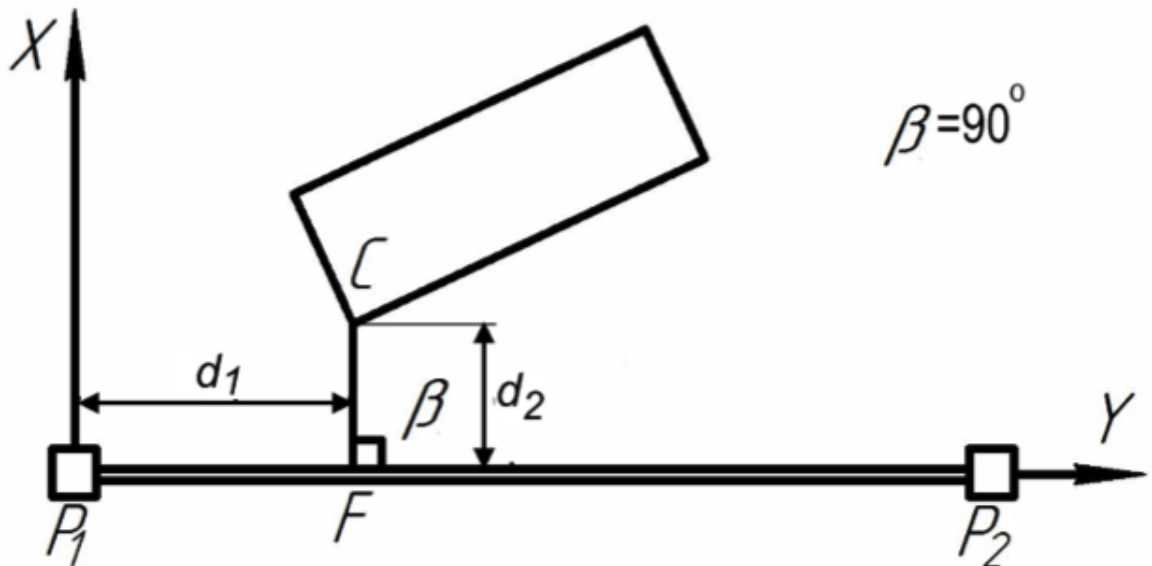


Рис. 2.1.2 Схема визначення положення точки C способом прямокутних координат

Загальна середня квадратична похибка побудови точки C дорівнює:

$$m_C = \sqrt{m_{d1}^2 + m_{d2}^2 + m_\phi^2 + d_2^2 \frac{m''_{90^\circ}}{\rho''^2}}$$

де, похибки відкладання відстаней m_{d1} і m_{d2} , похибка побудови прямого кута m_{90° , похибка фіксації точки m_ϕ .

Для порівняння точності даних двох способів між собою приймемо однакові параметри:

- відстань: $d = d_1 = d_2 = 50,00$ м;
- проєктні кути: $\beta = 45^\circ \dots 90^\circ$;

- точність кутових вимірювань $m_{\beta} = 30''$.

В результаті похибка положення проектного пункту при способі полярних координат буде складати 25мм, а при способі прямокутних координат – 35мм

Згідно аналізу було обрано спосіб полярних координат для розмічування головних осей будівельної сітки, адже за допомогою сучасних електронних тахеометрів розмічування відбувається більш швидше, ніж способом прямокутних координат, і при цьому забезпечуючи кращу точність.

2.2 Рекогностування та закладка пунктів

Проект геодезичної мережі, складений в камеральних умовах потребує перевірки та уточнення на місцевості. З цією метою виконується рекогностування. Основними завданнями її є:

- вибір конкретних місць положення геодезичних пунктів на місцевості відповідно до схеми побудови мережі;
- остаточний розрахунок висот геодезичних знаків;
- вибір типів геодезичних знаків та підземних центрів, визначення глибини закладки останніх;
- уточнення загального кошторису витрат з урахуванням додаткових даних щодо організації робіт, отриманих у процесі рекогностування.

При рекогностуванні допускається часткова зміна проекту мережі, якщо це пов'язано із забезпеченням кращого доступу до пунктів. Істотна зміна проекту мережі не дозволяється, оскільки може призвести до погіршення геометричної схеми та точності побудови мережі.

Пункти геодезичної мережі мають бути на найвищих вершинах місцевості.

При виборі розташування пункту дотримуємося таких вимог:

- пункти не можна розташовувати поблизу інженерних споруд та житлових будівель, залізниць та автомобільних доріг, ліній високої напруги, телеграфних та телефонних ліній, трубопроводів тощо;
- не слід встановлювати пункти на землях, зайнятих цінними сільськогосподарськими культурами, на болотах, зсувах, у заплавах, а також на заливаються в повінь та інших місцях.

При рекогностуванні існуючих пунктів геодезичної мережі основне завдання полягає у перевірці наявності даного пункту, його доступності та визначення його придатності. Також за допомогою геодезичних приладів (GPS-обладнання або електронних тахеометрів) перевіряються координати пункту, задля того, аби не допустити додаткових похибок у проектуванні опорної геодезичної мережі. Після огляду геодезичного пункту складається звіт, в якому вказуємо його стан, характеристики, координати, а також фото самого пункту.

Геодезичними пунктами від яких буде створюватися наша геодезична мережа є пункти полігонометрії. І так, як дане складське приміщення будується у місті Києві, то центри пунктів полігонометрії відповідають пунктам типу У15к (рис. 2.2.1). Стінні знаки полігонометрії 4 класу відповідають типу 143 (рис. 2.2.2.).

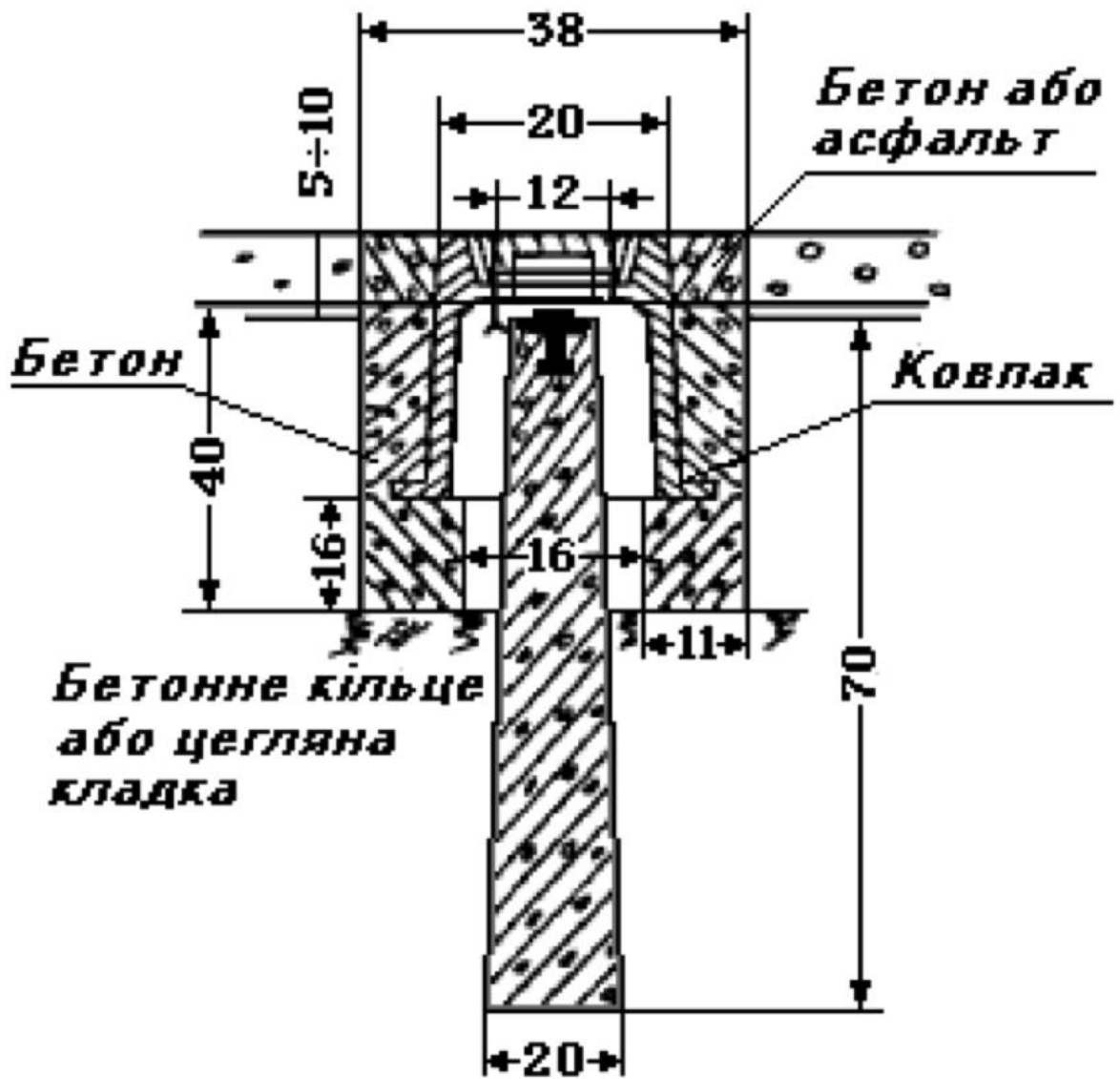


Рис. 2.2.1 Центр пункту полігонометрії, трилатирації і триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів для міст Києва, Севастополя і обласних центрів (тип У15к)

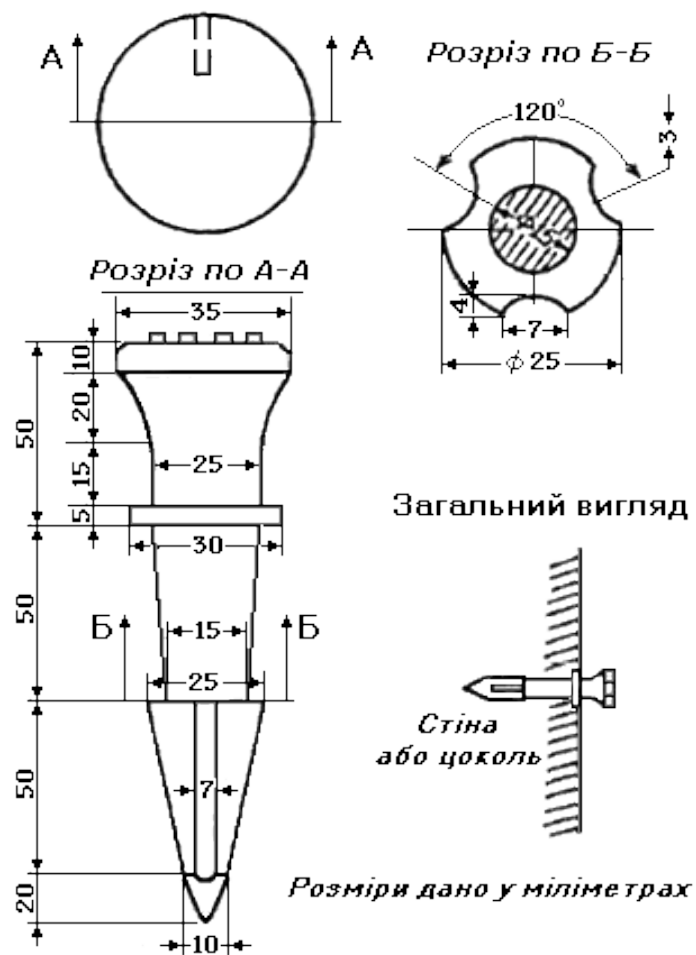


Рис. 2.2.2 Стінний знак пункту полігонометрії, 4 класу, 1 і 2 розрядів (тип 143)

2.3 Створення опорної геодезичної мережі

Опорна геодезична мережа створюється на ділянці будівельного майданчику з метою подальшого виконання геодезичних робіт на стадіях проєктування, розроблення робочої документації, супроводу будівництва та експлуатації будівельної споруди, тому точність опорної геодезичної мережі має вплив на усі етапи.

Опорна геодезична мережа складається з двох складових частин, а саме із планової та висотної геодезичної мережі. На будівництві зачасти поєднуються пункти планової та висотної геодезичної мережі.

Планова опорна геодезична мережа створюється переважно методами супутникових геодезичних спостережень. Однак, на місцевості, на якій неможливо створити геодезичну мережу супутниковим методом, використовуються методи полігонометрії, трilaterації або триангуляції.

Для створення опорної геодезичної мережі на нашому об'єкті будівництва було використано саме метод супутникових геодезичних спостережень. Першим етапом було виявлення поблизу пунктів Державної геодезичної мережі (далі ДГМ), однак, сьогодні на 2025 рік у зв'язку з воєнним станом в Україні доступ до координат та положення пунктів ДГМ заборонений. Згідно з цього пункти ДГМ створено умовно, з умовними координатами та з умовним місцеположенням! На рисунку 2.3.1 зображено положення пунктів ДГМ поблизу нашого об'єкту будівництва. Умовні координати пунктів ДГМ зведено в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

Умовні координати пунктів ДГМ

Назва пункту	X, м	Y, м	H, м	Тип	Клас
ПП68824	1667243,253	1954262,215	175,354	грунтовий знак	4
ПП68888	1667307,712	1952073,178	174,563	грунтовий знак	4
ПП69116	1665978,204	1952578,043	162,647	грунтовий знак	4
ПП69554	1666880,378	1950214,905	162,529	грунтовий знак	4
ПП69602	1665629,172	1950510,166	175,281	грунтовий знак	4
ПП69630	1664487,769	1951801,029	184,025	грунтовий знак	4
ПП69895	1664743,764	1954124,733	169,368	стінний знак	4

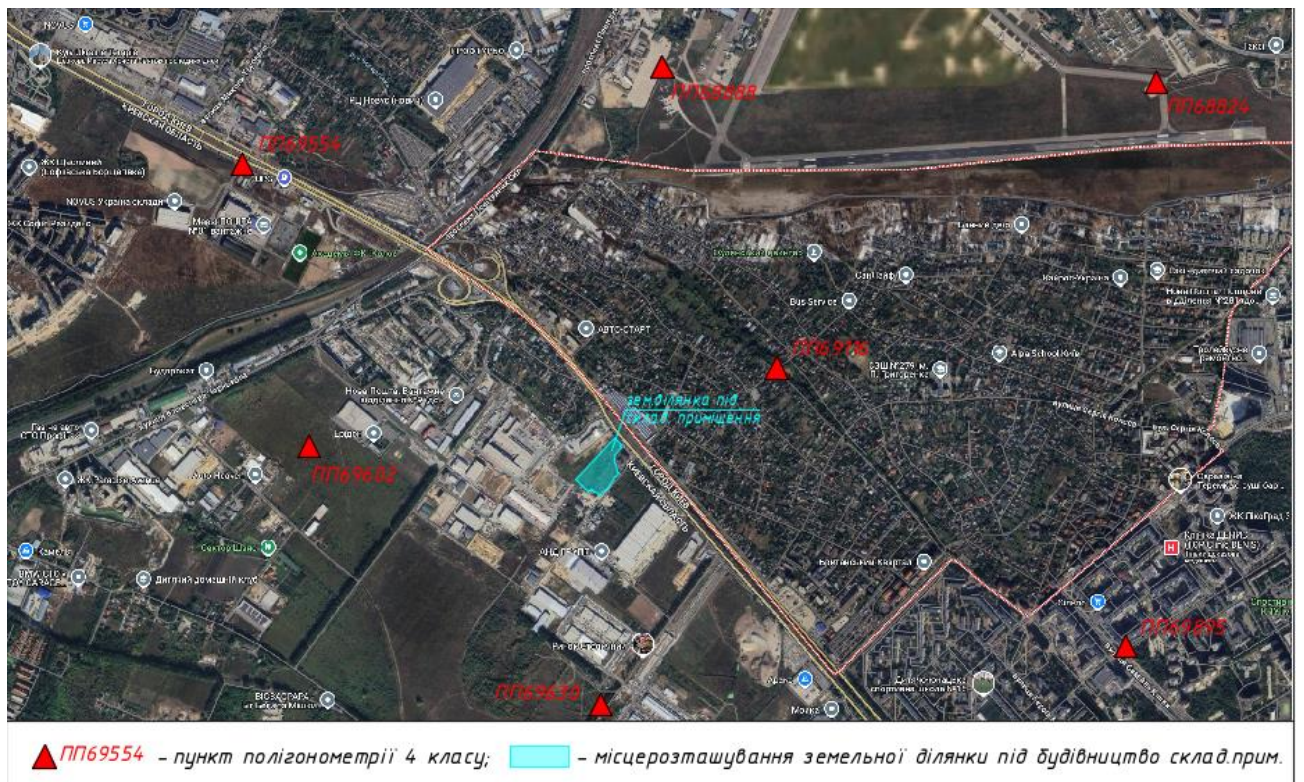


Рис. 2.3.1 Схема розташування пунктів Державної геодезичної мережі

Проаналізувавши місцерозташування пунктів ДГМ, для створення опорної геодезичної мережі на будівельному майданчику було обрано пункти ПП69116, ПП69602 та ПП69630, адже вони знаходяться найближче до місця будівництва.

Задля створення на території майданчику будівництва опорної геодезичної мережі необхідно прив'язатися до державної геодезичної мережі. Внаслідок відносно далекого розташування пунктів державної геодезичної мережі від місця будівництва необхідно створити опорну геодезичну мережу на будівельному майданчику. Для цього використаємо метод GNSS-спостережень. На пунктах державної геодезичної мережі ПП69116, ПП69602 та ПП69630 буде встановлено базові приймачі, а на пунктах опорної геодезичної мережі 3 роверні приймачі.

Спостереження виконуватимуться в режимі Статика з частотою реєстрації даних 5 секунд, визначення координат роверної станції відбуватиметься в відносному режимі (рис.2.3.2)

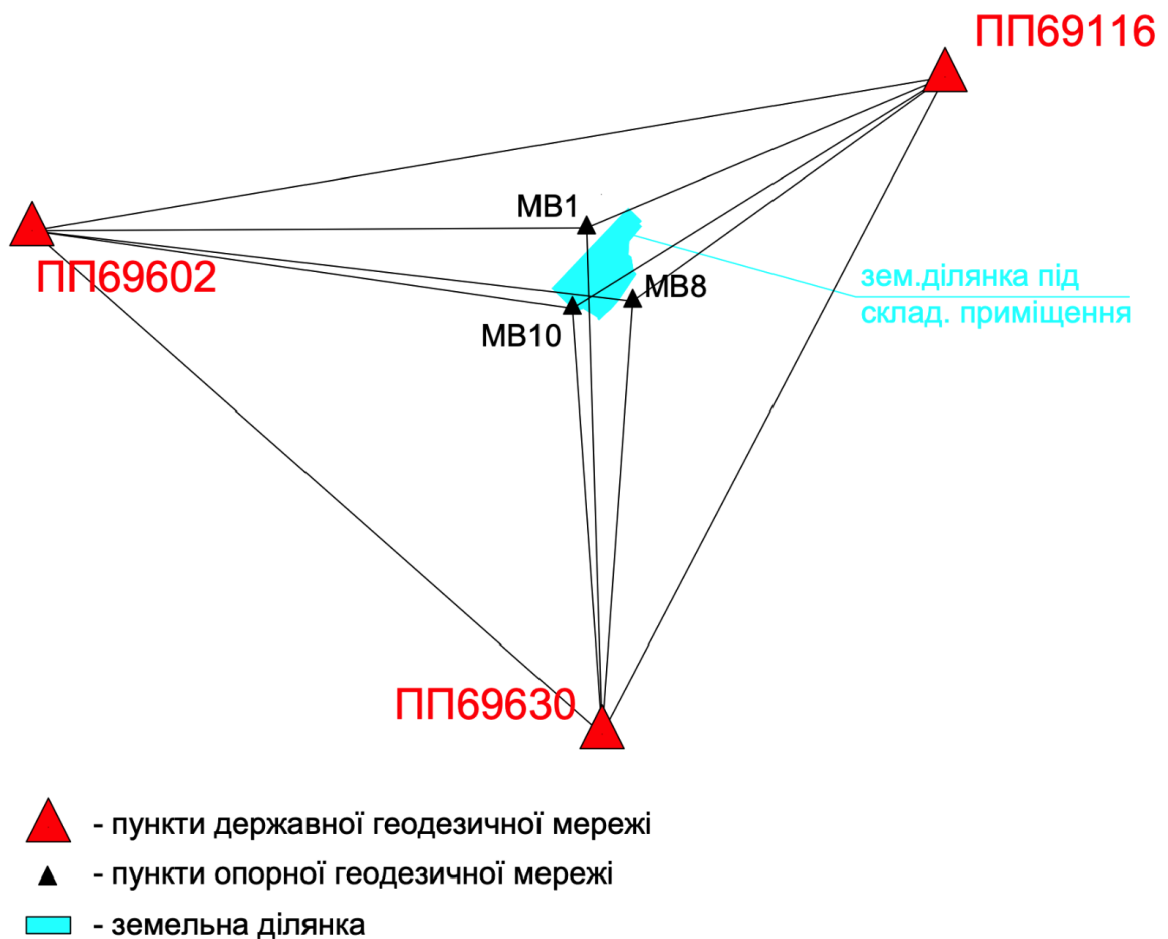


Рисунок 2.3.2 Схема прив'язки пунктів опорної геодезичної мережі

При роботі з одним комплектом обладнання Leica необхідне проведення вимірювань за спеціальною схемою. Ця схема передбачає подвійне вимірювання кожної сторони, причому після першого виміру роверна та базова станції міняються позиціями (деталі на рис. 2.3.2).

Завдяки такому підходу, після математичної обробки (зрівнювання) координат пунктів опорної геодезичної мережі у програмному забезпеченні Leica Infinity, їхня середньоквадратична похибка визначення положення складатиме 5 мм.

Трансформація координат у державну систему УСК-2000 виконується згідно з вимогами наказу № 509 Міністерства аграрної політики та продовольства України від 2 грудня 2016 року. Цей наказ регламентує "Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою", на підставі якого було прийнято наступні рішення:

1) Координатною основою при здійсненні робіт із землеустрою є Державна геодезична референсна система координат УСК-2000.

2) Система координат УСК-2000 встановлюється за умови паралельності її осей просторовим осям системи ITRS. За поверхню відліку в системі координат УСК-2000 приймається референц-еліпсоїд Красовського.

3) Система координат УСК-2000 має однозначний геодезичний зв'язок із системою ITRS/ITRF2000.

4) Нормальні висоти геодезичних пунктів визначаються в Балтійській системі висот 1977 року, вихідним початком якої є нуль Кронштадтського футштока.

5) Система координат УСК-2000 на місцевості закріплена пунктами ДГМ.

6) Для обробки супутникових геодезичних спостережень використовується прикладне програмне забезпечення виробників приймачів ГНСС.

Перехід від просторових прямокутних координат X, Y, Z у системах координат ITRS/ITRF2000 до просторових прямокутних координат X, Y, Z в системі координат УСК-2000 виконується за методом Гельмерта з використанням таких наближених параметрів:

$$\Delta X = -24,322 \text{ м};$$

$$\Delta Y = 121,372 \text{ м};$$

$$\Delta Z = 75,847 \text{ м};$$

$$\epsilon X = 0'';$$

$$\epsilon Y = 0'';$$

$$\epsilon Z = 0'';$$

$$\mu = 0,$$

де $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ - величини зміщення центра системи координат ITRS/ITRF2000 відносно центра системи координат УСК-2000 за осями X, Y, Z ;

$\epsilon X, \epsilon Y, \epsilon Z$ - величини кутів повороту осей системи координат ITRS/ITRF2000 відносно осей системи координат УСК-2000 за осями X, Y, Z ;

m - величина зміни масштабного коефіцієнта. [7]

2.4 Створення ЗГРО та ВГРО

Геодезична розмічувальна основа – це геодезична мережа, яка прив’язана до опорної геодезичної мережі і метою якої є перенесення проєкту на місцевість (червоні лінії, будівельна сітка). Геодезична розмічувальна мережа будівельного майданчика поділяється на зовнішню і внутрішню мережу, а також планову й висотну.

Щодо щільності й розташування пунктів геодезичної розмічувальної основи є кілька основних вимог:

- похибки взаємного положення суміжних пунктів мережі повинні узгоджуватись з необхідною точністю з’єднання (монтажу) конструкцій споруд, технологічного устаткування, трубопроводів;

- щільність пунктів повинна бути достатньою для оперативного виконання розмічувальних робіт, контрольних-монтажних вимірювань і визначення деформації фундаментів і конструкцій споруд та обладнання;

- при виборі місця розташування пунктів мережі слід враховувати можливість їх надійного збереження і доступу в процесі виконання робіт, максимального використання і передачі вертикальним проєктуванням на монтажні горизонти;

- похибка взаємного положення суміжних пунктів мережі в плані та по висоті повинна бути в 2-3 рази менше, ніж похибка вивіряння положення елементів споруд. [8]

Пункти геодезичної розмічувальної основи закріплюються центрами геодезичних пунктів, які прив’язані до пунктів опорної геодезичної мережі.

Для винесення головних та основних осей будівлі будується зовнішня геодезична розмічувальна основа. Також зовнішня розмічувальна основа служить для планування будівельного майданчику, підготовки котловану та монтажу фундаменту.

Лише після монтажу перекриття першого поверху будується внутрішня геодезична розмічувальна основа, яка поступово переноситься на вищі поверхи. Призначення даної основи для виконання розмічувальних робіт при монтажу різних будівельних конструкцій та елементів, а також контролю відповідності встановлених конструкцій згідно проєкту. Пункти внутрішньої розмічувальної геодезичної закріплюються у вигляді мережі геодезичних пунктів на вихідному і монтажних горизонтах будівель. Для типових споруд розмічувальна мережа закріплюється вже на існуючих сусідніх будинка та спорудах. Проєктне положення конрукцій при їх монтажу визначається електронним тахеометром відповідної точності у режимі безвідбивача.

Креслення геодезичної розмічувальної основи виконується в масштабі генерального плану будівельного майданчика (рис.2.4.1).

Наступним етапом є створення будівельної сітки. Для початку, щоб запобігти появі від'ємних значень абсцис і ординат при геодезичній підготовці проекту початком координат вважаємо пункт сітки, розміщений в південно-західному куті будмайданчика. Від нього обчислюватимемо координати інших пунктів за прийнятими в проекті довжинами сторін сітки.

Для побудови будівельної сітки використано полігонометричний метод, методика якого полягає за допомогою електронного тахеометра відкладається кут та відстань.

Взаємне планове розташування точок будівельної сітки визначається з похибкою $\pm 10...20$ мм.

Побудувавши будівельну сітку можна було б винести всі осі будівлі, проте на будівництві використовуватиметься електронний тахеометр і є можливість запису координат осей в пам'ять тахеометра. При монтажі різних конструкцій, прилад необхідно зорієнтувати методом вільної станції і по попередньо записаних координатах проектного положення конструкцій змонтувати їх.

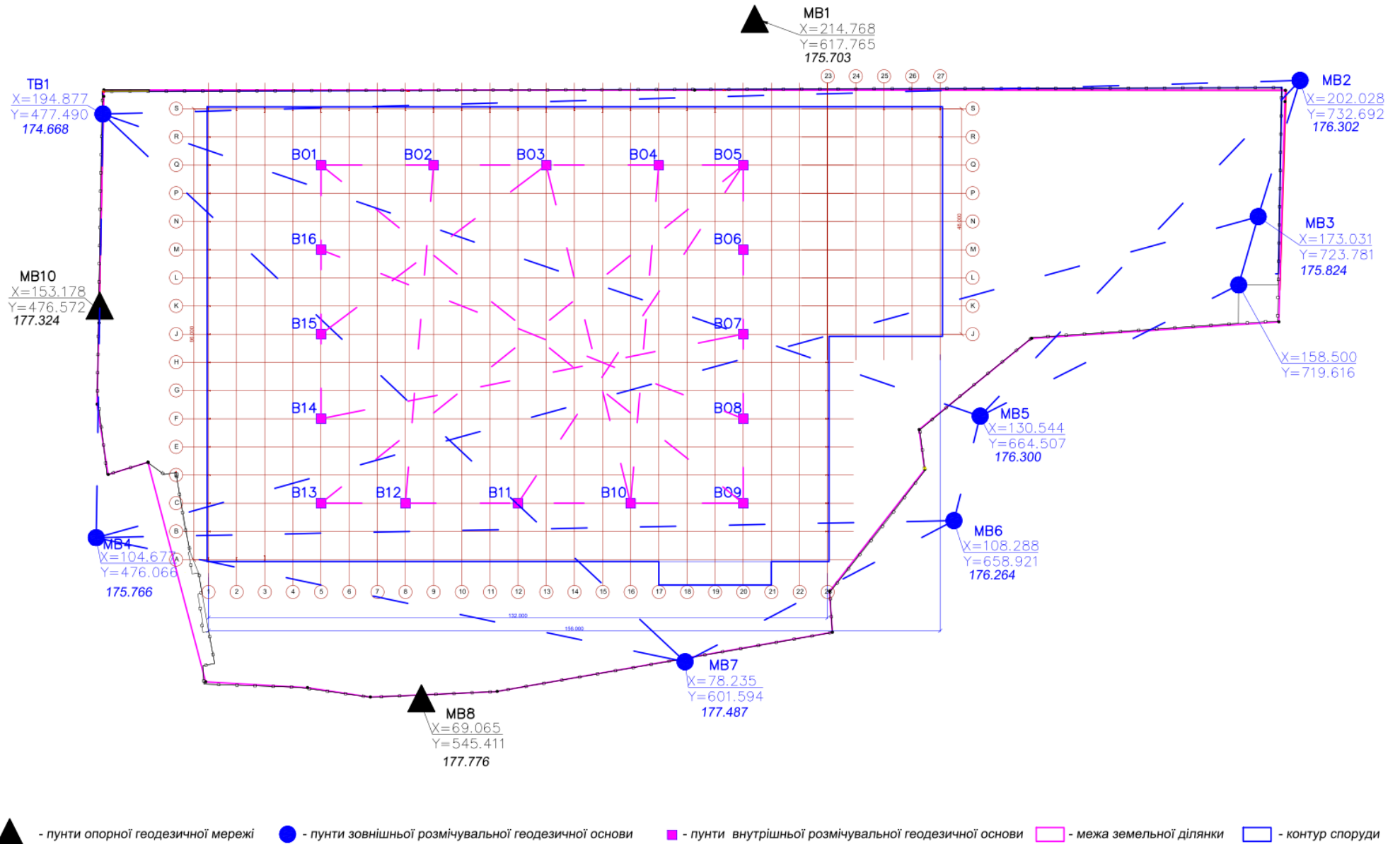


Рисунок 2.4.1 Схема ЗГРО та ВГРО

2.5 Створення висотної геодезичної основи

Створення внутрішньої висотної геодезичної основи дозволяє забезпечити точне визначення різниць між точками на будівельному об'єкті, що є необхідним для проведення будівельно-монтажних робіт, контролю деформацій конструкцій, а також забезпечення відповідності проектним відміткам.

Пункти внутрішньої висотної мережі (репери і марки) закріплюються в конструкціях вихідного горизонту (фундаменту або першого поверху). Число пунктів вихідної висотної мережі повинно бути не менше трьох. Передачу відміток на пункти внутрішньої висотної мережі вихідного горизонту виконуються від реперів РМБМ. Відмітки пунктів висотної мережі вихідного горизонту обчислюються в двох системах: державної і в умовній системі будівлі (від будівельного нуля, яким приймається рівень підлоги першого поверху цього будинку).

Вихідними пунктами для передачі відміток пунктам внутрішньої розмічувальної основи є пункти опорної геодезичної мережі. Першим пунктом нівелірного ходу вибрано пункт МВ10, а кінцевим МВ1.

При прокладанні нівелірного ходу було визначено відмітки пунктів В15, В02 та В04.

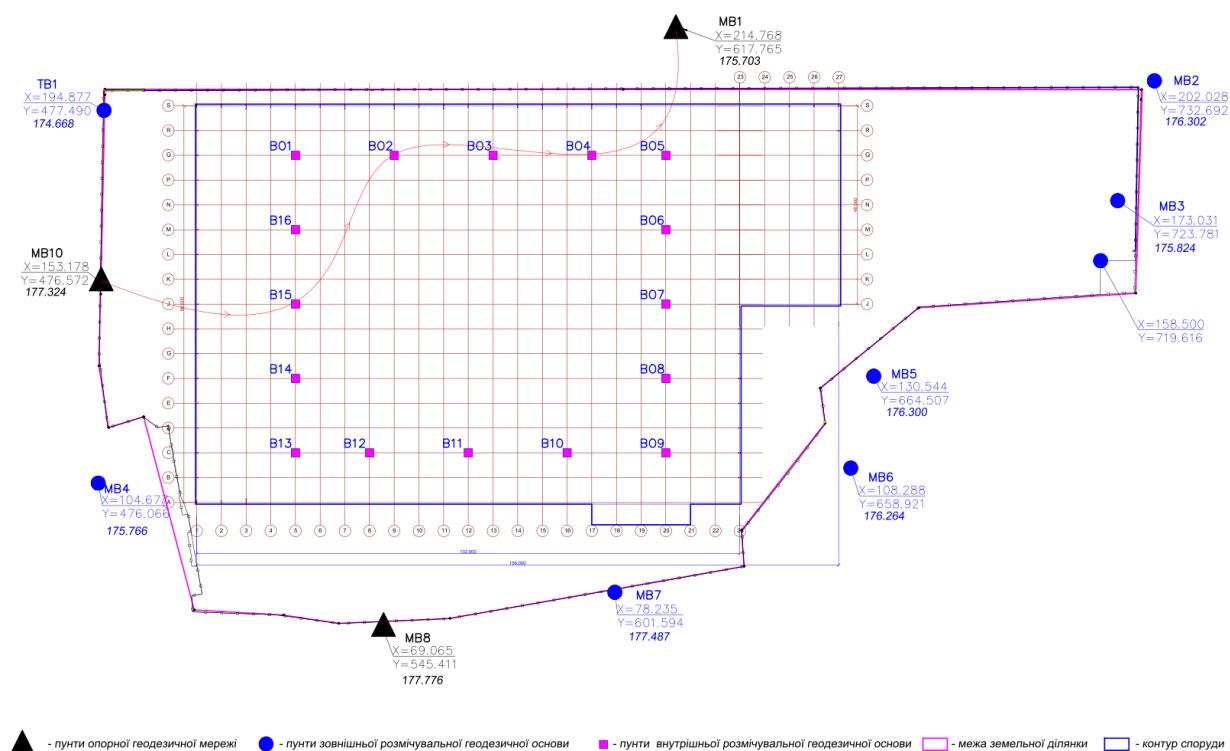


Рисунок 2.5.1 Схема висотної геодезичної основи

Точність побудови внутрішньої висотної мережі повинна бути такою ж, як і при побудові зовнішньої висотної мережі.

Нівелювання виконано згідно вимог IV класу способом геометричного нівелювання від пунктів опорної геодезичної мережі через пункти ВГРО з контролем на один репер.

Основними вимогами до нівелювання IV класу є середня квадратична похибка на 1 км ходу не повина перевищувати 10 мм, нормальна довжина візирного променя 100-150 метрів, нерівність плечей на станції не повинна перевищувати 5 м, а в ході – 10 м, також висота візирного променя над землею повинна бути не менша 20 см.

2.6 Геодезичне забезпечення будівництва споруди

Головною задачею геодезичного забезпечення будівництва споруди є встановлення у проєктне положення монтажних будівельних конструкцій.

Обов'язково на кожному етапі робіт виконується виконавче геодезичне знімання, на якому зображено відхилення фактичного положення конструкцій від проєктного.

Першим етапом будівництва даної споруди був монтаж палі. Палі залізобетонні, за способом заглиблення – ударні. Перед проведенням монтажних робіт проведено трасування будівельного майданчика, на наявність інженерних мереж, їх не було виявлено, тому розпочався процес монтажу. Суть геодезичних робіт при даному виді робіт полягає у визначенні планового та висотного положення палі. Згідно схеми пального поля (рис.2.6.1) винесено в натуру палі.

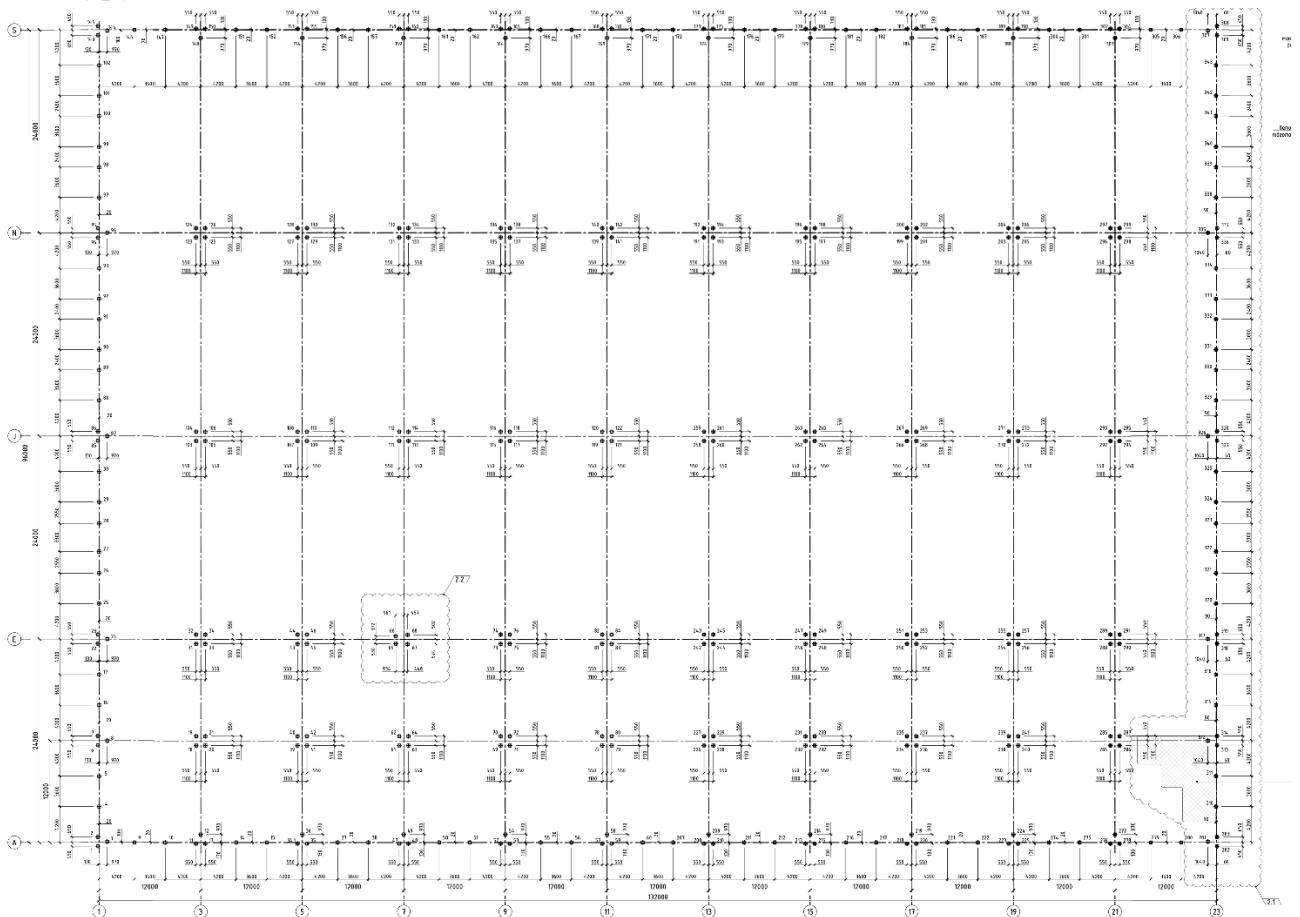


Рисунок 2.6.1 Схема пального поля

Після монтажу палі виконано виконавче геодезичне креслення. Гранична похибка положення палі у плані складає $\pm 30\text{мм}$ та по висоті $\pm 20\text{мм}$.

Наступним етапом є розриття котловану. Згідно схеми розташування ростверків (рис.2.6.2) взято параметри котловану, такі як ширина, глибина та розташування.

Для передачі позначок в котлован використовується тахеометр. Для роботи його встановлюють та приводять в робоче положення над репером з відомою висотою, або поза ним якщо, відсутня видимість на дно котловану, визначивши при цьому горизонт приладу b , встановивши відбивач при цьому над визначувальним репером.

Здійснюючи вимірювання висоти розташування тахеометра над відбивачем Δh , а також знаючи висоту відбивача, можна отримати значення відмітки НА дна котловану у програмі тахеометра.

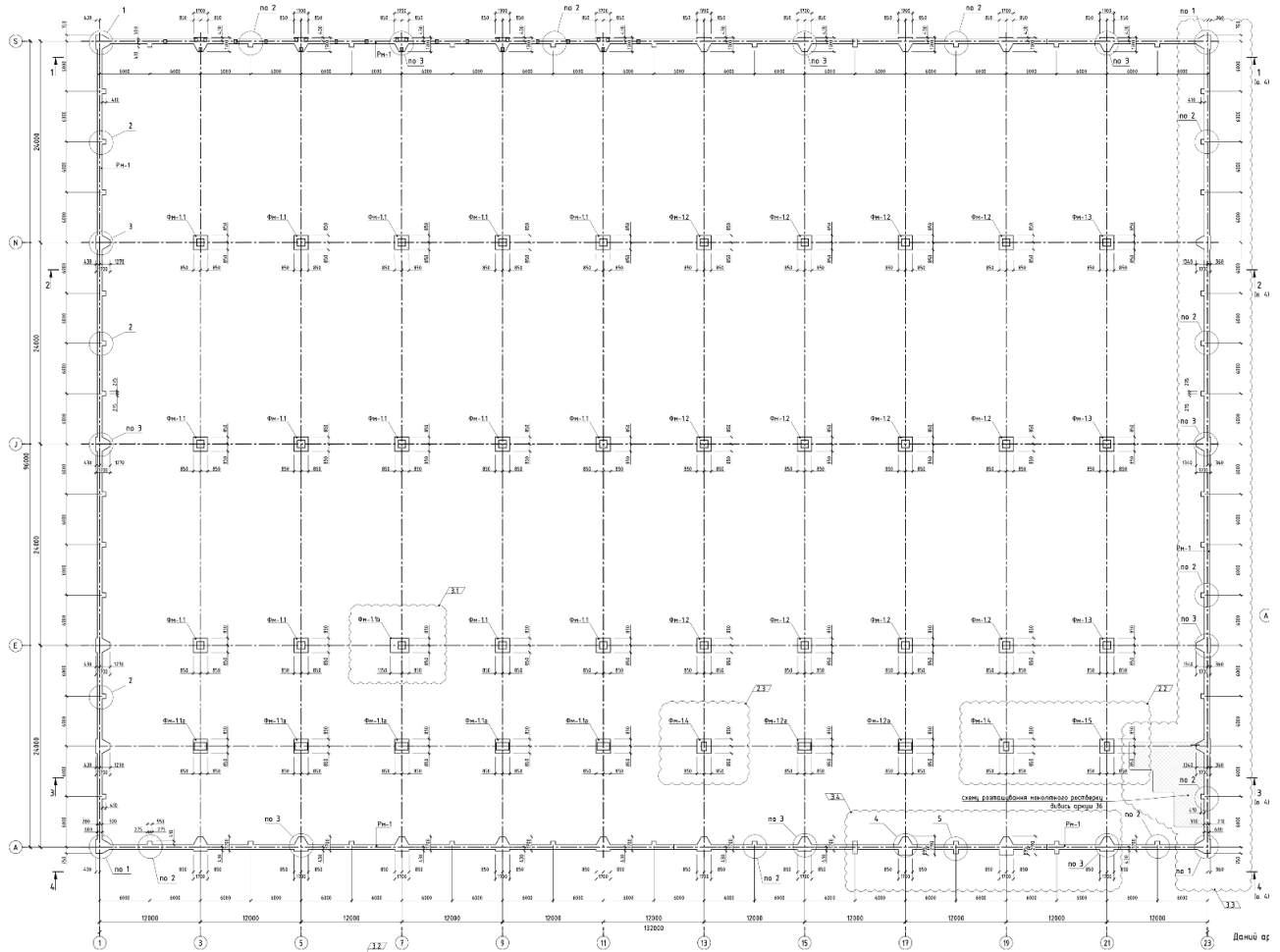


Рисунок 2.6.2 Схема розташування ростверків

Глибина котловану перевіряється за допомогою переносних візирок, що встановлюються після проходження спецтехніки (ескаваторів та ін.). Після закінчення роботи спецтехніки перевіряють геометричні розміри й позначки котлованів.

При будівництві фундаментів дно котловану підчищають вручну. Для цього в дно забивають (приблизно через кожні 2 м) кілки, на які переносять позначки й підписують величину вибирання (наприклад, "-2,5 см") або підсипання (наприклад, "+2,5 см"). Після виконаних земляних робіт складаються акти й виконавчі схеми, на яких показано фактичні позначки дна.

Далі виконуються роботи по монтажу монолітних ростверків. У місцях де змонтовані палі згідно проєкту заливають фундаментну подушку, відхилення висотного положення якої не має перевищувати 10 мм. Після підбувається зв'язування каркасу ростверки (рис.2.6.3).



Рисунок 2.6.3 Зв'язаний арматурний каркас монолітної ростверки
Зв'язавши каркас ростверки і влаштувавши опалубку, заливається бетон (рис.2.6.4).

Після зняття опалубки проводиться виконавче геодезичне знімання, на якому зображено планове та висотне відхилення монолітних ростверок від проєкту.



Рисунок 2.6.4 Монолітна ростверка після залиття бетону

Наступним етапом є влаштування анкерних блоків, на рис. 2.6.4 видно, як влаштовується анкерний блок. Для виставлення у правильне положення анкерного блоку необхідно спочатку вирівняти його в висотному положенні (рис.2.6.5), для цього необхідно навестись на центр геодезичної марки, яку необхідно поставити на верх чотирьох болтів анкерного блоку, допустиме відхилення 5 мм. Далі влаштовується анкерний блок у плановому положенні, для цього також необхідно навестись на центр марки та змістити кожен сторону в її проєктне положення.

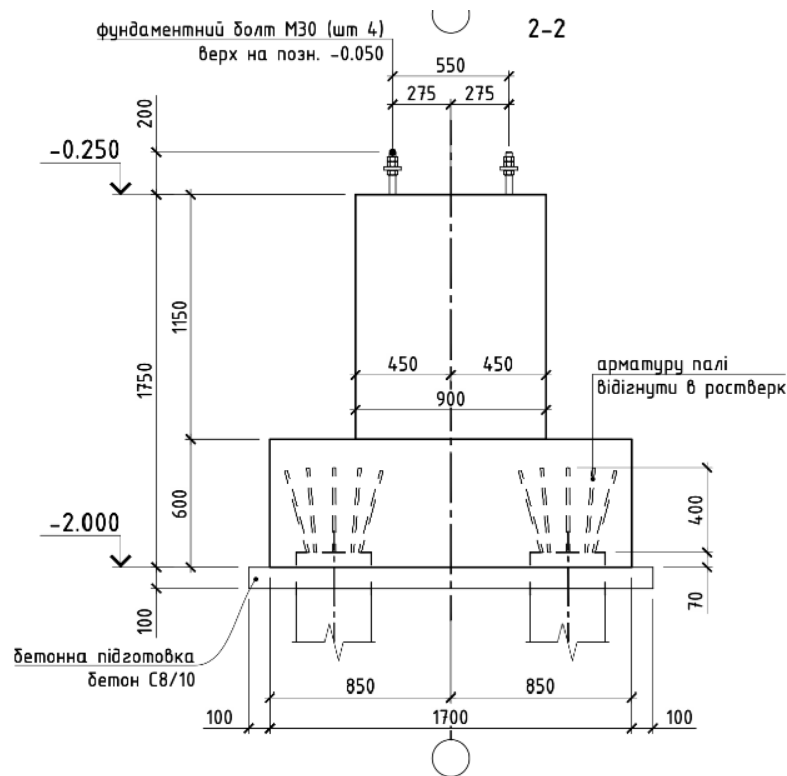


Рисунок 2.6.5 Проєктні відмітки анкерного блоку

Після фіксації та влаштування анкерних блоків проводиться виконавче геодезичне знімання, допустиме відхилення у плані 5 мм та по висоті 10 мм.

На поверхні анкерного блоку проводиться розмітка монтажних осей. Далі на анкерні блоки монтується колони. При монтажі колон висотою 15 метрів відхилення верху колони від низу не повинно перевищувати 20 мм. При монтажі колон встановлюється тахеометр таким чином, щоб було чудова видимість на дві сторони колони, на цих сторонах ставляться містки на верху колони посередині, а також в низу колони. Першим етапом є перевірка висотного положення колони, а після планового. При встановленні колони в плановому положенні спочатку необхідно наводитися на низ колони, а потім на верх колони із тієї самої сторони і після того визначати відхилення і вирівнювати колону.

Після закріплення колон виконується виконавче геодезичне знімання у плановому та висотному положеннях. У плановому положенні допустиме

відхилення верху колони від осі складає 20мм, також відмітка верху колони не повинна відхилятися більше ніж на 20мм.

Після встановлення колон, монтуються балки, ферми, стінові панель та перекриття. Дана споруда одноповерхова тому потреби у передачі ВГРО з вихідного монтажного горизонту на інший немає.

2.7 Попередній розрахунок точності, вибір геодезичного забезпечення

При розробленні проекту споруди вказуються всі необхідні розміри та її форми, тому задачею геодезичних робіт є забезпечення цих форм і розмірів під час монтажу будівельних конструкцій із необхідною точністю.

Для кожного виду робіт необхідна різна точність, для початку проведемо розрахунок точності побудови зовнішньої геодезичної розмічувальної основи.

Побудова ЗГРО буде виконуватися електронним тахеометром способом полярних координат.

Точність розмічування пункту вираховується за формулою:

$$m_P = \sqrt{\left(\frac{sm_\beta}{\rho}\right)^2 + m_s^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_\phi^2}$$

де, m_β – похибка відкладання горизонтального кута;

m_s – похибка відкладання горизонтального прокладання;

m_1 – похибка центрування тахеометра;

m_2 – похибка візирної марки з рефлексом;

m_ϕ – похибка фіксування розмічувальної точки.

Згідно підрозділу 1.3 Вимоги та допуски при виконанні геодезичних робіт при будівництві споруд даної дипломної роботи було прийнято допустимі похибки точності геодезичних робіт. Для розрахунку точності взято найдовшу відстань від пункту опорного геодезичного пункту до пункту ЗГРО, а саме лінію MB1-MB2, довжина якої складає 116,871 метр.

$$m_P = \sqrt{\left(\frac{116,871 \times 15''}{206265}\right)^2 + 2,3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 2,87 \text{ мм.}$$

Виходячи з розрахунку, точність побудови пункту ЗГРО MB2 складає 2,87 мм.

Побудова ВГРО також буде відбуватися методом полярних координат, розрахунок відбувається за тією ж формулою. Точність побудови ВГРО повинна бути дещо вищою за точність ЗГРО. Найдовша відстань від пункту ВГРО до пункту опорної геодезичної мережі складає 80,66 м між пунктами MB8 та B09.

$$m_P = \sqrt{\left(\frac{80,66 \times 10''}{206265}\right)^2 + 1,6^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 2,36 \text{ мм.}$$

Точність розмічування основних та детальних осей споруди не повинна перевищувати 3 мм, задля розрахунку точності винесення основних та детальних осей полярним методом використаю формулу:

$$m_P = \sqrt{1,7^2 + \left(\frac{5''}{206265}\right) \times 166^2} = 1,88 \text{ мм.}$$

Розмічувальні роботи монтажних конструкцій на будівельному майданчику також повинні виконуватися з необхідною точністю, похибка відкладання горизонтального кута складає 15'', а похибка відкладання відстані - 3 мм. За формулою буде визначено точність розмічувальних робіт:

$$m_p = \sqrt{\left(\frac{50,00 \times 15''}{206265}\right)^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 3,46 \text{ мм.}$$

Висотна геодезична мережа побудована способом геометричного нівелювання. Буде прокладено хід геометричного нівелювання IV класу. Нівелювання виконуватиметься способом із середини, перевищення між пунктами знаходитиметься як різниця відліків передньою та задньою рейки. Середня квадратична похибка визначення позначок на монтажному горизонті відносно 3 мм.

Для забезпечення необхідної точності буде використано нівелір SOKKIA B30A (рис.2.7.1).



Рисунок 2.7.1 Нівелір SOKKIA B30A

Нівелір Sokkia B30A оснащений новим компенсатором, торсіони якого виготовлені з міцного матеріалу з мінімальним коефіцієнтом температурного розширення. Дуже тонке налаштування магнітного демпфера легко і швидко справляється з будь-якими коливаннями. Це дозволяє проводити вимірювання поблизу роботи важких машин і механізмів, а також жвавих автодоріг. Нівелір нового покоління Sokkia B30A оснащений освітленою оптикою, прогумованими ручками гвинтів, покращеним пило-/вологозахистом, зручною системою вирівнювання, закритим горизонтальним лімбаом.

Технічні характеристики:

Збільшення (кратність): 28х;

Похибка (точність): 1.5 мм/км;

Компенсатор: 3 магнітним демпфером;

Клас захисту: IP66;

Діапазон робочих температур -20°...+50°С.

Для створення опорної геодезичної мережі необхідно GNSS-комплект, буде обрано комплект Leica, модель бази LEICA GS16 (рис. 2.7.2) та ровера LEICA GS07 (рис. 2.7.3).



Рисунок 2.7.2 База LEICA GS16



Рисунок 2.7.3 База LEICA GS16

Геодезичний RTK ровер Leica GS07 поєднує в собі легкість, компактність і точність сучасної GNSS антени, а високоточний ГНСС приймач Leica GS16 серії Viva — підходить для вирішення інженерно-геодезичних завдань будь-якої складності. Комплект GNSS, що складається з приймача GS16 як бази і GS07 як ровера — це оптимальне рішення, для забезпечення дійсно надійних результатів, в умовах відсутності якісного покриття GSM.

Технічні характеристики:

Точність 2D (статика): 3 мм + 0,5 ppm;

Точність 3D (статика): 5 мм + 0.5 ppm* / 6 мм + 0.5 ppm**

Точність 2D (RTK): 8 мм + 0.5 ppm (мережеве)* / 10 мм + 0.5 ppm

Точність 3D (RTK): 15 мм + 0.5 ppm (мережеве)* / 20 мм + 0.5 ppm

Час ініціалізації: 4 с* / 6 с**;

Рівень захисту: IP68;

Маса: 0,93* кг / 0,70** кг;

Робоча температура: -40° .. +65°C.

*Параметр для Leica GS16

**Параметр для Leica GS07

Для розмічувальних робіт використовуватиметься роботизований тахеометр Sokkia iX-603 (рис. 2.7.4). Флагманський ультразвуковий двигун роботизованого тахеометра SOKKIA iX-603 забезпечує точні і продуктивні робочі процеси. Роботизований тахеометр SOKKIA iX-603 допомагає точно викласти або обстежити велику кількість точок за менший час та поліпшити якість та узгодженість виконаних робіт. Прості у використанні цифрові

процеси з повторюваними точними результатами означають менше переробок і кращу якість.



Рисунок 2.7.4 Роботизований тахеометр Sokkia CX-103

Технічні характеристики:

Дальність вимірювання відстаней без відбивача, м: до 500;

Дальність вимірювання відстаней на плівковий відбивач, м: до 500;

Дальність вимірювання відстаней на призму, м: до 5000;

Точність вимірювання відстаней без відбивача, мм: 3мм+2мм/км;

Точність вимірювання відстаней на плівковий відбивач, мм: 3мм+2мм/км;

Точність вимірювання відстаней на призму, мм: 2мм+2мм/км;

Збільшення зорової труби: 30х;

Мінімальна відстань фокусування, м: 1,3;

Швидкість обертання приладу: 85° в сек.

Кутова точність: 3";

Лазерний візир: Є (червоний коаксіальний);

Діапазон роботи компенсатора: $\pm 3'$;

Тип центрира: оптичний, збільшення: 3х, зображення: пряме, мін. відст. фокусування: 0,5 м;

Діапазон робочих температур: -20°C... +50°C;

РОЗДІЛ 3. РАХУНКИ КОШТОРИСУ БУДІВНИЦТВА

3.1 Організація геодезичних робіт

Геодезичні роботи – це роботи з визначення просторового положення будівель (споруд), визначення форм та розмірів об'єктів, а також одержання геометричних, аналітичних та цифрових моделей просторових об'єктів, визначення, контролю та моделювання просторового положення об'єктів, які виконуються геодезичними методами, геодезичними приладами та інструментами.

Геодезичні роботи в будівництві потрібно виконувати відповідно до єдиного для конкретного будівельного майданчика графіка, ув'язаного зі строками та технологією виконання загальнобудівельних, монтажних та спеціальних робіт, у обсязі та з точністю, що забезпечують при розміщенні та зведені об'єктів будівництва, у відповідності з геометричними параметрами проектної документації та вимогами будівельних норм і правил, державних стандартів.

До початку виконання геодезичних робіт на будівельному майданчику робочі креслення (згідно вимог ДСТУ Б А.2.4-6), які використовуються при розмічувальних роботах, повинні бути перевірені в частині взаємного погодження розмірів, координат і позначок висот та дозволені до виконання технічним наглядом замовника.

Створення геодезичної мережі для будівництва (опорна геодезична мережа та зовнішня розмічувальна мережа, червоні лінії, будівельна сітка), спостереження за її сталістю та геодезичні вимірювання деформацій (моніторинг) основ, фундаментів, конструкцій будівель (споруд) їх час тин, фундаментів технологічного устаткування об'єкта нового будівництва та будинків, інженерних мереж, підземних споруд та об'єктів інфраструктури, що його оточують, у процесі будівництва є обов'язком замовника.

При виконанні комплексу геодезичних робіт на об'єкті будівництва працівники геодезичної служби повинні вести у відповідній формі, дотримуючись правил заповнення "Журнал виконання геодезичних робіт та геодезичного контролю", "Польовий журнал геодезичних вимірювань", "Журнал виконавчих геодезичних схем".

Геодезичний моніторинг – комплекс геодезичних робіт та систематичних спостережень за динамікою розвитку деформацій в період будівництва та експлуатації будівлі (споруди).

Геодезичний моніторинг у період експлуатації слід проводити переважно з використанням автоматизованих комплексів. Вимоги до геодезичного

моніторингу повинні бути відображені в проектній документації та уточнюються в ПВГР та в проекті моніторингу.

3.2 Витрати на будівництво

При розробленні проекту на будівництво також створюється кошторис на будівництво. Особливу увагу в структурі кошторису займають саме геодезичні роботи, адже вони є ключовим етапом, що забезпечує точність просторового розташування об'єкта, контроль будівельних процесів та їх відповідність проектній документації. Геодезичне супроводження — це не лише вимірювання, а основа прийняття інженерних рішень, тому його частка у загальній вартості будівництва є обґрунтовано значущою. Враховуючи специфіку будівельного процесу, особливості міської інфраструктури м. Києва та поточний рівень ринкових цін станом на 2025 рік, було складено локальний кошторис.

КОШТОРИС №1

на проектні, науково-проектні, вишукувальні роботи

Форма №2-П

Складське приміщення в м.Києві. Етап будівництва
(найменування об'єкта будівництва, стадії проектування,
Інженерно-геодезичні вишукувальні роботи
(виду проектних, науково-проектних вишукувальних робіт)

Найменування проектної (науково-проектної, вишукувальної) організації:
ТОВ Колесник В.О.

Таблиця 1

№	Види робіт	Назва документа обґрунтування та № № частин, глав, таблиць, пунктів	Розрахунок	Вартість, грн
1	Топографічна зйомка (М 1:500)	Дод.18, табл.1, п.1	20 000 × 1,15 × 1,3824	31 795
2	Винесення меж земельної ділянки	Дод.18, табл.1, п.2	1 000 × 1,2 × 17	20 400
3	Створення зовнішньої геодезичної основи	Дод.18, табл.1, п.3	6 000×1,1×1	6 600
4	Створення внутрішньої геодезичної основи	Дод.18, табл.1, п.3	6 000×1,1×1	6 600

Продовження таблиці 1

5	Винесення осей будівлі	Дод.18, табл.1, п.5	700×1,2×44	36 960
6	Винесення осей колон	Дод.18, табл.6, п.6	700×1,2×44	36 960
7	Геодезичний супровід земляних робіт	Дод.18, табл.2, п.6	2 800 × 1,3 × 8	29 120
8	Контроль фундаментів	Дод.18, табл.6, п.2	2 800 × 1,3 × 15	35 000
9	Нівелювання (висотна розмітка)	Дод.18, табл.6, п.3	2 500 × 1,15 × 10	28 750
10	Виконавча зйомка фундаментів	Дод.18, табл.1, п.4	18 000 × 1,2 × 1,3824	29 893
11	Зйомка металоконструкцій	Дод.18, табл.1, п.7	2 500 × 1,2 × 10	15 000
12	Виконавча зйомка інженерних мереж	Дод.18, табл.1, п.9	10 000 × 1,2 × 1,2	14 400
13	Спостереження за деформаціями	Дод.18, табл.1, п.10	1 200 × 1,3 × 6	9 360
14	Камеральна обробка матеріалів	Дод.18, табл.1, п.11	8 000×1,1×1	8 800
	Разом			309 638

Всього за кошторисом триста дев'ять тисяч шістсот тридцять вісім гривень.

Кошторис склав _____

(підпис)

(ПІБ)

3.3 Охорона праці

Під час проектування, будівництва і реконструкції будинків і споруд заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Забезпечення безпечних умов праці, додержання прав працівників відповідно до вимог чинного законодавства у сфері охорони праці на підприємствах покладається Законом України «Про охорону праці» (далі – Закон) на роботодавця.

Будівельні майданчики (площадки будівельних і промислових підприємств з об'єктами будівництва, що знаходяться на них, виробничими і санітарно-побутовими приміщеннями і спорудами), ділянки робіт і робочі місця мають бути підготовлені для безпечного виконання робіт.

На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, ноші, фіксуючі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги.

Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.

Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Під час виконання земляних та інших робіт у котлованах, траншеях необхідно вжити заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- обвалення гірських порід(грунтів);
- падіння шматків породи;
- машини та їх робочі органи, що рухаються, предмети, що ними переміщуються;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання кого може відбутися через тіло людини;

- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- патогенні мікроорганізми.

Під час монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів і обладнання (далі – виконання монтажних робіт) необхідно передбачати заходи із запобігання негативному впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- розташування робочих місць поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більше;
- машини, що рухаються, їх робочі органи; переміщення конструкцій, матеріалів;
- обвалення елементів конструкцій будівель і споруд;
- падіння матеріалів, інструменту;
- виконання робіт у зоні поблизу повітряних ліній електропередачі;
- піднімання вантажів, вага яких перевищує вантажопідйомність механізмів;
- недостатня жорсткість конструкції, яка може призвести до її руйнування під час монтажу; - перекидання машин, падіння їх частин;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання кого може відбутися через тіло людини.

У робочій зоні монтажних робіт не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб.

Висновки

Під час виконання цієї дипломної роботи я мав змогу глибше ознайомитися з особливостями геодезичного супроводу будівництва складських приміщень. Для мене, як студента, це була добра нагода не просто повторити теоретичні знання, а й розібратися в практичних аспектах виконання геодезичних робіт — від підготовки до винесення проекту на місцевість і аж до контролю за точністю виконання будівельно-монтажних процесів.

Робота над дипломом дозволила мені краще зрозуміти логіку організації геодезичного забезпечення: від рекогностування і створення опорної мережі до перенесення осей споруди та контролю точності монтажу конструкцій. Найцікавішим, на мою думку, етапом було застосування GNSS-методів — це дало змогу побачити переваги сучасного обладнання на практиці.

Особливу увагу я приділяв тому, щоб виконані розрахунки точності відповідали нормативним вимогам. У своїх розрахунках я дійшов висновку, що обрані мною методи (наприклад, спосіб полярних координат для розмічування) дозволяють досягти необхідної точності при меншому обсязі трудовитрат, що важливо з точки зору економіки будівництва.

У процесі підготовки роботи я користувався як чинними державними стандартами (ДСТУ, ДБН), так і власними спостереженнями під час навчальної практики. Це дало змогу мені краще поєднати теоретичні знання з практикою і впевнено орієнтуватися у професійних завданнях геодезиста.

Вважаю, що виконання цієї випускної роботи стало для мене важливим етапом становлення як молодого фахівця, і я сподіваюся, що отримані знання та навички стануть гарною основою для подальшого професійного зростання.

Перелік використаних джерел

1. С.П. Войтенко, Р.В. Шульц, О.М. Самойленко, О.В. Адаменко, І.Р. Александровський, О.С. Малашук, Р.Г. Юрковський, Т.В. Мовчан, Д.В. Булишева Інженерна геодезія: Основи інженерної геодезії. Підручник для здобувачів освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій». Одеса: «ПРЕС-КУР'ЄР», 2021. 632 с.
2. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Геодезичні роботи у будівництві. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 182 с.
3. Тельнов В. Г. Геодезія. Навчальний посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка. 2019. 317 с.
4. Закон України. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність від 23.12.1998 № 353-XIV
5. Закон України. Про охорону праці від 14.10.1992 № 2694-XII
6. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва"
7. ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві" із Зміною №1
8. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою
9. Баран П.І. Інженерна геодезія: Монографія. — Київ: Віпол, 2012. — 618 с.
10. Бачишин Б.Д. Інженерна геодезія: навч. посібник. [Електронне видання]. – Рівне: НУВГП, 2020. – 196 с.
11. Зуска А.В. Інженерна геодезія: навч. посібник. М-во освіти і науки України, Нац. гір. ун-т – Дніпро: НГУ, 2016. – 209 с.
12. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві"