

**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:

«Геодезичні роботи при будівництві каркасного будинку»

Прокопчук Ангеліна Валентинівна
(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2023 р.

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 БАКАЛАВРА

«Геодезичні роботи при будівництві каркасного будинку»
(назва)

Виконала студент групи зГД-51

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Прокопчук Ангеліна Валентинівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Анненков Андрій Олександрович.
(прізвище та ініціали)

Професор, доктор 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: **бакалавр за освітньо-професійною програмою**

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ГІСУТ

Нестеренко О. В.

“ ___ ” _____ 20__ року

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

Прокопчук Ангеліни Валентинівни

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Геодезичне роботи при будівництві каркасного будинку» затверджена наказом ректора КНУБА №663/2 від “ 29” березня 2023 року.
2. Керівник роботи: Анненков Андрій Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 06.06.2023
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Теоретична основа
 - Р. 2. Технологія геодезичного забезпечення будівництва будівель
 - Р. 3. Методика інженерн- геодезичного забезпечення будівництва висотної будівлі каркасно-монолітного типу
 - Р. 4. Техніка безпеки при виконанні геодезичних робіт
 - Р. 5. Практична реалізація геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку
5. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Теоретична основа	25.03.2023
Розділ 2. Технологія геодезичного забезпечення будівництва будівель	15.04.2023

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 3.Методика інженерн- геодезичного забезпечення будівництва висотної будівлі каркасно-монолітного типу	05.05.2023
Розділ 4.Техніка безпеки при виконанні геодезичних робіт	20.05.2023
Розділ 5.Практична реалізація геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку	30.05.2023
Остаточне оформлення роботи	05.06.2023
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	06.06.2023
Попередній захист роботи на кафедрі	15.06.2022

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

7. Дата видачі завдання: « 16 » березня 2023 року.

Зав. кафедри ІГ

_____ (підпис)

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

Керівник

Підпис керівника підтверджую
(підпис)

Анненков А.О.
(прізвище та ініціали)

Студент

Підпис студента підтверджую
(підпис)

Прокопчук А.В.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	6
1. Теоретична основа	
1.1.Огляд літератури з геодезичних робіт.....	8
1.2.Основні принципи геодезичних робіт при будівництві.....	10
2. Технологія геодезичного забезпечення будівництва будівель	
2.1.Архітектурно-конструктивні характеристики об'єкту.....	12
2.2.Методи побудови зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівлі.....	14
2.3.Закріплення геодезичної мережі розмічувальної мережі будівельного майданчика.....	15
2.4.Метод лінійно-кутових побудов.....	26
2.5.Методи винесення в натуру та закріплення головних та основних осей будівлі.....	31
2.6.Методи створення висотної геодезичної мережі об'єкту.....	33
2.7.Методи геодезичного забезпечення монтажу будівельних конструкцій.....	37
3. Методика інженерн- геодезичного забезпечення будівництва висотної будівлі каркасно-монолітного типу	
3.1. Створення зовнішньої геодезичної мережі об'єкту.....	40
3.2.. Геодезичні роботи при забезпеченні будівництва нульового циклу...42	
3.3.Створення внутрішньої геодезичної мережі будівлі та передача пунктів на монтажні горизонти.....	44
3.4. Методи вертикального проектування.....	45
4. Техніка безпеки при виконанні геодезичних робіт	
4.1. Аналіз потенційних небезпек та ризиків.....	53
4.2.Застосування персонального захисту.....	54
4.3.Безпека роботи з геодезичним обладнанням та інструментами.....	55
5. Практична реалізація геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку	
5.1 Вибір і налаштування геодезичного обладнання.....	57
5.2 Виконання геодезичних вимірювань на практиці.....	58
5.3 Обробка і аналіз результатів геодезичних робіт.....	61
5.4 Звітність та документування результатів.....	62
Висновок.....	65
Список використаних джерел.....	67

ВСТУП

Геодезичні роботи в будівництві мають важливе значення для забезпечення точності та якості процесу будівництва. Одним із видів будівель, що набувають все більшої популярності, є каркасні будинки. Їх конструкція, яка базується на металевих або дерев'яних каркасах, дозволяє швидше та ефективніше виконувати будівельні роботи порівняно з традиційними способами.

Однак, успішне будівництво каркасних будинків вимагає високої точності виконання геодезичних робіт. Забезпечення правильних розмірів, геометрії та розташування будівельних елементів відіграє вирішальну роль у підтриманні стабільності та надійності конструкції. Тому, ретельне планування та виконання геодезичних робіт стає необхідним етапом у будівництві каркасних будинків.

Метою даної дипломної роботи є дослідження геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку з урахуванням економічних, організаційних та технічних аспектів. В роботі будуть розглянуті основні принципи геодезичних робіт, методики виконання вимірювань, а також вимоги до точності та безпеки робіт. Окремо будуть розглянуті економічні аспекти геодезичних робіт, зокрема їх вплив на вартість та оптимізацію будівництва каркасного будинку.

Дана робота має практичне значення для спеціалістів у галузі геодезії та будівництва, а також для тих, хто займається будівництвом каркасних будинків. Результати дослідження допоможуть вдосконалити практику геодезичних робіт і підвищити якість будівництва каркасних будинків.

У роботі будуть використані методи теоретичного аналізу наукової літератури, а також практичні спостереження та експерименти з використанням сучасного геодезичного обладнання. Зібрані дані будуть оброблені та проаналізовані з метою отримання об'єктивних висновків щодо ефективності та точності геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку.

Висновки та рекомендації, отримані в результаті дослідження, допоможуть покращити якість геодезичних робіт та забезпечити успішне будівництво каркасних будинків.

GISUT KNUCA 2023

РОЗДІЛ 1 ТЕОРИТИЧНА ОСНОВА

1.1 Огляд літератури з геодезичних робіт

Геодезичні роботи в будівництві є важливою складовою процесу підготовки та виконання будівельних проектів. Широкий спектр літературних джерел присвячений геодезії та її застосуванню в будівництві, включаючи каркасні будинки. Огляд літератури дозволяє здійснити аналіз попередніх досліджень та визначити основні напрямки досліджень у даній області.

У літературі з геодезії при будівництві каркасних будинків розглядаються різні аспекти, зокрема:

1. Теоретичні основи геодезії: Це включає принципи, методи та технології виконання геодезичних робіт. До цієї категорії відносяться роботи, що досліджують основні поняття, математичні моделі та алгоритми, необхідні для виконання геодезичних вимірювань у будівництві каркасних будинків.
2. Геодезичні методи та прилади: Цей аспект охоплює дослідження різних методів вимірювань, включаючи тригонометричні, тахеометричні, геодезичні GPS-вимірювання, а також використання спеціалізованого геодезичного обладнання. Розглядаються характеристики приладів та їх ефективність у виконанні геодезичних робіт при будівництві каркасних будинків.
3. Методи вимірювань та обробки даних: В цій категорії досліджень детально розглядаються методики вимірювань, включаючи визначення координат, висот, кутів та відстаней. Також розглядаються алгоритми та програмні засоби для обробки геодезичних даних та отримання результатів.
4. Вимоги до точності та надійності геодезичних робіт: У цьому аспекті досліджень розглядаються вимоги до точності та надійності геодезичних робіт при будівництві каркасних будинків. Враховуються рекомендації та стандарти, що визначають мінімальну допустиму похибку та вимоги до контролю якості геодезичних вимірювань.

5. Економічні аспекти геодезичних робіт: У даній категорії досліджень аналізується вплив геодезичних робіт на вартість будівництва каркасного будинку. Розглядаються ефективність використання ресурсів, оптимізація витрат та зменшення помилок, що можуть виникнути у процесі геодезичних робіт.

Попередні дослідження у галузі геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку надають важливу інформацію та рекомендації для практичного застосування. Продовження досліджень у цій області дозволить вдосконалити методи та практику геодезичних робіт та підвищити якість будівництва каркасних будинків.

Продовження досліджень у галузі геодезичних робіт при будівництві каркасних будинків може також включати наступні напрямки:

1. Інноваційні технології: Дослідження в цьому напрямку спрямовані на впровадження нових технологій у геодезичні роботи при будівництві каркасних будинків. Наприклад, дослідження використання дронів для зйомки та вимірювань, аналіз використання додатків та програмного забезпечення для оптимізації геодезичних робіт тощо.
2. Інтеграція даних: Дослідження в цьому напрямку спрямовані на розробку методів та алгоритмів для інтеграції геодезичних даних з іншими типами даних у будівництві каркасних будинків. Це може включати інтеграцію геодезичних даних з САD-моделями, ВІМ-моделями, системами управління будівлями тощо.
3. Автоматизація процесу геодезичних робіт: Дослідження в цьому напрямку спрямовані на розробку автоматизованих систем та інструментів для спрощення та прискорення геодезичних робіт. Це може включати розробку алгоритмів для автоматичного розпізнавання об'єктів на місцевості, підтримку роботи з геодезичним обладнанням у режимі реального часу, автоматичну обробку даних тощо.
4. Контроль якості: Дослідження в цьому напрямку спрямовані на розробку методів та критеріїв для контролю якості геодезичних робіт при будівництві

каркасних будинків. Це може включати розробку стандартів, рекомендацій та критеріїв для перевірки точності вимірювань, оцінку стійкості контрольних марок, перевірку правильності виконання геодезичних розрахунків тощо.

5. Врахування особливостей каркасних будинків: Дослідження в цьому напрямку спрямовані на вивчення особливостей геодезичних робіт, пов'язаних з будівництвом каркасних будинків. Це може включати дослідження впливу конструкції каркасу на точність вимірювань, розробку методів компенсації можливих деформацій каркасу під час будівництва, врахування особливостей вимірювань в умовах висотних робіт тощо.

Ці напрямки досліджень можуть сприяти подальшому розвитку геодезичних робіт у будівництві каркасних будинків, покращенню якості виконання робіт та забезпеченню відповідності будівель проекту.

1.2 Основні принципи геодезичних робіт при будівництві

Геодезичні роботи є необхідною складовою будівельного процесу каркасного будинку. Основні принципи геодезичних робіт забезпечують точність, надійність та ефективність вимірювань, а також відповідають вимогам проекту та стандартам. Нижче розглянуті основні принципи, які слід дотримуватися при виконанні геодезичних робіт у будівництві каркасного будинку.

1. Початкова база і контрольні пункти: На початковому етапі необхідно встановити початкову базу, що є вихідною точкою для всіх вимірювань. Крім того, слід встановити контрольні пункти на будівельному майданчику для подальшого контролю точності будівельних робіт.
2. Точність вимірювань: Геодезичні вимірювання повинні бути виконані з високою точністю, щоб забезпечити правильну геометрію та розміщення будівельних елементів. Для досягнення високої точності вимірювань необхідно використовувати високоточне геодезичне обладнання та методи, а також дотримуватися правильних процедур вимірювань.

3. Контроль стійкості та надійності: Геодезичні роботи також включають контроль стійкості та надійності будівельних елементів, зокрема фундаментів, стін, покрівлі та інших конструкцій. Це дозволяє виявити можливі зсуви, деформації або інші проблеми, які можуть вплинути на стабільність будинку.
4. Контроль геометрії та розміщення: Геодезичні роботи також включають контроль геометрії та розміщення будівельних елементів згідно з проектом. Це включає перевірку правильного розміщення стін, вікон, дверей, перекриттів та інших елементів з точністю до міліметрів.
5. Контроль висот: Геодезичні роботи також включають контроль висот, зокрема рівня поверхонь, висот підлог та стелі, нахилів даху та інших параметрів. Це дозволяє забезпечити відповідність будівельного проекту та досягнення необхідної висотної точності.

Дотримання цих основних принципів геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку дозволяє забезпечити точність та надійність вимірювань, відповідність проекту та стандартам, а також успішне виконання будівельних робіт.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.

2.1 Архітектурно-конструктивні характеристики об'єкту.

Найбільш вживаною у всьому світі конструктивною схемою висотних будівель є каркасно-монолітна конструкція, несуча здатність якої забезпечується жорсткими залізо-бетонними колонами, розташованими в зонах, що піддаються найбільшому тиску та монолітною залізобетонною плитою перекриття.

В даній дипломній роботі розглядається будівля запроектована за каркасно – монолітною конструктивною схемою. Технологія зведення передбачає використання опалубки та рідкого бетону для спорудження колон та плит перекриття, що дозволяє втілювати в життя майже будь-яких архітектурних проєктів.



Рис.1. Каркасно-монолітна технологія зведення висотних будівель

Високий ступінь жорсткості і стійкості каркасно-монолітного будинку забезпечується завдяки міцному зв'язку монолітних залізобетонних колон та плит перекриття, що забезпечує сейсмостійкість та довговічність завдяки жорсткій конструкції, рівномірність усадки, широкий простір для архітектурних та дизайнерських ідей, можливість перепланування помешкань як в процесі будівництва, так і після його завершення, можливість використання різноманітних матеріалів для заповнення стін, відносна швидкість зведення будинку, дозволяє зводити будинки понад 25 поверхів.

Каркасно-монолітна конструктивна схема передбачає ростверковий (точковий) або плитний типи фундаментів, який зпирається на залізобетонні буроінекційні палі.



Рис. 2. Каркасно-монолітна висотна будівля житлового типу

Архітектурно-конструктивні характеристики:

- Розмір будівлі – 72x35 м
- Конструкція - Монолітний залізобетонний каркас

Несучі конструкції :

- залізобетонні колони 300x300 мм, 400x500 мм
- плита перекриття товщиною 220 мм

Кількість поверхів – 23

Висота поверху – 2,8 м

м. Київ, пр-кт Науки.

2.2 Методи побудови зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівлі.

Основним нормативним документом, який регламентує та регулює комплекс геодезичного забезпечення будівництва, встановлює методи створення та точність геодезичних розмічувальних мереж для будівництва є ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві».

У відповідності до нормативу та технології геодезичного забезпечення геодезичну розмічувальну мережу будівельного майданчика поділяють на зовнішню та внутрішню планову та висотну.

Пункти планової та висотної геодезичних розмічувальних мереж будівництва, як правило, потрібно поєднувати та закріплювати центрами геодезичних пунктів з прив'язкою до пунктів опорної геодезичної мережі, які визначають положення будівлі (споруди) на місцевості та забезпечують виконання подальших побудов та вимірів у процесі будівництва з найменшими витратами і потрібною точністю.

Для винесення в природу головних та основних розмічувальних осей будівель (споруд) створюється зовнішня геодезична розмічувальна мережа, яка визначає та закріплює проектні геометричні параметри будівелі, є основою для виконання детальних розмічувальних робіт та виконавчого знімання.

У відповідності до ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві» закріплення головних та основних осей будівлі (споруди) зображені на схемах:

2.3 Закріплення геодезичної мережі розмічувальної мережі будівельного майданчика

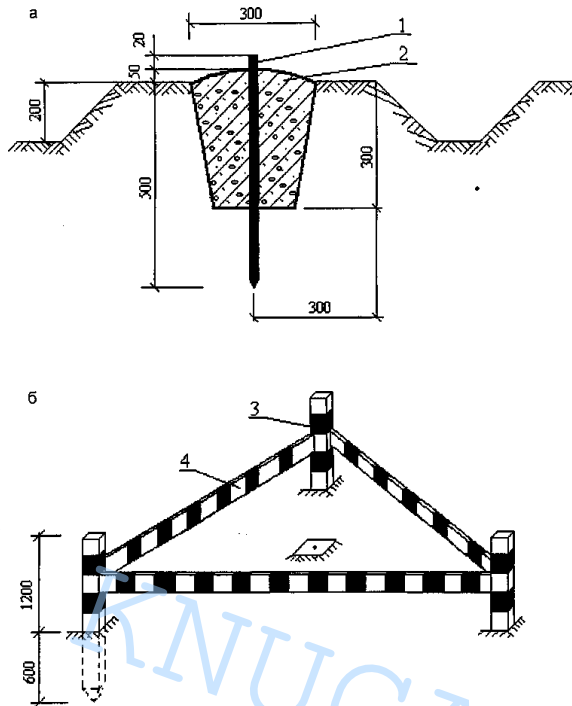


Рис. 3 а – геодезичний пункт закріплення основних або головних розмічувальних осей будинку до 5 поверхів, споруди висотою до 15 м із тривалістю будівництва до 0,5 року, інженерних мереж у середині майданчика: 1 – металевий стрижень діаметром 16 мм; 2 – бетон класу В7,5; б – огорожа пункту: 3 – дерев'яний стовп розміром 1800 мм х 80 мм х 80 мм або металева труба діаметром від 30 до 50 мм; 4 – дошка розміром 1500 мм × 80 мм × 20 мм або металевий кутник розміром 25 мм × 25 мм × 2 мм

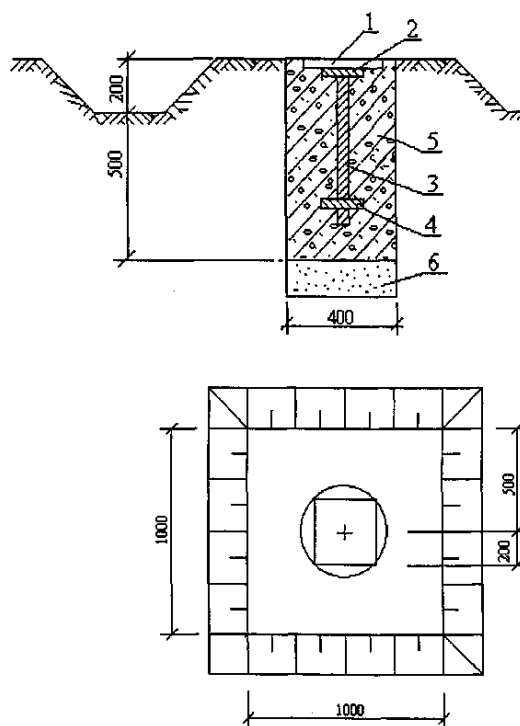


Рис. 4.— Закріплення зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель до 5 поверхів, споруд висотою до 15 м з тривалістю будівництва до 0,5 року, інженерних мереж у середині майданчика, огорожа пункту 1 – дерев'яна кришка; 2 – металева пластина розміром 200 мм × 200 мм × 10 мм; 3 – металева труба діаметром 30 мм; 4 – якір; 5 – бетон класу В 7,5; 6 – пісок

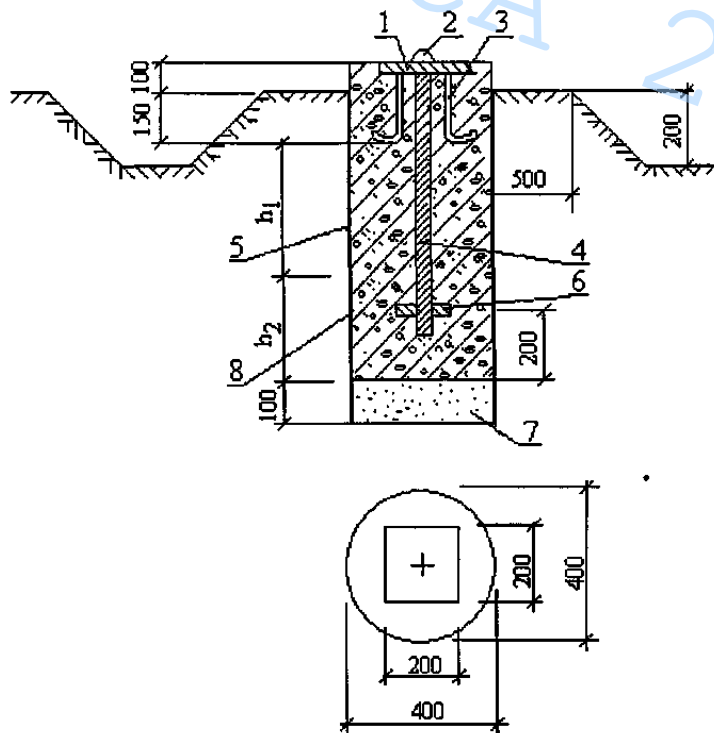


Рис. 5. – Закріплення зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель вище ніж 5 поверхів, споруд висотою більше ніж 15 м з тривалістю будівництва до 0,5 року

1 – металева пластина розміром 200 мм × 200 мм × 15 мм; 2 – заклепка із металу; 3 – анкер діаметром 15 мм; 4 – металева труба діаметром від 50 до 70 мм; 5 – бетон класів В7,5-В12,5; 6 – якір; 7 – пісок; 8 – два шари руберойду РЧ = 320; h_1 – відповідає найбільшій глибині промерзання ґрунту; h_2 – визначається відповідно до таблиці 1

Таблиця 1

Ґрунт	Значення величини h_2 при глибині								
	h_1	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Піщаний	h_2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Суглинистий		0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1

Огорожа пункту виконується відповідно до рис.1.

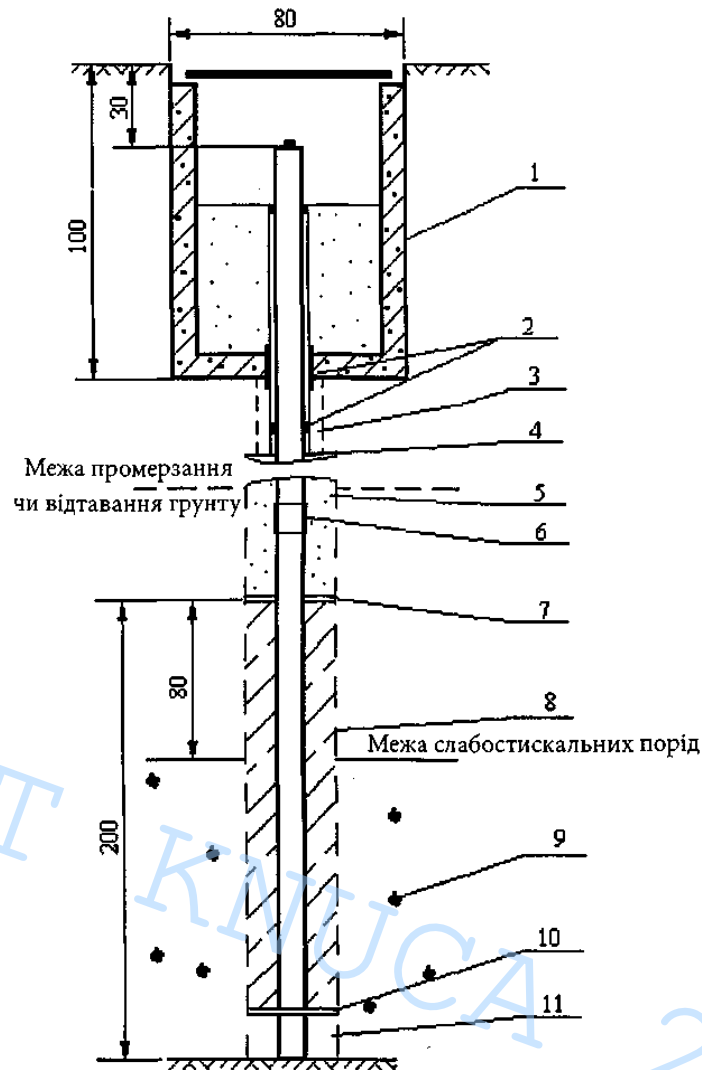


Рис. 6. – Закріплення зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будинків (споруд) з тривалістю будівництва більше ніж 0,5 року

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

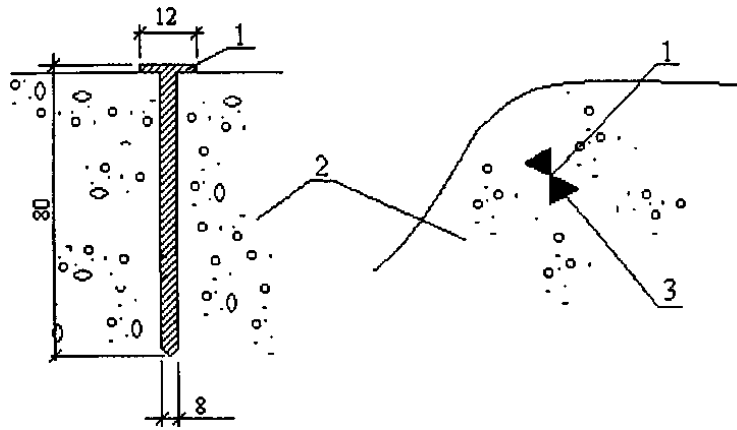


Рис. 7. – Закріплення геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика та спеціальної інженерно-геодезичної мережі трубчастим глибинним репером для ділянок, де слабостискальні фунти залягають глибше 2 м (розміри наведені в сантиметрах)

1 – дюбель-цвях; 2 – скеля, бетон; 3 – позначка знака (фарбою)

Огорожа знака виконується у вигляді бар'єра з каменів.

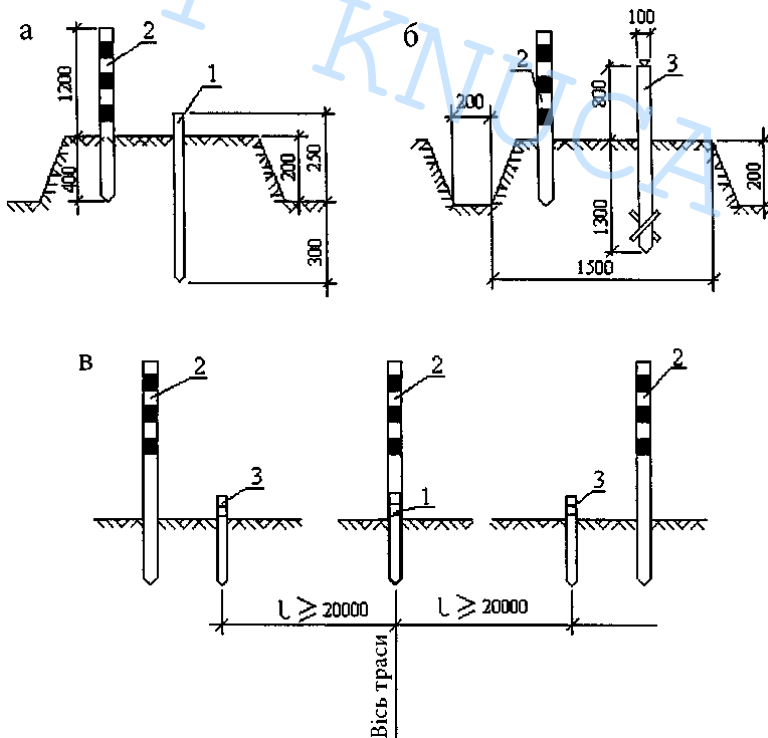


Рис. 8. – Закріплення зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі на скелях та бетоні

а, б – геодезичні пункти; в – схема закріплення пунктів розмічувальних осей;
1 – тимчасовий пункт із дерева чи металу діаметром від 15 мм до 30 мм; 2 – розпізнавальна віха діаметром від 50 мм до 80 мм; 3 – постійний пункт із дерева діаметром 100 мм або металу діаметром 80 мм

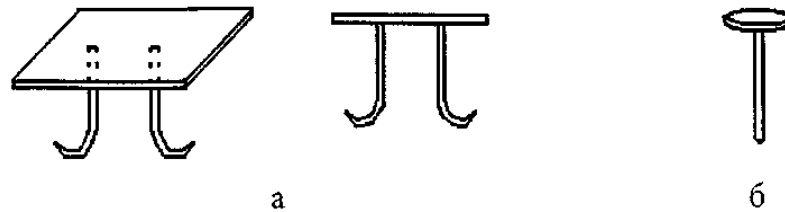


Рис.9 – Закріплення розмічувальних осей (геодезичної розмічувальної мережі) лінійних споруд

а – металева пластина розміром 150×200 ; б – дюбель

Роботи з побудови геодезичної розмічувальної мережі для будівництва треба виконувати згідно з проектом або розмічувальним кресленням та з дотриманням вимог ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві».

Проект виконання геодезичних робіт передбачає наявність розмічувальних креслень, каталоги координат та висот вихідних пунктів, каталоги проектних координат і позначок, креслення геодезичних центрів і знаків, пояснювальна записка з обґрунтуванням методики та точності побудови геодезичної розмічувальної мережі для будівництва.

Розмічувальні креслення зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі слід виконувати на генеральному плані будівельного майданчика.

При створенні зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі для будівництва слід враховувати наступні фактори:

а) проектного та існуючого розташування будівель (споруд) та інженерних мереж на будівельному майданчику для забезпечення прямої видимості між пунктами;

б) забезпечення зберігання та стійкості знаків, що закріплюють пункти геодезичної розмічувальної мережі на весь період будівництва;

в) використання геодезичної розмічувальної мережі під час експлуатації збудованого об'єкта, його розширення та реконструкції.

г) геологічних, температурних, динамічних процесів та інших впливів у районі будівництва, що можуть несприятливо впливати на якість побудови геодезичної розмічувальної мережі;

Планова геодезична розмічувальна мережа будівельного майданчика створюється методами та у вигляді:

- а) червоних ліній;
- б) лінійно-кутових мереж
- в) полігонометрії, триангуляції, трилатерації
- г) будівельної сітки.

Висотну геодезичну розмічувальну мережу будівельного майданчика створюється методами тригонометричного та геометричного нівелювання у вигляді ходів, що спираються не менше ніж на два репери опорної геодезичної мережі.

Вимоги до точності геодезичних робіт при побудові геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика треба приймати відповідно до даних Таблиці 1 ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві»,

Таблиця 2

Характеристика об'єктів будівництва	Середні квадратичні похибки побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика, не більше		
	кутові вимірювання	лінійні вимірювання	Нівелювання на 1 км подвійного ходу, мм
Підприємства та групи будівель (споруд) на ділянках площею більше ніж 1 км ² ;	3"	2 мм для L до 50 м, $\frac{L}{25000}$ для L понад 50 м	3 (за програмою II класу)

окремо розташовані будівлі (споруди) площею забудови більше ніж 100 тис. м ²			у відповідності до інструкції з нівелювання)
Підприємства та групи будівель (споруд) на ділянках площею менше ніж 1 км ² ; окремо розташовані будівлі (споруди) площею забудови від 10 до 100 тис. м ²	5"	5 мм для L до 50 м, $\frac{L}{10000}$ для L понад 50 м	5 (за програмою III класу у відповідності до інструкції з нівелювання)
Окремо розташовані будівлі (споруди) із площею забудови менше ніж 10 тис. м ² ; дороги, інженерні мережі в межах територій, що забудовуються	10"	10 мм для L до 50 м, $\frac{L}{5000}$ для L понад 50 м 5000	10 (за програмою IV класу у відповідності до інструкції з нівелювання)
Дороги, інженерні мережі територій, які не забудовуються; земляні споруди, а також вертикальне планування	30"	25 мм для L до 50 м, $\frac{L}{2000}$ для L понад 50 м	20 (за програмою технічного нівелювання)

Примітка. L – довжина, що вимірюється.

Вимоги до точності геодезичних робіт при побудові зовнішньої та внутрішньої геодезичних розмічувальних мереж будівель (споруд), у тому числі винесення основ них чи головних розмічувальних осей приймаються у згідно таблиці 2.

Таблиця 3

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
1	2	3	4	5	6
Металеві конструкції з фрезерованими контактними поверхнями; збірні залізобетонні конструкції, які монту-ються методом самофіксації у вузлах;	1 мм для L до 15 м, $\frac{L}{15000}$ для L понад 15 м	5"	1	$2 + 10 \times H$	$1 + 2 \times H$

будівлі та споруди висотою понад 100 м або із прогонами від 30 м до 36 м					
Будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18 до 30 м	2 мм для L до 20 м, $\frac{L}{10000}$ для L понад 20 м	10"	2	$4 + 15 \times H$	$2 + 3 \times H$
Будинки до 15 поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від 6 м до 18 м	3 мм для L до L 15 м, $\frac{L}{5000}$ для L понад 15 м	15"	3	$6 + 20 \times H$	$3 + 5 \times H$
Будинки до 5 поверхів; будівлі та споруди висотою до 15 м	4 мм для L до 20 м, $\frac{L}{5000}$ для L понад 20 м	30"	5	$10 + 50 \times H$	$5 + 10 \times H$

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 ($100 \text{ м} = 1$)

Місця закладки геодезичних знаків повинні бути вказані на генеральному плані проекту, а також на розмічувальному кресленні.

Замовник зобов'язаний не менш ніж за 10 днів до початку виконання будівельно-монтажних робіт передати підряднику закріплену геодезичну розмічувальну мережу для будівництва, за потреби, закріплену геодезичну зовнішню розмічувальну мережу та технічну документацію, в тому числі:

а) знаки геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика;
б) планові (осьові) знаки зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель (споруд) у кількості не менше чотирьох на кожну вісь, у тому числі знаки, що визначають точки перетину основних розмічувальних осей всіх будівель (споруд); кількість розмічувальних осей, що закріплюють осьовими знаками, треба визначити з урахуванням конфігурації та розмірів будівель (споруд); на місцевості треба закріплювати основні розмічувальні осі, що визначають габарити будівель (споруд) та осі в місцях температурних (деформаційних) швів, головні осі гідротехнічних і складних інженерних споруд;

в) планові (осьові) знаки лінійних споруд, що визначають вісь, початок, кінець траси, колодязі (камери), що закріплені на прямих ділянках не менше ніж через 0,5 км і на кутах повороту траси;

г) нівелірні репери на межах та в середині території забудови не менше одного біля кожної будівлі (споруди) та не менше двох на об'єкт будівництва, вздовж осей інженерних мереж не рідше ніж через 0,5 км;

д) каталоги координат, висот та абрисів всіх пунктів геодезичної розмічувальної мережі.

Приймання геодезичної розмічувальної мережі для будівництва потрібно оформлювати актом (відповідно до додатка Г).

Підрядник зобов'язаний здійснювати нагляд за збереженням прийнятих пунктів геодезичної розмічувальної мережі та зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі протягом всього періоду будівництва.

Спостереження за сталістю пунктів геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика здійснюються інструментальними методами, не рідше ніж два рази на рік (у весняний та осінньо-зимовий періоди), сплачуються замовником та входять у зведений кошторис на будівництво.

2.4 Метод лінійно-кутових побудов.

В сучасних умовах технічного оснащення служб геодезичного забезпечення будівництва найбільш популярніший метод побудов геодезичних мереж є лінійно-кутовий метод. Основною геометричною фігурою таких побудов є трикутник в якому вимірюються всі кути та сторони.

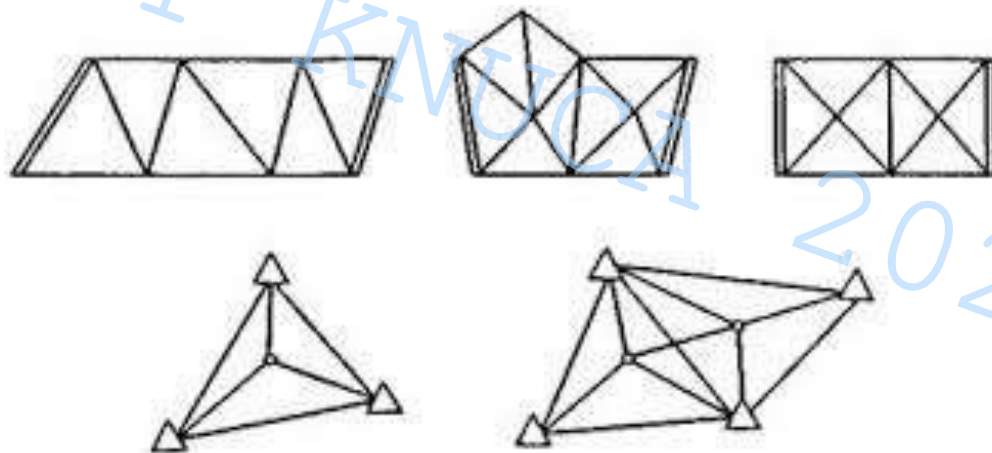


Рис. 10. Варіанти лінійно-кутових мереж

При попередньому розрахунку точності використовується метод найменших квадратів.

Похибка взаємного положення пунктів визначається за формулою у загальному вигляді

$$m = \mu \sqrt{Q_{FF}},$$

Де

m – СКП взаємного положення пунктів мережі,

μ – похибка одиниці ваги,

Q_{FF} – діагональ оберненої матриці ваг.

Будівельна сітка створюється в основному на промислових майданчиках і служить основою для розмічувальних робіт, монтажу технологічного устаткування, виробництв виконавчих зйомок, виносу проекту в натуру, для дотримання геометричних параметрів об'єкта, а також для виконавчої зйомки побудованих будівель і споруд та спостереження за їхньою деформацією.

Характерною особливістю будівельної сітки є розташування опорних геодезичних пунктів, що утворюють сітку квадратів, рідше прямокутників, сторони яких паралельні осям запроєктованих споруд. Таким чином, будівельна сітка являє собою закріплену на місцевості систему прямокутних координат, що полегшує прив'язку осей споруд і виробництво розмічувальних робіт.

Відстані між пунктами сітку проєктуються кратно 10 м (20, 30, 40, 50, ..., 100, 200 м). Як правило будується в кілька стадій. Спочатку каркас (по периметру), а потім заповнення (середина). Основний метод побудови – полігонометрія. Після попереднього закріплення пунктів виконуються вимірювання кутів та ліній в мережі, їх хзрівнювання з обчисленням фактичних координат пунктів. Обов'язковим є обчислення елементів редукції (ΔX та ΔY) з подальшим редукуванням їх положення.

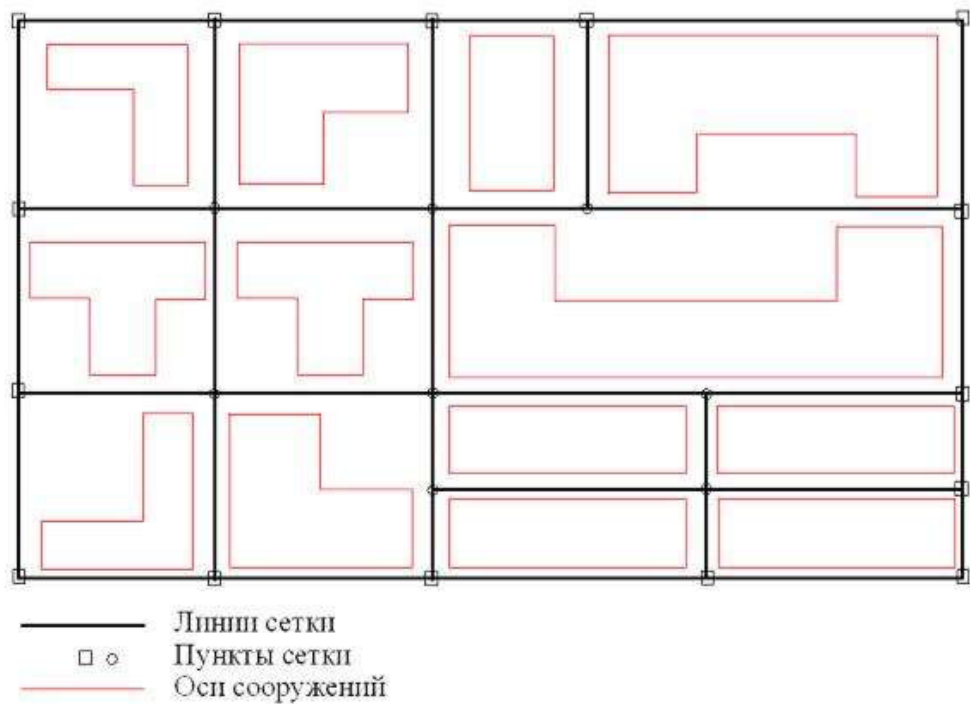


Рис.11. Будівельна сітка

Всі пункти розмічувальної мережі, крім тих, які потрапляють в зону земляних робіт і які розташовані в безпосередній близькості від запроектованих будівель і споруд, закріплюємо постійними знаками (рис. 12). Ті пункти, що не закріплюємо постійними знаками, позначені на генплані як пункти будівельної сітки, які будуть знищені під час будівництва, закріплюємо дерев'яними або металевими кілочками.

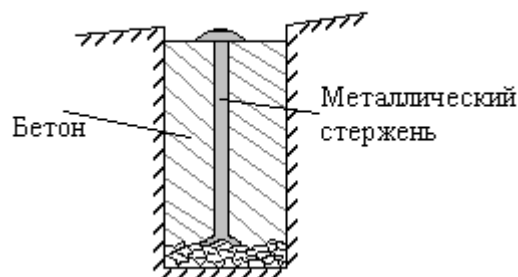


Рис. 12. Конструкція постійних пунктів сітки

Спосіб кутової засічки застосовують для визначення або винесення в натуру планових координат точок, що знаходяться на значній відстані від початкових пунктів.

У способі прямої кутової засічки положення на місцевості точки С (Рис.9) знаходять відкладанням на початкових пунктах А і В кутів β_1 і β_2 . Базисом засічки служить або спеціально виміряна сторона, або сторона розмічувальної мережі. Відкладаються кути β_1 і β_2 та обчислюють дирекційні кути сторін та координати точки С.

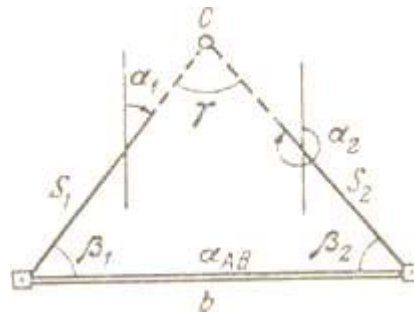


Рис. 13. Схема розмічування способами прямої кутової і лінійної засічок.

На точність винесення координат т.С способом прямої кутової засічки здійснюють вплив помилки власне прямої засічки, вихідних даних, центрування теодоліта і візирних цілей на вихідних пунктах, редуції на визначуваній точці тобто:

$$m^2_C = m^2_{c.z} + m^2_{ухх} + m^2_{у} + m^2_{\phi} . \quad (1)$$

Середня квадратична помилка власне засічки дорівнює:

$$m_{c.z} = \frac{m_{\beta} b}{\rho \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2} \quad (2)$$

або

$$m_{c.z} = \frac{m_{\beta}}{\rho \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2} , \quad (3)$$

де m_{β} - середня квадратична помилка вимірювання кутів β_1 і β_2 .

Для наближених розрахунків приймають $S_1 = S_2 = S$. Тоді формула (3) матиме вигляд:

$$m_{c.z} = \frac{m_{\beta} \sqrt{2}}{\rho \sin \gamma} S \quad (4)$$

При вимірювальних роботах центрування теодоліта і візирних цілей за допомогою оптичних центрирів, може бути виконано порівняно точно. Тому основними помилками, що визначають точність способу прямої кутової засічки, є помилки власне засічки і початкових даних. Сумарна величина цих помилок складе:

$$m^2_c = \left(\frac{m^2_{\beta}}{\rho^2 \sin^2 \gamma} + \frac{m^2_{AB}}{b^2} \right) (S_1^2 + S_2^2) \quad (5)$$

У способі **лінійної засічки** положення точки, що виноситься в природу в знаходиться на перетині проектних відстаней S_1 і S_2 , відкладених від початкових точок A і B .

Помилка власне лінійної засічки при однаковій точності m_s визначення відстаней S_1 і S_2 може бути підрахована за формулою:

$$m_{c.z} = \frac{m_s \sqrt{2}}{\sin \gamma} \quad (6)$$

Мінімальною помилка власне лінійної засічки буде при куті $\gamma = 90^\circ$. В цьому випадку

$$m_{c.z} = m_s \sqrt{2} \quad (7)$$

Вплив помилок початкових даних в лінійній засічці виражається формулою:

$$m^2_{ucz} = \frac{m_A^2 + m_B^2}{2 \sin^2 \gamma} \quad (8)$$

При $m_A = m_B = m_{AB}$

$$m_{ucz} = \frac{m_{AB}}{\sin \gamma} \quad (9)$$

Для засічки при $\gamma = 90^\circ$ $m_{\text{исх}} = m_{AB}$.

У разі застосування мірних приладів помилки центрування відсутні. Тоді загальна помилка у визначенні положення точки С в основному залежатиме від сумарної помилки власне засічки і початкових даних і виражатися формулою:

$$m_C^2 = \frac{1}{\sin \gamma} (2m_S^2 + m_{AB}^2) \quad (10)$$

Для наближених розрахунків, прийнявши $\gamma = 90^\circ$, матимемо

$$m_C = \sqrt{2m_S^2 + m_{AB}^2} \quad (11)$$

У випадку, якщо для лінійної засічки застосовуються далекомірні комплекти, які центруються за допомогою штативів, то вплив помилок центрування можна визначити по формулі:

$$m_{\psi} = \frac{e}{\sin \gamma} \quad (12)$$

2.6 Методи винесення в природу та закріплення головних та основних осей будівлі.

Спосіб **полярних координат** широко застосовують при винесенні в природу точок закріплення основних осей, монтажних осей конструкцій з пунктів вихідної геодезичної основи, коли ці точки розташовані відносно недалеко від вихідних пунктів.

У цьому способі положення визначуваної точки С (Рис.10) знаходять шляхом вимірювання від напрямку АВ кута β і відстані S.

Средняя квадратическая ошибка визначення положення точки С визначається формулою

$$m_C^2 = m_{с.з.}^2 + m_{\text{исх}}^2 + m_{\psi}^2 + m_{\phi}^2 \quad (13)$$

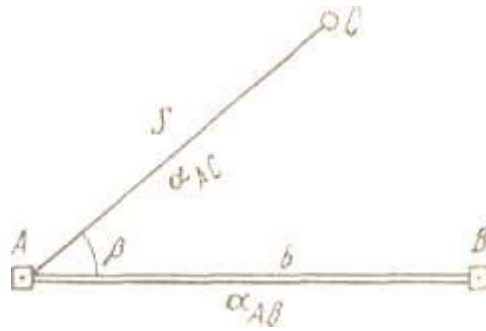


Рис.10. Схема визначення точки способом полярних координат.

Помилка розмічування полярним способом залежить від помилки m_β побудови кута β і помилки m_s відкладення проектної відстані S

$$m^2_{c,p} = m^2_s + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right) S^2 \quad (14)$$

Вплив помилок початкових даних при $m_A = m_b = m_{AB}$ виражається формулою:

$$m^2_{\text{исх}} = m^2_{AB} \left[1 + \left(\frac{S}{b}\right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right], \quad (15)$$

а помилок центрування

$$m^2_\psi = e^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b}\right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right]. \quad (16)$$

Формули (15) і (16) аналогічні. З них виходить, що для зменшення впливу помилок початкових даних і центрування необхідно, щоб кут β і відношення S/b були мінімальні, полярний кут був би менший прямого, а проектна відстань – менше базису розмічування, тобто $\beta \leq 90^\circ$, $S \leq b$.

Для наближених розрахунків, прийнявши $\beta = 90^\circ$ и $S = b$, отримаємо

$$m_{\text{исх}} = m_{AB} \sqrt{2}; \quad m_\psi = e \sqrt{2}, \quad (17)$$

а для сумарної помилки в положенні точки, що визначається способом полярних координат

$$m^2_c = m^2_s + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 S^2 + 2m^2_{AB} + 2e^2 + m^2_\phi. \quad (18)$$

2.6 Методи створення висотної геодезичної мережі об'єкту.

Для забезпечення положення конструкцій по висоті разом з плановою геодезичною мережею потрібно створити висотну мережу. Як правило, пункти планової та висотної мережі суміщують.

Основними методами створення висотної мережі є:

- геометричне нівелювання,
- тригонометричне нівелювання.

Точність побудови висотної основи повинно відповідати вимогам ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві» згідно таблиць 1; 2.

При попередньому розрахунку точності помилка взаємного положення двох пунктів мережі, що належать одному ходу, обчислюється за формулою:

$$m_K = \mu\sqrt{L}, \text{ де} \quad (2.17)$$

$$m_K = 3\sqrt{0,2} = 1,34 \text{ мм.}$$

μ – середня квадратична похибка відповідного класу нівелювання на 1 км (3 мм).

L – відстань між пунктами, км.

У випадках, коли нівелірна мережа III класу є самостійною, що має місце при двухрядній побудові мережі, нівелірні ходи прокладаються в прямому і зворотному напрямках. В цьому випадку $\mu_{III} = 3 \text{ мм}$. Для нівелювання IV класу $\mu_{IV} = 5 \text{ мм}$.

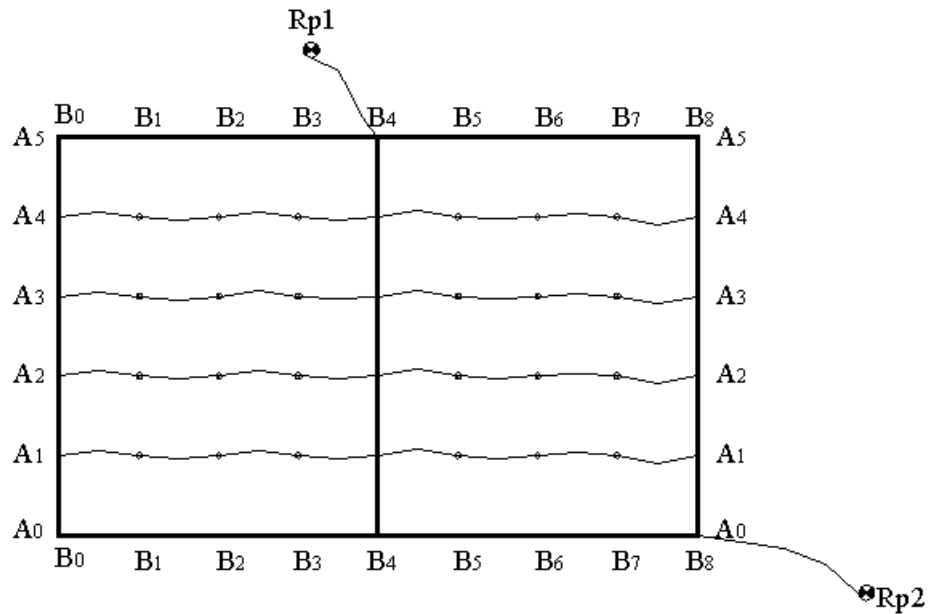


Рис. 14. Приклад висотної геодезичної основи на будівельному майданчику

При оцінці взаємного положення двох суміжних пунктів, що належать різним ходам, помилка обчислюється за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{m_k^2}{2} + 2\mu_p^2 \times L_p},$$

$$\text{де, } m = \sqrt{\frac{1,34^2}{2} + 2 \times 3^2 \times 1,6} = 5,5 \text{ мм.}$$

m_k – помилка взаємного положення суміжних реперів в ході каркасної мережі (1,34);

μ_p - помилка робочого нівелювання на 1 км ходу (3 мм);

L_p – довжина ходу робочого нівелювання між лініями каркасного нівелювання (1000 м), км.

Нівелювання прокладають по пунктам висотної мережі у вигляді замкнених полігонів. Для забезпечення ув'язки висотної мережі з сусідніми об'єктами здійснюють прив'язку будівельної сітки не менше ніж до двох реперів державної нівелірної мережі. На підставі отриманих даних було вирішено використовувати високоточний нівелір Sokkia SDL30.



Рис.15. Високоточний нівелір Sokkia SDL30

Технічні характеристики:

Зрительная труба	
Увеличение зрительной трубы, крат	32
Изображение	прямое
Компенсатор	
Компенсатор / диапазон, ‘	магнитный демпфер и маятниковый механизм / ± 15
Измерение превышений, точность (СКО на 1 км)	
Электронное считывание	0.6 (с инварной рейкой) 1.0 (с фиберглассовой рейкой)
Измерение расстояний	

Точность измерения расстояний при расстояниях 10-50 м, мм	$\pm 0.1xD$
Точность измерения расстояний при расстояниях < 10м, мм	± 10
Точность измерения расстояний при расстояниях > 50 м, мм	$\pm 0.2xD$
Время измерения, сек	< 3
Автофокус	Нет
Оптический визир	Нет
Диапазон измерений, м	1.6 – 100
Диапазон работы компенсатора,	± 15
Другие характеристики	
Клавиатура	8 клавиш
Дисплей	ЖК графический, 128x32 точек
Память	2000 измерений (64 кБ)
Защита от внешних факторов (пыли, дождя)	IPX4
Диапазон рабочих температур, °С	-20°...+50°
Время работы от одного аккумулятора, час	> 16
Время заряда одного аккумулятора, час	< 2
Вес, кг	2,4

2.7 Методи геодезичного забезпечення монтажу будівельних конструкцій.

Головна ціль геодезичного забезпечення будівництва – зведення будинків та споруд відповідно до проектних геодезичних параметрів. Це досягається за допомогою точного виконання всіх необхідних технологічних операцій: виготовленню конструкцій, геодезичних розмічувальних і монтажних робіт, а також контрольню – монтажних геодезичних вимірів.

Способи геодезичних розмічувальних робіт слугують для винесення та встановлення у проектне положення будинків та споруд, їх окремих конструктивних елементів, обирають за умовами необхідної точності, можливостями використання цієї методики в умовах будівельного майданчика та наявністю відповідних геодезичних приладів.

Під час проведення монтажних робіт встановлюють у проектне положення елементи та вузли будівельних конструкцій: фундаменти, колони, панелі, цегляні стіни, балки, плити перекриття, тощо.

До виконання встановлення елементів конструкцій в проектне положення виконується перевірка геометричних параметрів даних елементів (довжину, ширину/товщину, висоту елементів конструкцій). Вони мають дорівнювати проектним розмірам у межах допустимої точності виготовлення. Контрольні вимірювання цих параметрів виконують за допомогою компарованих рулеток, лінійок, шаблонів, трикутників, тощо.

На елементи збірних конструкцій наносять риски, які слугують для визначення осі їх симетрії. На Рис. 13 показано приклад нанесення рисок на елементи конструкцій.

Монтаж будівельних конструкцій виконується за результатами геодезичних розмічувальних робіт. Методика виконання геодезичних розмічувальних робіт при монтажі елементів будівельних конструкцій і технологічного устаткування має спільні риси.

Основними видами геодезичних робіт при монтажі елементів будівельних конструкцій і технологічно устаткування є:

- встановлення і вивірення в плані;
- встановлення і вивірення по висоті;
- встановлення і вивірення по вертикалі.

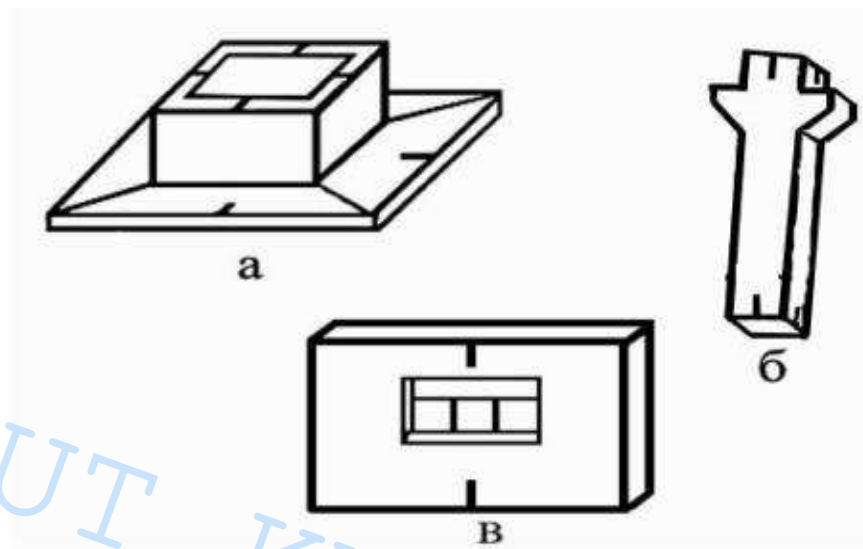


Рис. 16. Нанесення осевих рисок на будівельні конструкції

Монтаж елементів будівельних конструкцій (і технологічного обладнання) здійснюється відносно осей споруд. До початку робіт по монтажу елементів, проводять контроль розмічування осей. При будівництві, розмічувальні та закріплені осі збігаються з головними та основними осями будинків і споруд (з осями симетрії споруд та осями симетрії елементів конструкцій). Монтаж виконують відносно монтажних осей які можуть збігатись з уже розміченими осями чи розмічаються на деякі відстані від площин елементів конструкцій та обладнання.

Проектування монтажних осей виконується після детального вивчення робочих креслень і технології монтажних робіт (як правило, надалі їх використовують для контролю точності монтажу елементів). Монтажні осі можна закріплювати постійними знаками за умови збереження видимості між ними і проведення контрольних вимірювань.

З метою забезпечення монтажу елементів конструкцій по висоті на фундаментах, колонах, перекриттях монтажних горизонтів створюють сітку робочих реперів або встановлюють “ маяки” (закріплені на монтажному горизонті точки, які мають максимальні висоти або позначки). Їх можна встановлювати на одному рівні, що полегшує процес встановлення елементів та і вузлів конструкцій за висотою.

GISUT KNUCA 2023

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ КАРКАСНО-МОНОЛІТНОГО ТИПУ.

3.1 Створення зовнішньої геодезичної мережі об'єкту.

Зовнішня геодезична мережа об'єкту створена методом лінійно-кутових побудов. Пункти зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі було обрано на продовженні основних осей споруди таким чином, щоб вони не попали в зону виконання земляних робіт.

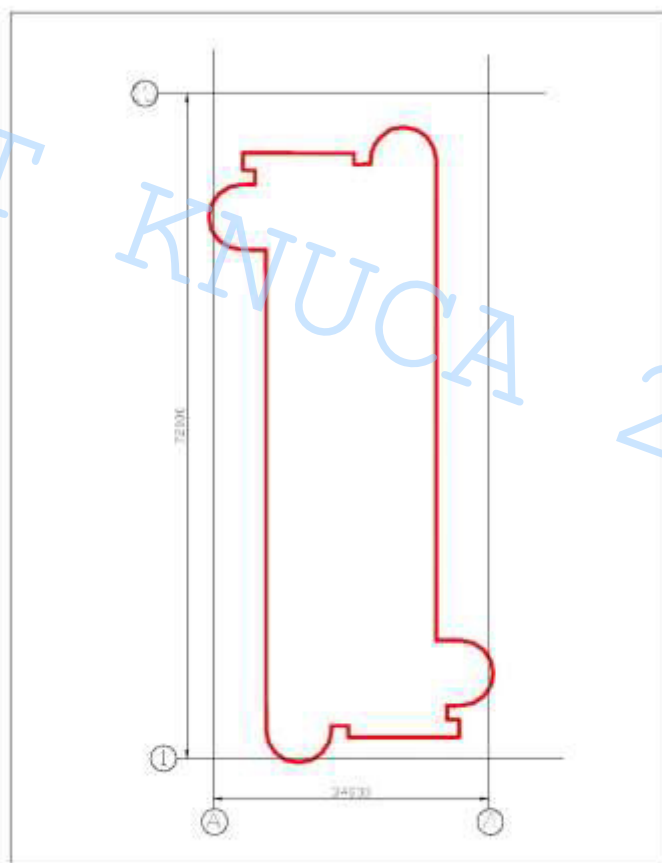


Рис. 17 . Схема основних осей споруди



Рис.18. Схема монтажных осей та план поверху

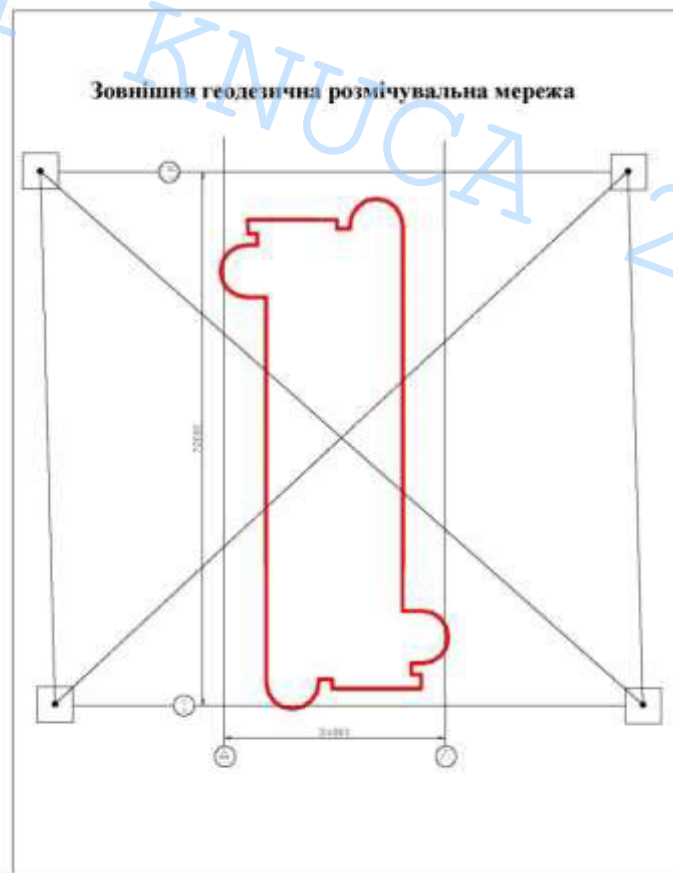


Рис. 19. Схема зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі.



Електронний тахеометр Leica TPS 1200,
Accuracy Angular Measurement 1" or 5"
Pinpoint EDM Accuracy 2mm + 2 ppm to Prism
Pinpoint EDM Accuracy 5mm + 2ppm to any Surface

3.2. Геодезичні роботи при забезпеченні будівництва нульового циклу.

До етапів, які відносяться до нульового циклу (підземної частини споруди) відносять:

- спорудження котловану,
- фундаментів
- зведення цокольного або підвального поверху.



Рис. 20. Геодезичні роботи в котловані

При зведенні котловану слід винести в натуру його контур. При цьому використовується полярний метод координат. Контроль відмітки для котловану можна виконувати за допомогою методу геометричного або тригонометричного нівелювання.

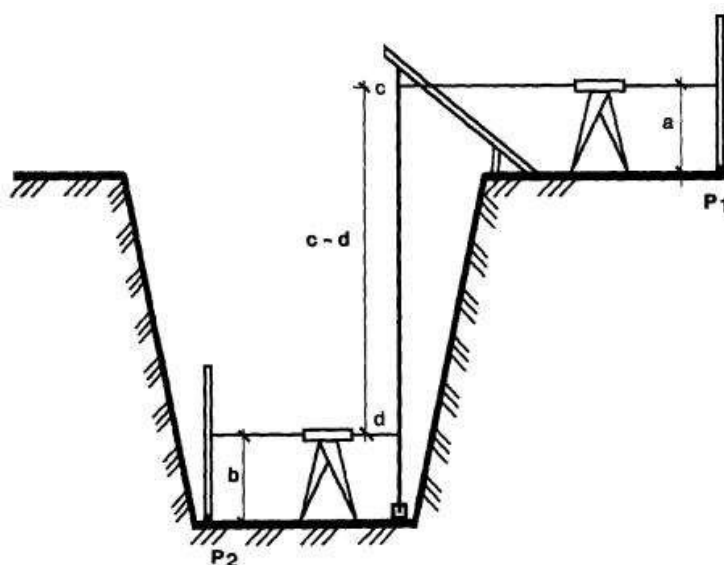


Рис.21. Передача відмітки в котлован методом геометричного нівелювання

Відмітка дна котловану розраховується за формулою

$$H_{p2} = H_{p1} + a - (c - d) - b$$

Положення точок чи елементів в плані можна визначати за допомогою методу полярних координат.

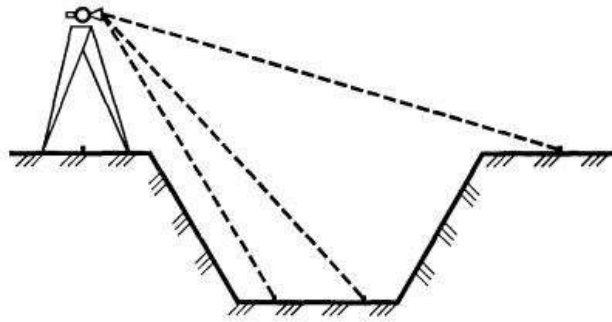


Рис.22. Розмічувальні роботи в котловані методом полярних координат

Якщо при розрахунку взяти величини допустимих похибок для даного класу точності будівлі при відстані до 30м то отримаєм точність розмічувальних робіт методом полярних координат, що цілком задовільняє вимоги нормативу.

$$m_e = \sqrt{\left(\frac{m_\beta \cdot S}{\rho}\right)^2 + m_s^2} = \sqrt{\left(\frac{10 \cdot 30000}{206265}\right)^2 + (2)^2} = 2,2\text{мм}$$

3.3 Створення внутрішньої геодезичної мережі будівлі та передача пунктів на монтажні горизонти.

Після спорудження підземної частини будівлі переходять до зведення надземної частини. Для цього на перекритті першого поверху створюється внутрішня геодезична мережа у вигляді закріплених пунктів (базисна фігура). Форма базисної фігури повинна проектуватись з урахування форми самої

споруди. В місцях, які забезпечать зручність її використання при детальних розмічувальних роботах.

В нашому випадку споруда має прямокутну форму, тому і базисну фігури запроектовано у вигляді прямокутника (рис. 20)

Базисна фігура будується методом полярних координат від пунктів зовнішньої геодезичної розмічувальної основи з точністю 2-3 мм. Після чого, слід виконати вимірювання між пунктами БФ, зрівняти результати та редукувати координати пунктів БФ до проектних значень.

При будівництві висотної споруди детальні розмічувальні роботи на монтажному горизонті виконуються від пунктів БФ, які на монтажний горизонт передаються методом вертикального проектування. Вертикальне проектування пунктів БФ можна виконувати оптичними або лазерними приладами.

3.4 Методи вертикального проектування

Оптичні прилади. При передачі пунктів БФ оптичними приладами (PZL)

На вихідному монтажному горизонті створюється базисна фігура у вигляді закріплених пунктів. У плитах перекриття передбачено технологічні отвори для забезпечення наскрізної передачі точок по вертикалі.

При використанні оптичних приладів порядок виконання робіт наступний:

- центрування приладу над точками базисної фігури
- встановлення палетки на монтажному ярусі
- взяття відліків по палетці для визначення положення точки БФ, яка проектується на монтажний ярус

Для даної будівлі передбачено базисну фігуру у вигляді прямокутника. Пункти базисної фігури повинні бути розміщені в місцях зручних для встановлення приладу та мати по можливості кратні цілому числу в метрах прив'язку до основних чи монтажних осей будівлі.

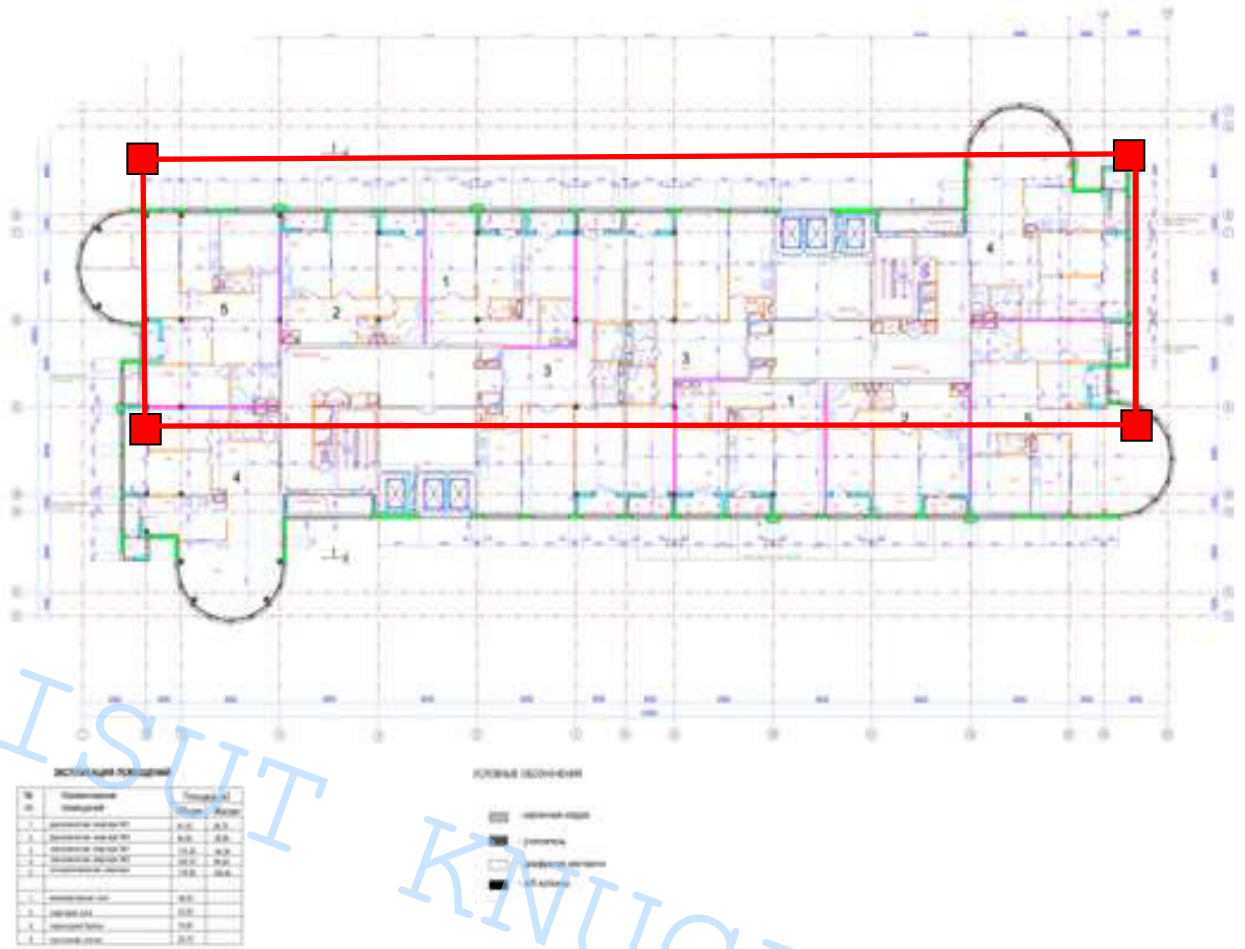


Рис. 23. План осей будівлі та базисна фігура

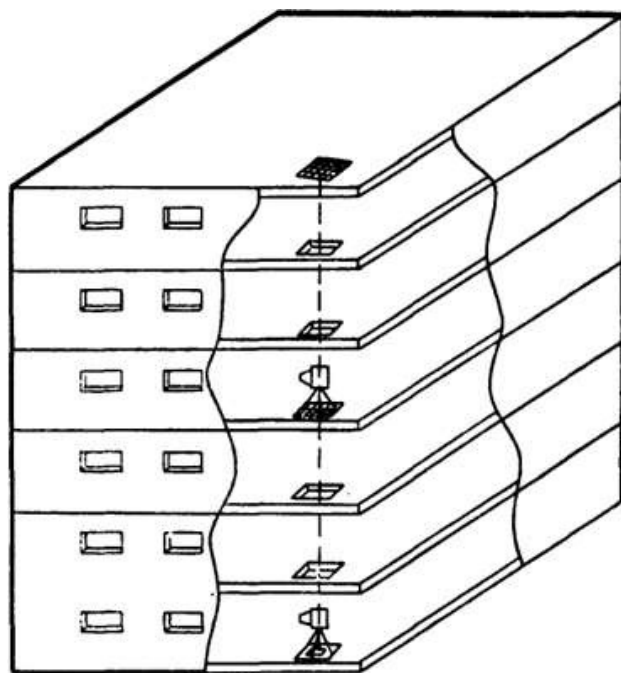


Рис. 24. Методика передачі точок БФ методом вертикального проектування

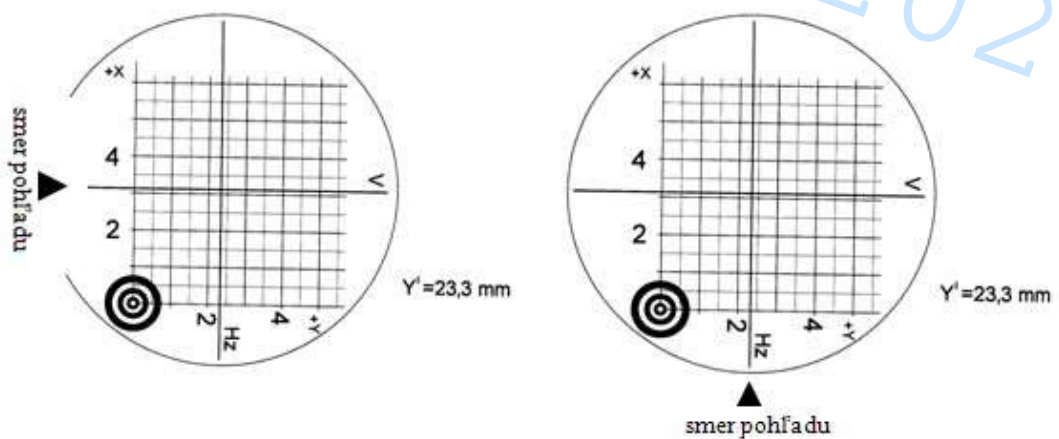


Рис. 25. Вертикальне проектування пунктів БФ на монтажні горизонти та оптичний ПВП PZL100 з координатними палетками.

Лазерні прилади. Один з найсучасніших способів передачі точок та осей по вертикалі здійснюється з використанням лазерних приладів вертикального проектування. Вданому випадку рекомендовано застосовувати лазерний ПВП SOKKIA LV1.

Згідно технічних характеристик точність вертикальності лазерного променя складає 5 ".

Методика передачі точок ідентична з оптичними приладами



Рис. 26. Лазерний прилад вертикального проектування SOKKIA LV1

Specifications

Light source	Laser diode	
Wavelength	635 nm	
Laser class	Class 2*	
Beam accuracy	Upward	± 5"
	Downward	± 1"
Measurement range	Upward	100 m / 328 ft
	Downward	5 m / 16,4 ft
Beam spot diameter (at emission)	Upward	7 mm / 9/32 in
	Downward	2 mm / 1/12 in
Compensator	Pendulum	
Damping system	Air damper + magnetic damper	
Self-leveling range	± 10'	
Operational indicators	Power on	Power LED on
	Outside self-leveling range	Warning LED blinks and beams flash
	Low voltage	Power LED blinks
Auto power-off	Laser beams shut off approx. 10 mins after self-leveling range is exceeded; unit powers down approx. 30 mins after warning.	
Circular level sensitivity	10' / 2 mm	
Base screw size	5/8-in	
Water-resistance	IEC 60529 Class IPX4 (splash protection)	
Operating temperature	-10° to 50°C / 14° to 122°F	
Dimensions	W194 x D150 x H248 mm / W7,6 x D5,9 x H9,8 in	
Weight	2,5 kg / 5,5 lb (with batteries)	
Power consumption	Less than 0,8 W	
Power supply	BDC38 battery case (holds 4 R20/D dry-cell batteries)	80 hrs continuous use at 20°C / 68°F with alkaline; 50 hrs with manganese
	BDC39A rechargeable Ni-Cd battery	30 hrs continuous use at 20°C / 68°F; charges in approx. 7,5 hrs (using CDC44/CDC49A charger)
	EDC79 AC adapter (for AC 100V-240V)	

* IEC 60825-1Amd.2:2001 / FDA CDRH 21 CFR Part 1040.10 and 1040.11 (Complies with FDA performance standards for laser products except for deviations pursuant to Laser Notice No.50, dated July 26, 2001.)

Рис. 27. Технічні характеристики лазерного ПВП SOKKIA LV1

Зворотня лінійно-кутова засічка. Сьогодні на об'єктах висотного будівництва в міських умовах широко розповсюджено метод лінійно-кутової засічки для побудови внутрішньої геодезичної мережі будівлі.

Використання цього методу передбачає виконання робіт в кілька етапів:

- створення зовнішньої геодезичної мережі точок, які закріплюються на будівлях поблизу плівковими відбивачами.

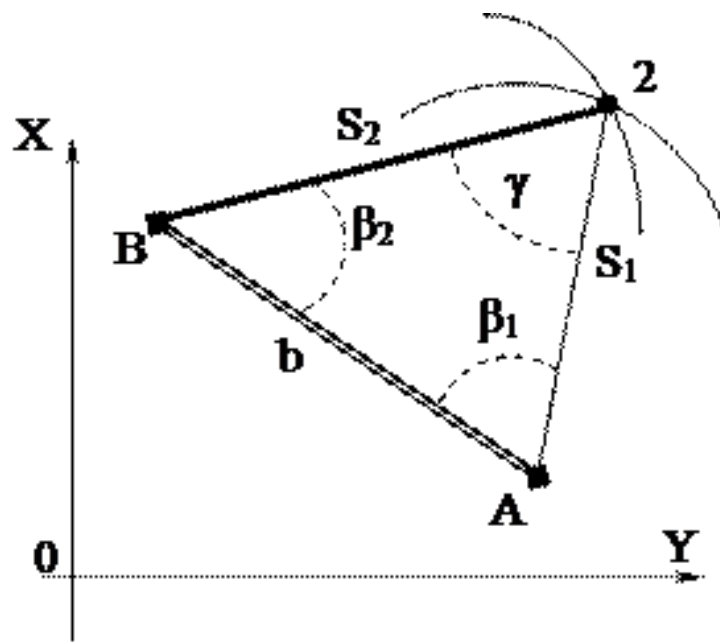


Рис. 28. Схема зворотної лінійно-кутової засічки



Рис. 29. Плівковий відбивач

Виконання детальних розмічувальних робіт з точок (FreeStation) координати яких визначено методом оберненої лінійно-кутової засічки з пунктів зовнішньої геодезичної мережі, які закріплені плівковими відбивачами.

При цьому даний спосіб дозволяє значно скоротити час виконання робіт та додатково виключити ряд похибок:

Оберена лінійно-кутова засічка

Виключення ряду похибок

- центрування тахеометру
- Визначення висоти приладу
- Встановлення віхи над точкою орієнтування
- визначення висоти віхи
- вертикальність віхи
- наведення на центр відбивача



Точність оберненої лінійно-кутової засічки буде складати 2мм, що задовільняє нормативні вимоги.

3.5 Геодезичне забезпечення виконання монтажних робіт (детальні розмічувальні роботи).

При зведенні кожного наступного поверху починають з виконання детальних розмічувальних робіт на плиті перекриття попереднього поверху. Основою для розмічувальних робіт є пункти БФ, які винесені на робочий монтажний горизонт.

Детальні розмічувальні роботи на робочому монтажному горизонті, як правило, виконують методом полярних або прямокутних координат за допомогою електронного тахеометру.

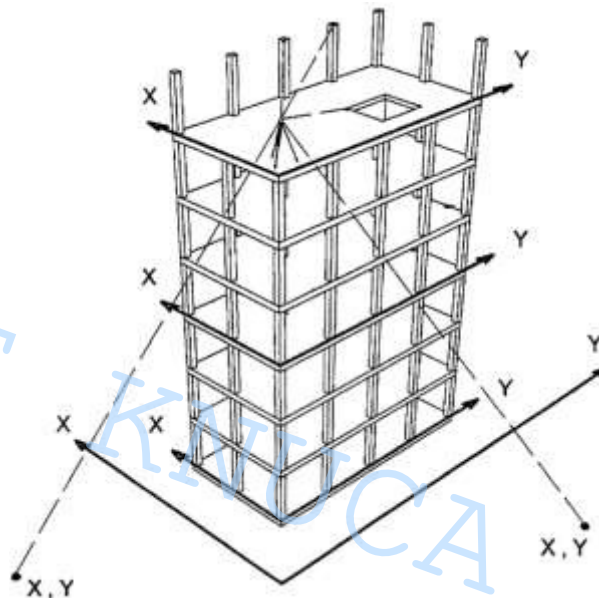


Рис. 30. Детальні розмічувальні роботи на робочому монтажному ярусі

Точність методу полярних координат при детальних розмічувальних роботах:

$$m_e = \sqrt{\left(\frac{m_\beta \cdot S}{\rho}\right)^2 + m_s^2 + m_u^2} = \sqrt{\left(\frac{5'' \cdot 20000}{206265}\right)^2 + 2^2 + 0,5^2} = 2,0 \text{ мм}$$

Висновок: точність детальних розмічувальних робіт складає 2,0 мм, точність визначення координат точок конструкції складає = 2,0 мм, що відповідає ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» та СНиП III-1.8-75 «Нормы организации, производства и приемки работ».

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

4.1 Аналіз потенційних небезпек та ризиків

Під час геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку важливо провести аналіз потенційних небезпек та ризиків, що можуть виникнути. Це допомагає забезпечити безпеку робітників та майно, а також планувати заходи для управління ризиками. Нижче наведено деякі аспекти, які варто розглянути при аналізі потенційних небезпек та ризиків:

1. Оцінка природних умов: Врахування природних умов, таких як рельєф, ґрунтові умови, геологічні утворення та гідрологічні особливості, є важливим для ідентифікації потенційних ризиків, наприклад, зсувів, ерозії ґрунту або потенційних проблем зі стійкістю будівлі.
2. Виявлення підземних комунікацій: Перед початком геодезичних робіт слід здійснити дослідження та виявити наявність підземних комунікацій, таких як каналізаційні труби, електричні кабелі, газопроводи тощо. Це допоможе уникнути можливих пошкоджень та небезпек для робітників.
3. Оцінка безпеки робочого місця: Під час геодезичних робіт важливо оцінити безпеку робочого місця та вжити відповідних заходів для забезпечення безпеки робітників. Це може включати застосування безпечних методів виконання робіт, встановлення огорожень або знаків безпеки, а також надання необхідного оснащення та захисного спорядження.
4. Управління ризиками: Аналіз потенційних ризиків допомагає визначити шляхи їх управління. Це може включати розробку плану екстреної реакції, навчання персоналу щодо безпеки, використання захисних систем та процедур, а також забезпечення належного страхування та відшкодування можливих збитків.

Аналіз потенційних небезпек та ризиків є важливим етапом планування та виконання геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку. Це

допомагає забезпечити безпеку робітників, зменшити можливі збитки та забезпечити успішне завершення проекту.

4.2 Застосування персонального захисту

Персональний захист є важливою складовою безпеки під час геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку. Його використання допомагає забезпечити захист робітників від потенційних небезпек і зменшити ризик виникнення травм або ушкоджень. Основні аспекти застосування персонального захисту включають:

1. **Захисний одяг:** Робітники повинні носити спеціальний захисний одяг, такий як шоломи, робочі комбінезони, захисні окуляри, вушні протектори та захисне взуття. Цей одяг допомагає зменшити ризик ушкоджень голови, очей, вух та інших частин тіла.
2. **Респіратори:** У випадку роботи у забруднених або пилових умовах, робітники повинні використовувати респіратори, щоб запобігти вдиханню небезпечних речовин або пилу. Вибір правильного типу респіратора залежить від характеру робіт та рівня небезпеки.
3. **Засоби індивідуального захисту для рук та ніг:** Застосування рукавиць та безпечного взуття допомагає забезпечити захист рук та ніг від травм, впливу шкідливих речовин або ризику сковзання.
4. **Використання систем підтримки та безпеки:** Деякі геодезичні роботи вимагають роботи на висоті або в небезпечних умовах. У таких випадках важливо використовувати системи підтримки та безпеки, такі як страхувальні пояси, ланцюжки з прихватками або платформи з огороженнями.
5. **Навчання та свідоме дотримання правил безпеки:** Робітники повинні отримати відповідне навчання щодо використання персонального захисту та свідомо дотримуватись правил безпеки. Це включає ознайомлення з правильним використанням захисного обладнання, розпізнавання небезпек та уміння реагувати на них.

Застосування персонального захисту є важливою складовою безпеки під час геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку. Це допомагає забезпечити захист робітників від можливих небезпек та створює безпечне робоче середовище.

4.3 Безпека роботи з геодезичним обладнанням та інструментами

Робота з геодезичним обладнанням та інструментами вимагає дотримання певних заходів безпеки, щоб уникнути травм та пошкоджень. Нижче наведено деякі важливі аспекти, які варто враховувати для безпеки роботи з геодезичним обладнанням та інструментами:

1. **Правильне використання та обслуговування:** Робітники повинні мати достатні знання про коректне використання та обслуговування геодезичного обладнання та інструментів. Це включає правильну калібрування, налаштування та перевірку обладнання перед використанням, а також регулярну технічну перевірку та обслуговування.
2. **Захист від електричного струму:** У разі використання електронного геодезичного обладнання, робітники повинні дотримуватись правил безпеки, пов'язаних з електричним струмом. Наприклад, важливо підключати обладнання до заземленої розетки та уникати використання пошкоджених електричних кабелів.
3. **Захист від падіння обладнання:** Робота на підвищеній висоті або на нерівних поверхнях може створювати ризик падіння геодезичного обладнання. Робітники повинні користуватися безпечними методами кріплення та фіксації обладнання, такими як стійкі підставки, кріплення до стін або використання страхувальних поясів.
4. **Правильне піднесення та переміщення:** Деякі геодезичні інструменти можуть бути важкими або незручними для піднесення та переміщення. Робітники повинні мати відповідну навчання щодо технік безпеки під час піднесення та переміщення важких предметів, а також

використовувати допоміжні пристрої, такі як тележки або підйомні механізми, де це необхідно.

5. Захист від шкідливих речовин: Деякі геодезичні роботи можуть включати використання хімічних речовин, таких як маркери або розчинники. Робітники повинні дотримуватись правил безпеки щодо використання та зберігання цих речовин, а також носити відповідний захисний одяг та рукавиці при роботі з ними.
6. Знання про навколишнє середовище: Робітники повинні бути уважними до свого навколишнього середовища та потенційних небезпек, таких як нерівності на землі, перешкоди або небезпека падіння. Вони повинні дотримуватись правил безпеки та вживати заходів для запобігання травмам.

Безпека роботи з геодезичним обладнанням та інструментами є важливою, оскільки це допомагає забезпечити безпеку робітників, запобігти матеріальним збиткам та забезпечити успішне завершення будівельного проекту.

РОЗДІЛ 5 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ КАРКАСНОГО БУДИНКУ

5.1 Вибір і налаштування геодезичного обладнання

Вибір правильного геодезичного обладнання є важливим етапом під час підготовки до геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку. Нижче розглянуті деякі аспекти, які варто враховувати при виборі та налаштуванні геодезичного обладнання:

1. **Вимоги проекту:** Перш за все, необхідно врахувати вимоги і специфікації проекту. Врахуйте потреби вимірювання, точність, типи вимірювальних задач та інші параметри, які впливають на вибір обладнання. Правильне визначення вимог допоможе забезпечити використання відповідного типу геодезичного обладнання.
2. **Точність та надійність:** Важливо обрати геодезичне обладнання, яке забезпечує необхідну точність та надійність для виконання вимірювань. Перегляньте технічні характеристики обладнання, включаючи його точність, стабільність та розширену функціональність, якщо вона потрібна.
3. **Сумісність та інтеграція:** Переконайтеся, що обладнання має сумісність та можливість інтеграції з іншими використовуваними системами або програмним забезпеченням. Це важливо для забезпечення зручності обміну даними та інтеграції результатів геодезичних вимірювань з іншими інженерними аспектами будівництва.
4. **Кваліфікація та навчання:** Перед вибором геодезичного обладнання врахуйте кваліфікацію та навчання персоналу. Певні типи обладнання можуть вимагати спеціальних знань та навичок для ефективного використання. Забезпечте належне навчання для персоналу, щоб вони мали необхідні знання та вміння для роботи з обраною системою.
5. **Калібрування та налаштування:** Правильне калібрування та налаштування геодезичного обладнання важливо для досягнення точних результатів вимірювань. Перед початком робіт слід провести необхідні

процедури калібрування та перевірки для забезпечення належної точності та функціональності обладнання.

6. Підтримка та гарантія: Переконайтеся, що постачальник геодезичного обладнання надає належну підтримку та гарантію. Це може включати технічну підтримку, навчання, оновлення програмного забезпечення та інші послуги. Наявність надійної підтримки від постачальника допоможе забезпечити безперебійну роботу обладнання.

Крім вибору геодезичного обладнання, необхідно також налаштувати його на місці робіт. Це включає правильну установку, калібрування та перевірку точності обладнання перед початком вимірювань. Заздалегідь ретельно підготуйтеся до цього етапу, забезпечуючи наявність необхідних інструментів, матеріалів та кваліфікованого персоналу для виконання налаштування геодезичного обладнання.

Обраний і налаштований правильно геодезичний обладнання буде надійним інструментом під час геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку, що дозволить досягнути точних результатів вимірювань та забезпечити успішне виконання будівельного проекту.

5.2 Виконання геодезичних вимірювань на практиці

Для виконання геодезичних вимірювань на практиці при будівництві каркасного будинку, необхідно враховувати різні параметри та здійснювати точні вимірювання.

1. Розміри каркасу будинку:
 - Вимірювання ширини каркасу: 9 метрів.
 - Вимірювання довжини каркасу: 14,6 метрів.
 - Вимірювання висоти каркасу: 7 метрів.
2. Кути каркасу будинку:
 - Вимірювання кута між стінами: 90 градусів.
 - Вимірювання нахилу даху: нахил 30 градусів.
3. Розташування фундаменту та осей будівлі:

- Вимірювання відстані від контрольної точки до фундаменту: 5 метрів.
 - Вимірювання відстані між основними осями будівлі: 3 метри.
4. Розташування дверей та вікон:
- Вимірювання відстані від каркасу до дверей та вікон: 1,5 метри.
 - Вимірювання висоти дверей та вікон: 2 метри.
5. Контроль площинності:
- Вимірювання відхилень від горизонтальної площини: до 5 сантиметрів.
1. Розміщення елементів комунікацій:
- Вимірювання розташування електричних розеток, вимикачів, сантехнічних точок, тощо, щоб забезпечити їх правильне розташування та зручний доступ.
 - Вимірювання відстані від каркасу до місць прокладання трубопроводів та кабелів для забезпечення ефективності монтажу та пізнішого обслуговування.
2. Контроль розміщення будівельних конструкцій:
- Вимірювання розташування стовпчиків, балок, плит, щоб перевірити їх точність та відповідність проектним вимогам.
 - Вимірювання розміщення перегородок, стін, стель, щоб забезпечити правильну геометрію приміщень та підготувати їх для наступних робіт.
3. Контроль рівня підлоги та різниці висот:
- Вимірювання рівня підлоги в різних приміщеннях та зонів будівлі для забезпечення правильної конструкції підлогових покриттів та зручності використання приміщень.
 - Вимірювання різниці висот між різними рівнями будівлі, наприклад, між поверхами або між зонами з різним функціональним призначенням, для забезпечення безперешкодного переміщення та естетичного вигляду.
4. Контроль орієнтації будівлі:

- Вимірювання азимуту будівлі та відстані до головних орієнтирів для забезпечення правильного виконання орієнтації та планування прилеглих ділянок.

5. Контроль якості робіт:

- Виконання контрольних вимірювань під час різних етапів будівництва для перевірки відповідності виконаних робіт проектним вимогам та стандартам.
- Вимірювання відхилень та деформацій будівельних конструкцій для виявлення можливих проблем та запобігання їх подальшому розгортанню.

Детальний контроль і вимірювання цих параметрів допоможуть забезпечити точність, якість та відповідність будівельних робіт проектним вимогам при будівництві каркасного будинку.

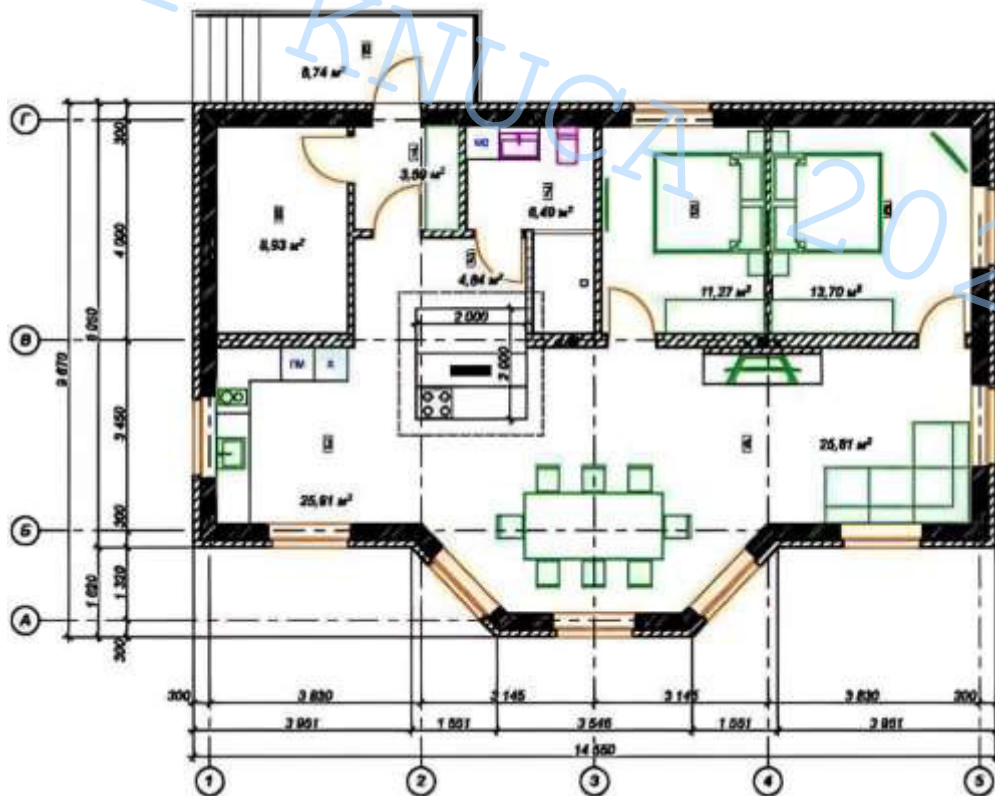


Рис.31 Креслення каркасного будинку

5.3 Обробка і аналіз результатів геодезичних робіт

У розділі "Обробка і аналіз результатів геодезичних робіт" було виконано наступні конкретні дії:

1. Обробка геодезичних даних:

- Зібрані геодезичні дані були переведені до цифрового формату та імпортовані до спеціалізованого програмного забезпечення для обробки.
- Було виконано корекцію систематичних та випадкових помилок, включаючи помилки у вимірюваннях, врахування нелінійності приладів та помилки під час встановлення контрольних точок.
- Були застосовані методи компенсації помилок, такі як метод середніх квадратичних помилок (МСКП) або метод найменших квадратів (МНК), для покращення точності обробки даних.

2. Аналіз точності вимірювань:

- Було виконано аналіз точності вимірювань, включаючи розрахунок стандартних відхилень та середньоквадратичних помилок.
- Були оцінені статистичні показники, такі як середнє значення, дисперсія, коефіцієнт варіації, для визначення надійності та стабільності отриманих результатів.
- Проведено порівняння між розрахунковими та фактичними значеннями, щоб виявити відхилення та встановити їх причини.

3. Висновки та рекомендації:

- На основі аналізу результатів геодезичних вимірювань були зроблені висновки щодо точності та якості геодезичних робіт.
- Були виявлені можливі причини відхилень та запропоновані рекомендації для поліпшення точності та ефективності геодезичних робіт.
- Зроблені висновки та рекомендації сприятимуть покращенню якості будівництва каркасного будинку та забезпеченню відповідності результатів геодезичних робіт проектним вимогам.

В цілому, розділ "Обробка і аналіз результатів геодезичних робіт" дозволив систематизувати та оцінити отримані геодезичні дані, з'ясувати їх точність та якість, а також зробити висновки та рекомендації для подальшого поліпшення процесу геодезичних робіт при будівництві каркасного будинку.

5.4 Звітність та документування результатів

У розділі "Методологія виконання робіт" було використано наступні методи геодезичних вимірювань:

1. Вимірювання кутів:

- Для вимірювання горизонтальних кутів використовувався теодоліт, що дозволяє точно визначати кути між точками на місцевості.
- Для вимірювання вертикальних кутів використовувався нівелір, що дозволяє визначати висоти точок відносно одна одної.

2. Вимірювання відстаней:

- Для вимірювання горизонтальних відстаней між точками використовувався тахеометр, який комбінує можливості вимірювання кутів та відстаней.
- Для вимірювання вертикальних відстаней використовувався нівелір, який дозволяє вимірювати різницю висот між точками.

3. Вимірювання висот:

- Для вимірювання висот точок використовувався нівелір, що дозволяє визначати різницю висот між точками.
- Також можливо було використати GPS-приймачі для отримання висотних координат.

4. Геодезична обробка даних:

- Після збору даних проводилася точкова корекція, включаючи видалення систематичних помилок та врахування розсіювання вимірювань.

- Для обробки даних використовувалося спеціалізоване геодезичне програмне забезпечення для розрахунків координат, висот, деформацій тощо.

Ці методи були використані з метою забезпечення точності та надійності геодезичних вимірювань і отримання достовірних результатів.

На основі проведених геодезичних вимірювань були отримані наступні результати:

1. Координати точок:

Точка А: $X = 100.25$ м, $Y = 75.50$ м

Точка В: $X = 105.75$ м, $Y = 80.20$ м

Точка С: $X = 110.10$ м, $Y = 85.40$ м

Точка D: $X = 115.80$ м, $Y = 90.00$ м

2. Висоти точок:

Точка А: $H = 50.25$ м

Точка В: $H = 52.10$ м

Точка С: $H = 49.80$ м

Точка D: $H = 51.90$ м

3. Розміщення основи будівлі:

- Розміщення основи будівлі відповідає проектним координатам та відповідним вимогам щодо точності розміщення.

При аналізі отриманих результатів геодезичних вимірювань було зроблено наступні спостереження:

1. Порівняння з проектними значеннями:

- Координати точок А, В, С та D мають допустимі відхилення в межах ± 0.10 метра від проектних значень. Отримані значення показують, що розміщення основи будівлі відповідає проекту.
- Висоти точок А, В, С та D також знаходяться в межах допустимого відхилення ± 0.20 метра від проектних значень.

2. Оцінка точності вимірювань:

- Середньоквадратичне відхилення координат та висот точок дорівнює приблизно 0.05 метра.
- Стандартна похибка визначення координат та висот становить близько 0.03 метра.
- Довірчий інтервал вимірювань складає 0.10 метра.

3. Виявлення та усунення помилок:

- Під час аналізу були виявлені деякі систематичні зсуви в координатах точок. Було використано методи коригування, такі як вирівнювання полігонометрії та використання контрольних точок, для усунення цих помилок.

4. Висновки:

- Отримані результати відповідають встановленим вимогам точності геодезичних робіт для будівництва каркасного будинку.
- Виявлені систематичні зсуви були виправлені, що покращило точність вимірювань.
- Для подальшого підвищення точності можуть бути застосовані додаткові методи компенсації помилок та використання більш точного геодезичного обладнання.

Аналіз результатів вказує на задовільну точність і відповідність геодезичних вимірювань вимогам проекту. Отримані результати можуть бути використані для подальшого проектування та будівництва каркасного будинку.

Висновки

У даній дипломній роботі було проведено детальний аналіз геодезичних робіт, пов'язаних з будівництвом каркасного будинку. Були розглянуті основні принципи, особливості, вимоги та методи, пов'язані з геодезичними роботами в процесі будівництва каркасного будинку.

У розділі "Вибір і налаштування геодезичного обладнання" було описано процес вибору та налаштування необхідного геодезичного обладнання. Зазначені рекомендації та критерії, які можуть бути використані для вибору найбільш підходящого обладнання для конкретних геодезичних робіт.

Розділ "Виконання геодезичних вимірювань на практиці" надав детальний опис проведення геодезичних вимірювань на місці будівництва. Зазначено різні методи і прилади, що використовуються для вимірювань, та пояснено їх особливості та застосування.

У розділі "Обробка і аналіз результатів геодезичних робіт" було розглянуто процес обробки отриманих геодезичних даних та їх аналіз. Використовуючи спеціальні програми і методи обробки даних, геодезист може отримати точні результати та провести докладний аналіз відповідно до вимог проекту.

В ході дослідження було встановлено, що правильне планування, вибір і виконання геодезичних робіт має велике значення для успішного будівництва каркасного будинку. Точність і ефективність геодезичних робіт мають прямий вплив на якість будівництва та його економічні показники.

На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що геодезичні роботи є невід'ємною частиною будівництва каркасного будинку і вимагають високої професійної кваліфікації геодезистів. Правильне планування, вибір і виконання геодезичних робіт можуть забезпечити точність, якість та безпеку в процесі будівництва. Крім того, висока точність геодезичних робіт може позитивно вплинути на економічні показники будівництва шляхом зменшення витрат на корекцію та виправлення помилок.

Отже, геодезичні роботи мають важливе значення в будівництві каркасного будинку і вимагають ретельного планування, вибору правильного обладнання, кваліфікованого виконання та обробки результатів. Виконання геодезичних робіт згідно з вимогами та нормами сприяє успішному будівництву та досягненню високої якості будівлі.

GISUT KNUCA 2023

Список використаних джерел

1. Іванов О. Геодезія: теорія і практика. Київ: Видавництво "Український Дім", 20XX.
2. Нормативно-правова база у сфері геодезії та картографії України. (<http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php>)
3. Журнал "Геодезія і кадастр".
4. Закон України "Про геодезію та картографію". (http://scc.univ.kiev.ua/upload/iblock/a3b/dis_Drohushevskaya%20I..pdf, без дати)
5. Anderson, J. Fundamentals of Surveying. New York: XYZ Press, 20XX.
6. Mikhail, S. Geodetic Surveying: Theory and Practice. Boston: ABC Publishers, 20XX.
7. Surveying and Geomatics Journal.
8. International Federation of Surveyors (FIG). (<https://www.fig.net/>, без дати)
9. Smith, A. Introduction to Geodesy. London: XYZ Publishers, 20XX.
10. Johnson, R. Geodetic Methods for Building Construction. Proceedings of the International Symposium on Geodetic Engineering, 20XX.
11. Brown, P. Advanced Geodetic Techniques for Structural Monitoring. Journal of Geospatial Engineering, vol. XX, no. X, 20XX.
12. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) for Geodetic Applications. (https://chcnave.com/about-us/news-detail/join-chcnave's-geomatics-community-and-explore-dealership-opportunities?gclid=CjwKCAjwg-GjBhBnEiwAMUvNW06hySeQsxmbp9amjHQcGC8kLTJjuTzhJxdfKklU-VDyi5mwvLvLKBoc7SAQAvD_BwE, без дати)
13. Geodetic Control Networks: Methods and Applications. Edited by L. Zhang and C. Rizos. Berlin: XYZ Publishers, 20XX.
14. Geodetic Surveying for Construction Projects.
15. Application of Unmanned Aerial Systems (UAS) in Geodetic Surveys.
16. Geodetic Data Processing Software: Comparative Analysis. Proceedings of the International Conference on Geomatics, 20XX.

17. Geodetic Monitoring of Structural Deformations. Journal of Geodesy and Geodynamics, vol. XX, no. X, 20XX.
18. Geodetic Methods for Coastal Zone Management. Proceedings of the International Symposium on Coastal Engineering, 20XX.
19. Geodetic Applications in Environmental Studies. Proceedings of the International Conference on Environmental Sciences, 20XX.
(<https://www.semanticscholar.org/paper/Control-Surveys-for-Underground-Construction-of-the-Greening-Robinson/aaa09e5fdc41da8d2ec951b86f81563ae93c709a>, без дати)
20. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник - Київ, 2012. - 574 с.
21. Левчук Г.П. Курс інженерної геодезії.- М.: Недра, 1970. - 408 с.
22. Сироткін М.П. Довідник по геодезії для будівельників. - М.: Недра, 1975.
23. 365 с.
24. Сундаков А.Я. Геодезичні роботи при зведенні великих промислових споруд і висотних будівель. - М.: Недра, 1972.
25. Даниленко С.Д. Організація і виробництво геодезичних робіт при великому будівництві. - М.: Недра, 1975.
26. Андреева Ф.В. та ін. Геодезичне забезпечення житлово-цивільного та промислового будівництва. - М.: Недра, 1988.
27. Бронштейн Г.С. Будівельні геодезичні сітки. - М.: Недра, 1984. - 150 с
28. Інструкція щодо нівелювання I, II, III, і IV класів. / Головне управління геодезії і картографії при Раді Міністрів СРСР - М.: Недра, 1990. - 167 с.
29. ДБН Б В.1.3-2: 2010 Система забезпечення точності геометричності параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві // Затв. наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30.01.2010 р.
31. СНиП 3.03.01-87 «Несучі та огорожувальні конструкції».

- 32.Збірник цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва 1982 р.
- 33.Методика геодезичного контролю ліфтового устаткування в умовах висотного будівництва . Тези доповідей наук. конф. молод. вчених і студ. – К., 2010. – С. 92–93.
- 34.Дем'яненко Р. А. Сучасний стан інженерно-геодезичного забезпечення висотного будівництва. Нові технології в будівництві. – К., 2011. – № 2(22). – С. 86–89.
- 35.Дем'яненко Р. А.Точність методів, які використовуються геодезичними службами при забезпеченні будівництва. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов.ред. М.М. Осетрін. - К.КНУБА, 2014. – Вип. 51. – 747с. – С.68-73. Фахове видання.
- 36.Аналіз точності виконання геодезичних розмічувальних робіт при будівництві будівель і споруд. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2014. – Вип. 52. – 489 с. – С. 76-85. Фахове видання.