МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра Інженерної геодезії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

Геодезичні розпланувальні роботи при будівництві висотної споруди.

Студента _____ (Руденко Д.В.)
Група ГД – 41
Факультет ГІСУТ
Спеціальність Геодезія

Керівник проекту _____ (Адаменко О.В.)

2022 рік

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

_____Руденко Дмитро Віталійович_____

_____
(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1.Тема роботи «Геодезичні розпланувальні роботи при будівництві висотної споруди»_____ затверджена наказом ректора КНУБА № ___347/2_____ від _____“_20_” 05 2022_ року._____

2. Керівник роботи: _Адаменко Олександр Вікторович доцент

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту: _____21.06.2022_____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ДЛЯ ВИНОСУ ПРОЕКТУ СПОРУДИ В НАТУРУ

Р.2. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ЗВЕДЕННІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ

Р.3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВЕДЕННЯ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ

Р.4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

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

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	09.05.2022
Розділ 2.	23.05.2022
Розділ 3.	30.05.2022
Розділ 4.	03.06.2022
Остаточне оформлення роботи	06.06.2022
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	15.06.2022
Попередній захист роботи на кафедрі	16.06.2022

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

7. Дата видачі завдання: 04.05.2022

Зав. кафедри ІГ _____ Дем'яненко Р.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Підпис керівника підтверджую __ Адаменко О.В. ____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент Підпис студента підтверджую Руденко Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ 6

РОЗДІЛ 1. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ДЛЯ ВИНОСУ ПРОЕКТУ СПОРУДИ В НАТУРУ 7

1.1 Фізико-географічне знаходження споруди 7

1.2 Технічна документація для проведення інженерно-геодезичних робіт 9

1.3 Основні принципи розмічування інженерних спору 19

1.4 Розрахунок точності розмічуваних робіт при будівництві споруди 22

1.5 Планова й висотна основа геодезичних розмічувальних робіт 26

РОЗДІЛ 2. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ЗВЕДЕННІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ 31

2.1 Винесення й закріплення осей споруди 31

2.2 Геодезичні роботи при влаштуванні котлованів 39

2.3 Геодезичні роботи при влаштуванні фундаментів 43

РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВЕДЕННЯ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ 52

3.1 Геодезичні роботи при влаштуванні опалубки фундаментної плити 52

3.2 Вибір базисної фігури та розрахунок її точності 56

3.3 Передача і закріплення осей і відміток на вищележачих монтажних горизонтах 59

3.4 Розрахунок точності просторової розмічувальної основи 63

3.5 Геодезичні роботи на монтажному горизонті 74

3.6 Контрольна виконавча зйомка 87

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ 91

4.1 Фінансування інженерно-геодезичних робіт та кошторисна оцінка проекту 91

Список літератури 95

Вступ

Розвиток будівництва і сучасної архітектури потребує спорудження висотних будинків у мегаполісах, які мають нелегкі конструктивні рішення з використанням нестандартних форм, що має підкріплюватися новими методами будівництва, особливо робіт з розмітки. Останні тренди диктують використання монолітного будівництва, що дає можливість створювати цілісні житлові комплекси, скомпоновані та завершені в єдиній архітектурній композиції.

Зростання висоти і щільність забудови провокують дотримання певних вимог до геодезичних робіт не тільки у процесі будівництва, а й у подальшого контролі за спорудою під час його експлуатації. У цьому випадку роботи з розмітки можна віднести до окремого класу, так як останнім часом їх масовість значно зросла.

Використання різноманітних схем і способів у сучасному будівництві також вимагає пошуку нетипових рішень для оцінки точності конструкції та моніторингу під час її експлуатації. Геодезичні роботи дозволяють забезпечити точне розташування об’єкта будівництва та його зведення у чіткій відповідності до параметрів, визначених у проекті, з дотриманням усіх державних норм, стандартів та правил.

Виконуючи роботи на території майбутньої споруди, геодезична служба проводить роботи з розмітки фундаменту під будівництво, здійснює зняття основних осей розмітки будівлі, систем зовнішньої розмітки, а також основних та інших конструкцій, які знаходяться за межами будівельного майданчику.

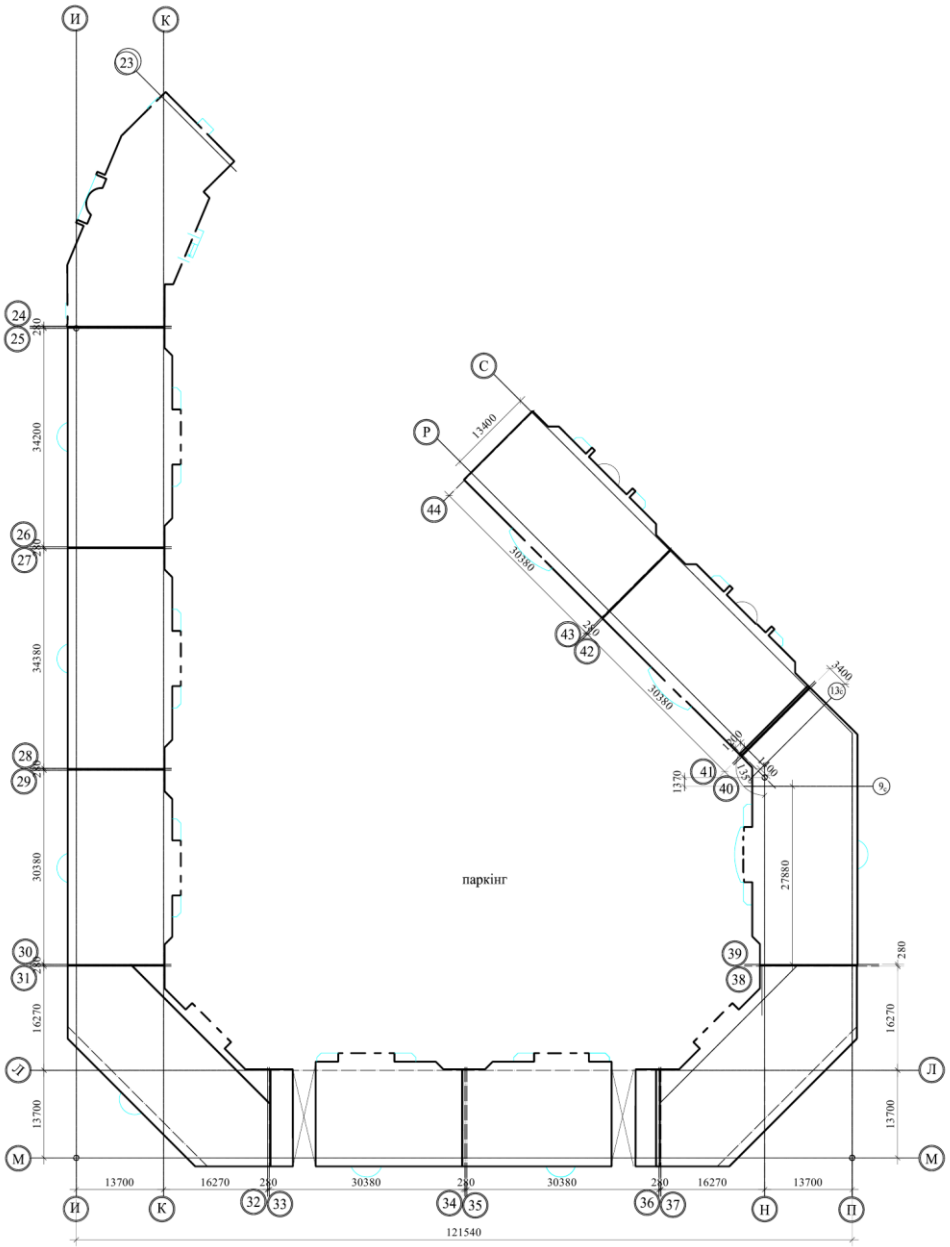
Усі геодезичні роботи є частиною єдиного технологічного процесу будівництва та проводяться за чітким графіком. Абиякі зміни, що вносяться до проектної документації при будівництві, спочатку мають бути спроектовані відповідним чином і потім підтверджені геодезичними вишукуваннями, після чого вони фіксуються в генеральному плані забудови.

РОЗДІЛ 1. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ДЛЯ ВИНОСУ ПРОЕКТУ СПОРУДИ В НАТУРУ

1.1 Фізико-географічне знаходження споруди

Розташування будівлі, що споруджуватиметься – м. Києва вулиця Жулянська у Голосіївському районі. Фізичні розміри майбутньої споруди складають 467,2 на 25,1 м

Рисунок 1.1 – План будинку, що споруджується



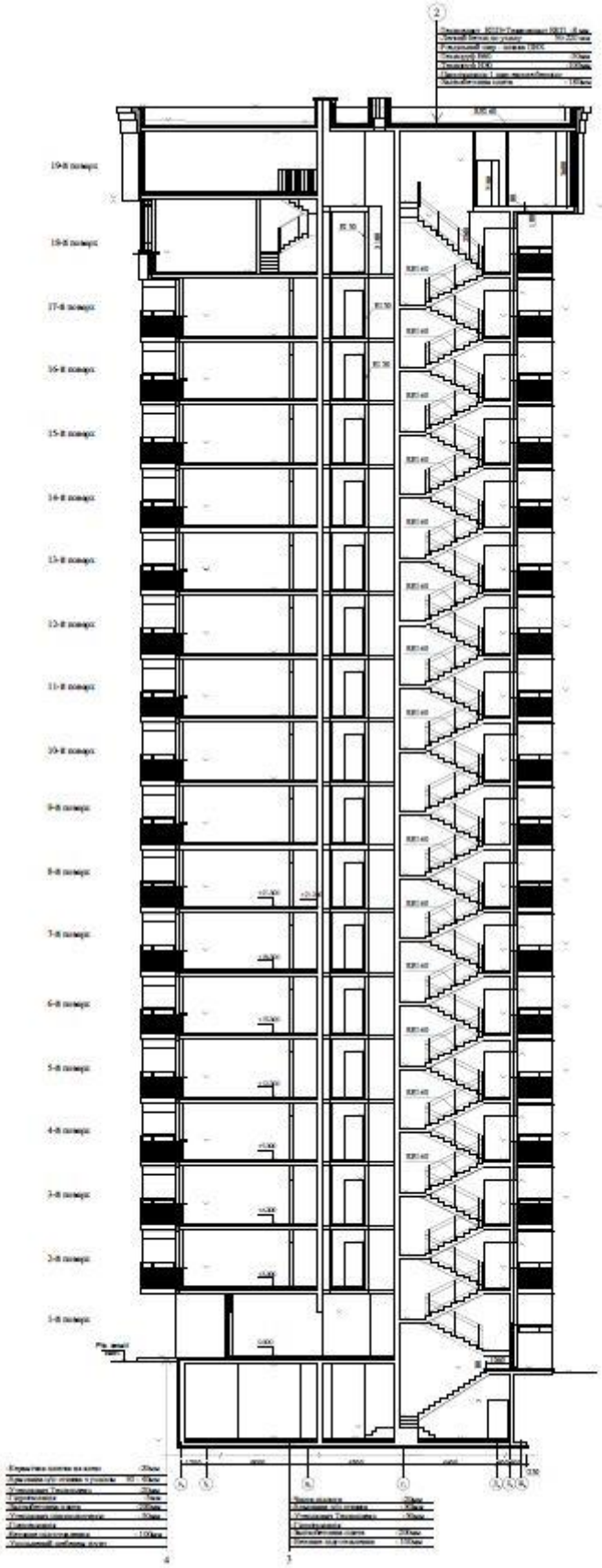


Рисунок 1.2 – Переріз будинку, споруджуєтьс

Клімат міста є помірно-континентальним, де переважає спекотне літо та м’яка зима. Внаслідок цього будівлю необхідно утеплити. До того ж, будинок розташований біля проїжджої частини, що викликає потребу у шумоізоляції.

Особливістю робочої зони є наявність будівельного майданчика, де активно працює велика кількість будівельної техніки, що трохи ускладнює роботу.

Архітектурно-конструктивні характеристики будинку:

- висота одного поверху – 3 метри;
- кількість етапів проектування – 19;
- 1 поверх зайнятий під соціально-побутові приміщення та офіси;
- останній поверх містить двохрівневі квартири;
- підземна частина оснащена паркінгом.

Каркас будинку:

- вертикальні елементи – колони з перерізом 25 × 150 см і 25 × 120 см, стіни монолітного ядра сходового підйому товщиною 25 см, стіни підземної частини товщиною 30 см;
- горизонтальні елементи – монолітна суцільна плита без брусків товщиною 20 см;
- зовнішні стіни огорожі – керамічна цегла товщиною 25 см з ізоляцією.

1.2 Технічна документація для проведення інженерно-геодезичних робіт

Геодезичні роботи виконуються відповідно до нормативно-технічної будівельної документації, такої як: Кодекс правил (КП), Державні будівельні норми (ДБН), Державні стандарти (ДСТУ ГОСТ), Будівельні норми і правила (БНіП), Технічні умови (ТУ) тощо. В них вказуються методи і прийоми виконання геодезичних робіт, а також їх точність для етапів будівництва, види споруд та їх характеристики.

ДБН В.1.3-2010 «Геодезичні роботи в будівництві» визначає склад геодезичних робіт на території забудови, який залежить від розмірів будівлі, її харак-

теру та висоти, а також від інших конструктивних особливостей. Точність вимірювань також різна.

При будівництві індивідуального будинку створюються так звані мережі зовнішньої та внутрішньої розмітки будівлі.

Якщо підприємства і групи будівель займають великі площі, більше 100 тис. $м^2$ або більше 1 $км^2$, для них споруджують спеціальні розміткові мережі території забудови.

Ці мережі є основою геодезичних робіт. З точок основи витягуються головні або основні осі споруд, а також проводиться детальна розбивка будівництва та монтаж технологічного обладнання.

Геодезичні роботи у будівництві передбачають й перевірку правильності геометричних параметрів будівель та проведення виконавчих зйомок підготовку виконавчої документації, без якої неможливо введення будівлі в експлуатацію. Норми точності при будь-яких робіт регламентуються ГОСТ 21778-81 і ГОСТ 21779-82.

Комплекс геодезичних робіт поділяється на такі етапи:

- будівництво основи розмітки майданчика;
- винос та фіксація основної та (або) головної осей забудови;
- геодезичні розмітки нульового циклу: будівельні роботи підземної частини (котлован, фундамент, пальове поле, гаражі, технічний підвал та ін.);
- прокладання підземних комунікаційних каналів у плані та по висоті;
- геодезичні роботи при будівництві надземної частини будівлі (будівництво маякової мережі споруди на вихідному горизонті, перенесення осей і маркерів на монтажні горизонти, побудова осей розмітки на монтажних горизонтах, детальна розмітка позицій конструкцій, контроль монтажу).
- винос проекту вертикального планування (майданчики, дороги, насипи та виїмки тощо).

Практично вся ця робота супроводжується виконавчою документацією та зйомками.

Вимоги до точності вимірювань при зведенні мережі геодезичної розмітки території забудови приймаються згідно таблиці 1.1, внутрішньої та зовнішньої геодезичних мереж споруд разом з осями розмітки – таблиці 1.2 (ДБН В.1.3-2010).

Таблиця 1.1 – Середні квадратичні похибки побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика

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 км2; окремо розташовані будівлі (споруди) площею забудови більше ніж 100 тис. м2	3	2 мм для L до 50 м $\frac{L}{25000}$ для L понад 50 м	3 (за програмою II класу у відповідності до інструкції з нівелювання)
Підприємства та групи будівель (споруд) на ділянках площею менше ніж 1 км2; окремо розташовані будівлі (споруди) площею забудови від 10 до 100 тис. м2	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. м2; 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.			

Проектована будівля є окремо розташованою і має площу забудови 10 – 100 тис. м^2. Згідно з цими даними, середні квадратичні похибки не повинні переважати:

- для перевищень - $10\sqrt{L}$ мм;
- для кутів - 5";
- для довжин - $\frac{L}{10000}$ мм.

Таблиця 1.2 – Середні квадратичні похибки побудови 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
Металеві конструкції з фрезерованими контактними поверхнями; збірні залізобетонні конструкції, які монтуються методом самофіксації у вузлах; будівлі та споруди висотою понад 100 м або із прогонами від 30 м до 36 м	1 мм для L до 15 м, $\frac{L}{15000}$ для L понад 15 м	5	1	2 + 10 × H	1 +2 × H
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 × H	2 + 3 × H
Будинки до 15 поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від	3 мм для L до L 15 м, $\frac{L}{5000}$	15	3	6 + 20 × H	3 + 5 × H

6 м до 18 м	для L понад 15 м				
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 × H	5+ 10 × H

Проектована будівля має 19 поверхів, сягає 59,4 м висоти з прогонами по 3 м, тобто підпадає під категорію «Будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18 до 30 м».

Клас точності: 2.

Категорія складності: IV.

Відповідно до нормативних документів середня квадратична похибка:

- лінійних вимірювань – 2 мм для L до 20 м, $\frac{L}{10000}$ для L понад 20 м;
- кутових вимірювань – 10″;
- нівелювання на станції на вихідному та монтажному горизонтах – 2 мм;
- передачі позначок на монтажний горизонт відносно вихідного – 4 + 15 × H;
- передача точок, осей по вертикалі – 2 + 3 × H.

Таблиця 1.3 – Умови забезпечення точності кутових вимірювань

Процеси, умови вимірювання, тип приладів	Середні квадратичні похибки результатів кутових вимірювань				
	3"	5"	10"	15"	30"
Середні квадратичні похибки центрування	0,5 мм		1 мм		3 мм
Метод центрування кутомірного приладу і візирних цілей	Оптичним центриром або примусове центрування		Оптичним центриром		Оптичним центриром, виском
Середні квадратичні похибки фіксування пунктів та маркування осей та точок	0,5 мм		1 мм		3 мм

Фіксування центрів пунктів та маркування осей та точок	Рисувалкою	Керном	Олівцем, шпилькою
Кількість прийомів	2		1
Примітка. Теодоліти мають відповідати вимогам ГОСТ 10529.			

Для забезпечення необхідних вимог точності вимірювань при будівництві багатоповерхівки їх проводять тахеометром Sokkia CX-105 (5 ", (2 + 2 * L) мм, оптичним рівнем B40, а також пристроєм для вертикального проектування FG-L100.

Вимірювання довжин ліній проводять під час топографічних зйомок землі, вишукувальних робіт при проектуванні та при будівництві інженерних споруд.

Кінцеві точки надійно фіксуються постійними і тимчасовими знаками, а в забудованій зоні – постійними. Осі конструкцій фіксуються аналогічно точкам забудованої території.

Лінійне вимірювання виконується практично у всіх видах геодезичних робіт. Враховуючи наявність пристрою, умови місцевості та вимоги точності, лінії вимірюються такими методами:

– прямим із застосуванням вимірювальних стрічок, підвісних вимірювальних дротів, рулеток тощо;

– непрямим способом із застосуванням електронних та-геометрів, світловіддалемірів.

При проведенні геодезичних робіт на територіях забудови використовують рулетки довжиною 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50 і 100 м.

Визначення перевищення кінців вимірюваної лінії проводиться нівелюванням, межа похибки рулеток становить 0,5 мм на 50 м, що є робочим еталоном 3 розряду згідно ДСТУ3741, похибка для температури повітря 2 °С, а для

атмосферного тиску 0,5 мм рт. ст., СКП похибки приладу 1 + 2xD, де D - довжина, км за ГОСТ 19223-90.

Згідно ДБН В.1.3-2010 точність нівелювання становить 5 мм на 1 км подвійного ходу і здійснюється за програмою нівелювання III класу згідно з інструкцією. Геометричне вирівнювання буде проводитися за допомогою рівня Sokkia B40 UPC, вимір якого на 1 км подвійного ходу становить 2 мм. Звідси, нерівність плечей не перевищує 2 м на станції, перетин не перевищує 5 м, висота прицільного променю над підстильною поверхнею становить мінімум 0,3 м.

Геометричне нівелювання здійснюється горизонтальним прицільним променем рівня. Точність геометричного нівелювання визначається середньоквадратичною похибкою вирівнювання на 1 км подвійного ходу, що дорівнює 0,5 – 10 мм залежно від типу приладів, що використовуються.

Таблиця 1.4 – Умови забезпечення точності геометричного нівелювання

Умови вимірювання, тип приладів	Середні квадратичні похибки вимірювання перевищення на станції, мм			
	1	2	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	зо	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 пе-	0,3	0,2		0,1

решкодою, м, не менше			
Примітка. Нівеліри мають відповідати вимогам ГОСТ 10528.			

Перед вирівнюванням точки на землі фіксуються башмаками, милицями або кілочками, на які встановлюються вертикальні вирівнювальні рейки. Місце, де встановлюється рівень для роботи, називається станцією, а відстань між ним і рейкою — плече нівелювання

Таблиця 1.5 – Умови забезпечення точності передачі позначок на монтажний горизонт геометричним нівелюванням

Умови вимірювання	Середні квадратичні похибки визначення позначок на монтажному горизонті відносно вихідного, мм			
	10 + 50×H	6 + 20 ×H	4 + 15×H	2+10×H
Висота монтажного горизонту, м	До 15 включно	Понад 15 до 73,5 включно	Понад 73,5 до 100 включно	Більше 100
Нерівність плечей на станції, м, не більше	25	15	10	5
Висота візирного променя над перешкодою, м, не менше	0,1	0,2		0,3
Границі допустимої похибки рулеток, мм	3-й клас точності за ДСТУ 4179		2-й клас точності за ДСТУ 4179	
Взяття відліків на верхньому і нижньому горизонтах	Почергове		Одночасне	

СКП визначення відміток на монтажному горизонті порівняно з вихідним для висоти будівлі 59,4 м становить 11,9 мм. Нерівність плечей не перевищує 15 м, висота прицільного променю над перешкодою повинна бути мінімум 20 см, відлік на нижньому та верхньому горизонтах необхідно вести по черзі.

Монтажний горизонт являє собою умовну площину, на якій знаходяться опорні майданчики несучих конструкцій поверху надземної частини будинку.

Таблиця 1.6 – Умови забезпечення точності передачі планових координат точок та осей по вертикалі

Процеси, умови вимірювання	Середні квадратичні похибки передачі планових координат точок та осей по вертикалі, мм			
	10 + 50×H	3 + 5×H	2+3×H	1 + 2×H
Висота проеціювання, м	До 15 включно	Понад 15 до 73,5 включно	Понад 73,5 до 100 включно	Понад 100
Середні квадратичні похибки приладів вертикального проектування (ПВП), мм, не більше	3 + 5×H	1,5 + 2,5×H	1 +1,5×H	0,5 + 1×H
Метод центрування кутомірного приладу і візирних цілей	Оптичним центриром			
Середні квадратичні похибки фіксування пунктів та маркування осей та точок	3 мм	1 мм		0,5 мм
Фіксація точок	Олівцем на гладкій поверхні, палетці		Керном на вихідному горизонті і олівцем на палетці на монтажному горизонті	
Мінімальна відстань від візирного променя до будівельної конструкції, м	0,1		0,05	
СКП вимірювань горизонтального кута тахеометром	30"	5"	-	
Наявність двохосьового компенсатору	ні	так	-	
Кількість прийомів, не менше	1		2	

Згідно таблиці 1.6 СКП прогнозованих координат осей та точок у вертикальному положенні для будівлі 60 м становить 3,15 мм. Використовується FG-L100 – пристрій вертикального проектування, який має точність передачі положення точки 1,0 мм на 100 м.

Для детальної розмітки осей монтажного горизонту виконується перенесення точок вихідного горизонту, за якими визначається положення відповідних осей, на монтажний. Цю роботу можна виконати за допомогою похилого проектування і тахеометра або вертикального проектування і спеціальних пристроїв високої точності. Для виконання даного проекту надається перевага останнім.

Тоді необхідна точність вимірювань у процесі геодезичного забезпечення споруджування запроектованої висотної будівлі становить:

- кутових вимірювань – 5″;
- передача точок та осей по вертикалі – 2 + 3 × H;
- лінійних вимірювань – 2 мм для L до 20 м, $\frac{L}{10000}$ для L понад 20 м;
- нівелювання на станції на горизонтах – 2 мм;
- вимірювання перевищень - $10\sqrt{L}$ мм;
- передачі позначок на монтажний горизонт порівняно з вихідним – 4 + 15 × H.

Для забезпечення необхідних вимог точності вимірювань при будівництві багатоповерхівки їх проводять тахеометром Sokkia CX-105 (5 ", (2 + 2 * L) мм, оптичним рівнем B40, а також пристроєм для вертикального проектування FG-L100.

1.3 Основні принципи розмічування інженерних споруд

Практично усі види геодезичних інженерних робіт на території забудови забезпечуються опорними мережами, точки яких підтримують висоти і планові координати. Маякові геодезичні мережі є основою для виведення інженерно-комунікаційного проекту на об’єкт. Вони характеризуються наступними пунктами:

- повинні бути створені в системі координат місцевості, при цьому спираючись на державну систему координат;

- форма мережі обирається згідно стану в обслуговуваній місцевості або формою окремих об'єктів чи їх угрупувань;

- розміри мереж розмітки обмежені;

- довжина сторін зазвичай коротка.

Розрізняють мережу розмітки території забудови і 2 типи будівельних (конструкційних) мереж розмітки: внутрішню та зовнішню.

Перша з них може містити точки червоних будівельних ліній, будівельної сітки, а для спорудження унікальних конструкцій високої точності робіт з розмітки, виконують особливі лінійні кутові мережі, мікротрилатерацію (системи прямокутників та радіальних чи центральних кілець), ,мікротріангуляцію тощо.

Мережа розмітки майданчика при побудові житлових споруд має вигляд контрольних ліній, для підземних інженерних мереж – ходів теодоліта.

Основною вимогою при створенні цих мереж є точність для забезпечення виносу об’єкта будівництва на місцевість.

Мережі розмітки зазвичай створюються вільно, в локальній системі координат. Для визначення координат точок мережі використовуються схеми і способи побудов і геодезичних вимірювань, які найбільш підходять для геометрії мережі, побудови фіксації її точок та умов видимості на території забудови. Для цього застосовують методи трилатерації, тріангуляції, кутових лінійних мереж у вигляді типових ліній і фігур, полігони та полігонометричні ходи, а в разі фіксації розмітки точок мережі в недоступних місцях, наприклад опор ЛЕП, використовують метод бічних насічок. Також усе частіше застосовують супутникові технології.

На генеральному плані викладається проект маякової мережі та оцінюється його точність. Оцінка проекту здійснюється наближено для відповідного методу побудови мережі.

Оцінювати точність проекту доцільно в спеціалізованих програмах типу Credo, Topograd або вручну за допомогою Microsoft Excel. Визначити точність побудованої мережі можна за полігонометрією з використанням супутникового обладнання. У даному проекті використовується Microsoft Excel.

У результаті проведеної оцінки отримано СКП найслабшого місця мережі М, а також знайдено очікувану відносну похибку і зроблено висновки щодо точності спроектованої мережі.

Зовнішня мережа розмітки будинку є основою для зведення конструкцій нульового циклу і включає точки кріплення головної та основної осей споруди, а внутрішня забезпечує точний монтаж будівельних конструкцій за проектом і виконується на початковому монтажному горизонті споруди при будівництві її наземної частини. Зазвичай, розмір і форма маркувальних мереж відповідають розмірам і формі самої конструкції.

Положення точок мережі обирається відповідно до визначених умов території забудови. Головна вимога – забезпечити стабільність та збереження точок до закінчення будівництва. У всіх випадках розташування маякової мережі має бути пов’язане з генеральним планом будівництва споруди.

Точність побудови мереж розмітки будівлі визначається класом будівлі (п. 1.2. таблиці 1.2).

З точки зору ефективності, мережу розміткивиконують з мінімальною кількістю зайвих з’єднань. Маркувальні мережі зазвичай будуються в 1 етап, причому внутрішня маркувальна мережа не є другим етапом розвитку зовнішньої, оскільки вони мають різне призначення: зовнішня є «відправною точкою» роботи нульового циклу, а внутрішня використовується для розмітки на горизонті монтажу, тож вони мають різні параметри точності.

Внутрішня мережа будівлі створюється у вигляді мережі висотних і планових знаків на перекриттях будівлі і використовується для проведення деталь-

них маякових робіт на горизонтах монтажу, а також для проведення виконавчих зйомок.

Маякова мережа будується на сітці (ростверку) ао фундаментній плиті, на перекритті цоколя будівлі або технічного поверху. Цю умовну поверхню, на якій фіксується внутрішня маркувальна мережа, називають вихідним горизонтом.

Планова мережа розмітки на початковому монтажному горизонті має вигляд фігур, часто повторюючих загальну конфігурацію будівлі, внаслідок чого така геометрична фігура називаються базисною або базовою. Кількість опорних точок фігури, що переносяться на горизонт, становить мінімум 3.

Сторони базової фігури паралельні (перпендикулярні) основним осям конструкції. Точки фігури розташовуються в місцях із взаємною видимістю і збереженням протягом усього періоду будівництва. Вони розташовуються на відстані від 0,5 до 1 м поряд з основними осями з можливістю їх вертикального проектування на верхніх монтажних горизонтах.

При побудові відносно простих геометричних конструкцій мережі можуть мати вигляд багатокутників, ромбів або центральних систем. Вимірювання у цих фігурах виконуються програмами лінійно-кутової мережі чи трилатерації. Високоточні радіальні кільцеві чи лінійні мережі призначені для будівництва більш складних та унікальних конструкцій.

Проект внутрішньої мережі будівлі виконується на плані перекриття, визначаються координати точок базової фігури в будівельній системі.

Точність будівництва внутрішньої мережі визначається класом споруди (таблиця 1.2).

1.4 Розрахунок точності розмічуваних робіт при будівництві споруди

Відповідно до теорії похибок для нормального розподілу обчислень істинне значення вимірюваної величини співпадає із середнім арифметичним отриманих результатів вимірювань за умови, що їх кількість наближається до нескінченності. Результат одного вимірювання характеризується СКП (m), яка вираховується формулою Бесселя (вірогідність 68 %). Гранична похибка δ може бути подвійною СКП (δ = 2m) з вірогідністю 95 %, або приймається δ = 2,5m з вірогідністю 99 %. Для особливих робіт приймається δ = 3m з вірогідністю 99,7 %.

Полю допуску згідно з нормативами можна присвоїти рівень довіри мінімум 95 %, що дозволяє знайти δ = Δ/2 за відомим значенням Δ, і враховуючи точність (коефіцієнти 2, 2,5 чи 3), знайти СКП для реалізації цього допуску. Наприклад, перехід на рівні довіри 99 % від «Δ» до «m» має вигляд:

$\delta = \Delta / 2$; $m = \delta / 2{,}5 = \Delta / 5$.

Допуски геометричних параметрів компонуються за класами точності операцій і процесів, що дає можливість на основі розрахунку передбачити в проекті необхідний клас точності розмітки залежно від узгодженої проектної схеми, характеристики будівлі і також способу монтажу. Допуск, який є мірою точності форми, розміру та положення споруди, залежить від цього розміру та його природи.

Таблиця 1.7 – Точність розмічувальних робіт в ГОСТ 21779-82 регламентована такими технологічними допусками як:

Інтервал номінального розміру L, мм	Значення допуску для класу точності					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
Від 2500 до 4000	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10
4000 8000	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16
8000 16000	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24
16000 25000	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40
25000 40000	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60
40000 60000	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100
60000 100000	16,0	24,0	40,0	60,0	100	160
100000 160000	24,0	40,0	60,0	100,0	160	-

Точність робіт з розмітки регламентована наступними технологічними допусками:

- розмітка у плані точок і осей;
- перенос точок і осей по їх створності та вертикалі;
- перенос та розмітка висотних позначок.

Згідно вищевикладеної інформації для запроектованої будівлі точність розмітки осей і точок у плані становить 6 мм.

Таблиця 1.8 – Допуски передачі точок і осей по вертикалі і створності точок і осей

Інтервал номінального розміру		Значення допуску для класу точності					
H (м)	L (м)	1	2	3	4	5	6
до 2,5	до 4,0	-	-	0,6	1,0	1,6	2,4
2,5-4,0	4,0-8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
4,0-8,0	8,0-16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
8,0-16,0	16,0-25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
16,0-25,0	25,0-40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
25,0-40,0	40,0-60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
40,0-60,0	60,0-100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
60,0-100,0	100,0-160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
100,0-160,0	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	-

Усі допуски для роботи з розмітки поділяються на 6 класів точності, які у свою чергу визначають ступінь допуску відповідно до визначених умов процесу, а також вибір методів і необхідного обладнання для виконання робіт. Допуски для точок і осей розмітки в плані (таблиця 1.7) охоплюють розміри між точками та осями розмітки до 160 м.

Аналогічно виглядають таблиці допусків для переносу точок по вертикалі на визначеній висоті (таблиця 1.8) і переносу висотних міток на тій же висоті (таблиця 1.9) через такі ж інтервали. Аналізуючи дані таблиць, можна побачити, що допуски кожного номінального розміру в усіх класах точності приблизно однакові за відносною точністю. Вказані допуски наведені, спираючись на точність нанесення та фіксації відповідних осей і точок.

Таблиця 1.9 – Допуски розмічування та передачі висотних відміток у мм.

Інтервал номінального розміру		Значення допуску для класу точності					
H (м)	L (м)	1	2	3	4	5	6
до 2,5	до 8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
2,5-4,0	8,0-16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
4,0-8,0	16,0-25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
8,0-16,0	25,0-40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
16,0-25,0	40,0-60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
25,0-40,0	60,0-100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
40,0-60,0	100,0-160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
60,0-100,0	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0
100,0-160,0	-	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0	160,0

Класи точності не прив’язані до типу конструкції. Вони обираються відповідно до контролю точності та технологічного забезпечення.

Для проектованої споруди допуск при вертикальному переносі осей, точок і також їх створності становить 10 мм.

Метод розрахунку точності робіт розмітки вимагає від підрядника певної підготовки. Для спрощення було розроблено спеціальні нормативи – «ДБН В.1.3-2-2010 СТГП Геодезичні роботи в будівництві».

Точність розмітки та переносу висотних позначок для проектованої споруди становить 16 мм.

1.5 Планова й висотна основа геодезичних розмічувальних робіт

Мережа яку ми побудували для ведення геодезичних робіт на даній території є спеціальною геодезичною мережею побудованою на основі розрахунків для конкретного об’єкту будівництва, а саме 19 поверхового житлового будинку. Ця спеціальна геодезична мережа має вигляд двох геодезичних чотирикутників та запроектована від пункту державної геодезичної мережі 4того класу. Схема спеціальної геодезичної мережі і осей будівлі зображені на рисунку 1..

Попередні координати пунктів наведені у таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Попередні координати пунктів

Назва пункту	X	У
A	300,000	300,000
B	250,553	438,006
C	184,638	291,015
D	184,638	462,737
E	88,825	302,794
F	86,785	454,362

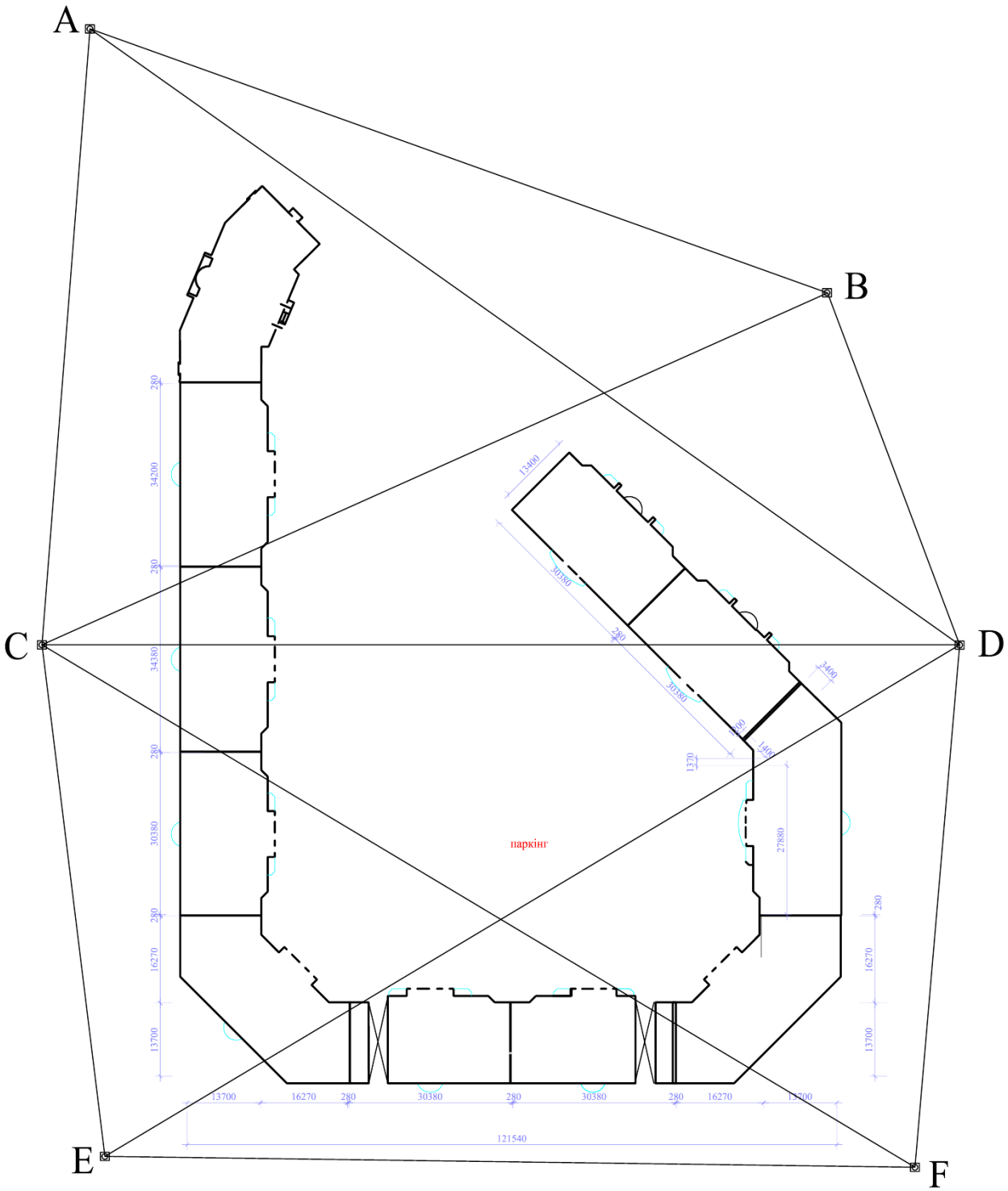


Рисунок 1.3 – Схема спеціальної геодезичної мережі і осей будівлі

Висотна мережа майданчика та будівлі створюються як вирівнювальні ходи, що спираються на мінімум 2 орієнтирів вихідної базової лінії висоти.

Точки планової та нівелірної мереж повинні бути поєднані, причому на межах і всередині території забудови встановлюються позначки рівня мінімум 1 знака, а по осях лінійних конструкцій частіше 0,5 км.

Висотну прив'язку цих точок виконують лише з метою переносу абсолютної висоти на орієнтири території забудови. Висотна база в даному випадку є строго фіксованою вільною мережею. Оскільки до проектованої спорули прокладається ряд міських комунікацій, потрібна єдина система висот місцевості і багатоповерхівок (рис. 1.4).

Схема висотної мережі зображена на рисунку 1.4

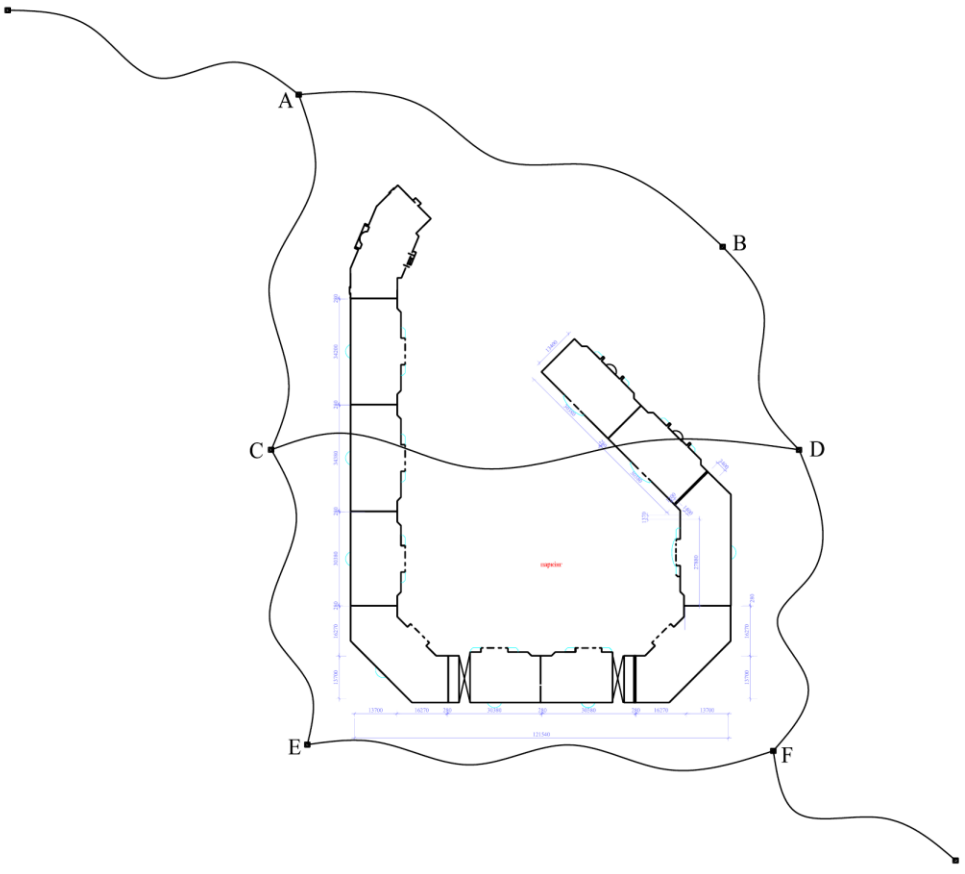


Рисунок 1.4 – Схема висотної мережі

Розвинення спеціальної геодезичної мережі відбувається від вихідних пунктів мережі А і В.

Таблиця 1.11 – Координати вихідних спеціальної геодезичної мережі

Назва пункту	X,м	Y,м
A	300,000	300,000
B	250,553	438,006

Проводиться розрахунок точності індивідуальної геодезичної мережі з допомогою строгого методу.

Геодезичну базу для забезпечення будівництва багатоповерхівки створюють, користуючись електронним тахеометром СХ-105 (нормована похибка вимірювання довжин 2 + 2 ppm, а для кутів – 5",). Розраховується ймовірна похибка.

Похибка вимірювань і лінії:

$$m_{Si} = 2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot S_i \ , \qquad m_{\alpha i} = \frac{5}{206265} S_i \ ,$$

Загальна похибка вимірювань і лінії:

$$m_i = \sqrt{m_{Si}^2 + m_{\alpha i}^2} \ ,$$

Проекція похибки вимірювань на осі координат:

$$m_{xi} = m_i \cos \alpha_i \ , \qquad m_{yi} = m_i \sin \alpha_i \ ,$$

Вплив визначення координат кожної точки геодезичної мережі на інші точки:

$$P_{xi} = \frac{1}{m_{xi}} , \qquad P_{yi} = \frac{1}{m_{yi}}$$

$$P_x = \sum P_{xi} \ , \qquad P_x = \sum P_{xi} \ .$$

Похибку визначення координат пунктів знайдемо за формулою:

$$m_{Pi} = m_{СКП} \sqrt{Q_i} = \sqrt{P_i^{-1}} m_{СКП} ,$$

де Q – обернена матриця;

$m_{СКП}$ – СКП одиниці ваги, що розраховується як $m_{СКП} = \sqrt{m_S^2 + m_\alpha^2}$.

Результати обчислень наведені в табличній формі. Визначення взаємного впливу похибок визначення координат пунктів наведено у таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 Взаємний вплив похибок вимірювань координат пунктів.

№ пункту стояння	№ пункту наведення	ΔX	ΔY	ms	mα	m	mx	my	Px	Py
A	B	-49,447	138,006	2,3	3,6	4,2	-1,4	4,0	0,5	0,1
	C	-115,362	-8,985	2,2	2,8	3,6	-3,6	-0,3	0,1	12,9
	D	-115,362	162,737	2,4	4,8	5,4	-3,1	4,4	0,1	0,1
									0,7	13,0
B	A	49,447	-138,006	2,3	3,6	4,2	1,4	-4,0	0,5	0,1
	C	-65,916	-146,991	2,3	3,9	4,5	-1,9	-4,1	0,3	0,1
	D	-65,915	24,731	2,1	1,7	2,7	-2,6	1,0	0,2	1,1
									0,9	1,2
C	A	115,362	8,985	2,2	2,8	3,6	3,6	0,3	0,1	12,9
	B	65,916	146,991	2,3	3,9	4,5	1,9	4,1	0,3	0,1
	D	0,000	171,722	2,3	4,2	4,8	0,0	4,8	516,0	0,0
	E	-95,813	11,779	2,2	2,3	3,2	-3,2	0,4	0,1	6,5
	F	-97,852	163,347	2,4	4,6	5,2	-2,7	4,5	0,1	0,1
									516,6	19,6
D	A	115,362	-162,737	2,4	4,8	5,4	3,1	-4,4	0,1	0,1
	B	65,915	-24,731	2,1	1,7	2,7	2,6	-1,0	0,2	1,1
	C	0,000	-171,722	2,3	4,2	4,8	0,0	-4,8	516,0	0,0
	E	-95,814	-159,943	2,4	4,5	5,1	-2,6	-4,4	0,1	0,1
	F	-97,853	-8,375	2,2	2,4	3,2	-3,2	-0,3	0,1	13,1
									516,5	14,3
E	C	95,813	-11,779	2,2	2,3	3,2	3,2	-0,4	0,1	6,5
	D	95,814	159,943	2,4	4,5	5,1	2,6	4,4	0,1	0,1
	F	-2,039	151,569	2,3	3,7	4,3	-0,1	4,3	293,8	0,1
									294,1	6,6
F	C	97,852	-163,347	2,4	4,6	5,2	2,7	-4,5	0,1	0,1
	D	97,853	8,375	2,2	2,4	3,2	3,2	0,3	0,1	13,1
	E	2,039	-151,569	2,3	3,7	4,3	0,1	-4,3	293,8	0,1
									294,1	13,2

Матриця рівнянь має вигляд:

0,67	0,00	-1,43	0,00	-3,57	0,00	-3,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	13,02	0,00	3,98	0,00	-0,28	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00
1,43	0,00	0,93	0,00	-1,86	0,00	-2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	-3,98	0,00	1,20	0,00	-4,15	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00
3,57	0,00	1,86	0,00	516,00	0,00	0,00	0,00	-3,18	0,00	-2,67	0,00
0,00	0,28	0,00	4,15	0,00	19,59	0,00	4,78	0,00	0,39	0,00	4,46
3,12	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	516,00	0,00	-2,62	0,00	-3,23	0,00
0,00	-4,40	0,00	-0,96	0,00	-4,78	0,00	14,34	0,00	-4,38	0,00	-0,28
0,00	0,00	0,00	0,00	3,18	0,00	2,62	0,00	294,06	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39	0,00	4,38	0,00	6,64	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	2,67	0,00	3,23	0,00	0,06	0,00	294,05	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,46	0,00	0,28	0,00	-4,34	0,00	13,21

Обернена матриця має вигляд:

0,35	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,05	0,00	-0,09	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
-0,54	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,08	0,00	0,33	0,00	0,05	0,00	-0,05	0,00	-0,05	0,00	-0,02
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	-0,02	0,00	-0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,01	0,00	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,04	0,00	0,13	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,04	0,00	0,07

Похибки визначення координат пунктів знаходять по головній діагоналі оберненої матриці. Таким чином похибки визначення координат пунктів приймають значення:

Ax	0,35	3,10	
Ay	0,05	1,14	3,31
Bx	0,25	2,64	
By	0,33	3,02	4,01
Cx	0,00	0,00	
Cy	0,04	0,99	0,99
Dx	0,00	0,00	
Dy	0,05	1,22	1,22
Ex	0,00	0,31	
Ey	0,13	1,87	1,90
Fx	0,00	0,31	
Fy	0,07	1,41	1,44

Висновок: відносна похибка визначення геодезичної основи згідно з ДБН В.1.3-2-2010 становитиме максимум $\frac{1}{10000}$.

У найгіршому випадку $m_p = 4{,}01$ мм, $S = 50$ м:

$$\frac{1}{T} = \frac{4{,}01}{50000} = \frac{1}{25000}.$$

Точність побудови індивідуальної геодезичної основи задовольняє вимогам вказаного вище нормативного документу.

РОЗДІЛ 2. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ЗВЕДЕННІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ

2.1 Винесення й закріплення осей споруди

Основними документами, на підставі яких здійснюється розмітка інженерної конструкції, є генплан і креслення. На початку проводиться геодезична підготовка. Визначається порядок виконання робіт з розмітки та вихідні геодезичні дані, обирають методи їх виконання, узгоджуються загальні схеми креслень і робіт з розмітки, перераховується точність виносу будівельних елементів з відповідними допусками, обирають конструкцію та місце знаків. Графік виконання робіт з розмітки узгоджується із загальним графіком виконання будівельних робіт.

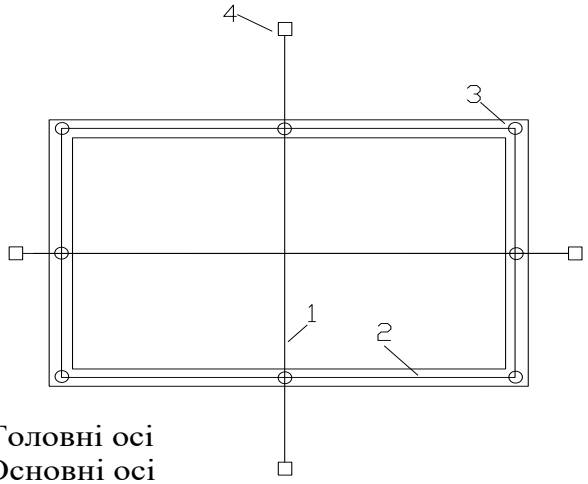
Винесення в плані елементів проекту здійснюється за допомогою полярного методу, методу лінійно-створної створної насічки, методом прямокутних координат, лінійної, одинарної або множинної прямої кутової насічки, полігонометрією та тріангуляцією. Спосіб робіт з розмітки визначається місцем розташування інженерної споруди, її формою, розмірами та призначенням, а також точністю розмітки, способом побудови та наявністю відповідних пристроїв.

Під час робіт з будівництва споруд їх осі переносяться на місцевість, в проектне положення відносно цього встановлюються елементи конструкцій. План розмітки осі є частиною креслень виконання проекту. Він показує головну, головну та детальну або проміжну осі.

Усі осі споруд розділяються на поперечні та поздовжні. Поперечні осі розташовуються перпендикулярно поздовжнім і мають позначки 1-1, 2-2 і т.д. Поздовжні осі розташовуються уздовж найширшої сторони будинку. На кресленнях вони мають відповідні позначки – АА, ВВ тощо.

Головні осі - це дві перпендикулярні один до одної лінії, відносно яких запроектована конструкція розташовується симетрично. Такі осі проводять тільки під час розмітки для великих споруд.

Основними осями називаються осі, які проходять по контуру будинку показані на (рисунок 2.1).



1 - Головні осі
2 - Основні осі
3 - Пункти закріплення основних і головних осей на будинку
4 - Пункти закріплення основних і головних осей по-за спорудою

Рисунок 2.1 – Розмічування осей споруди

Усі інші осі називаються проміжними або детальними, вони визначають положення окремих конструктивних елементів в плані. Якщо конструкція заокруглена, осі її форму.

Основна та головна осі під час розмітки на території забудови виносяться від точок початкової геодезичної основи. Головні осі конструкції прокладають на місцевості від точок будівельної мережі. Для розмітки згідно робочих креслень розробляють схематичне креслення, де в будь-якому масштабі відображаються точки індивідуальної геодезичної мережі із вказанням їх координат, координат осей будівлі або відстанню до країв сітки. На кресленні додатково вказуються розміри споруди для можливості перевірки даних прив'язки (рис. 2.2)

Положення головних осей фіксується точками, які розташовуються від точок геодезичної мережі таким чином:

- методом прямої кутової насічки;
- за допомогою прямокутних координат;
- полярним методом.

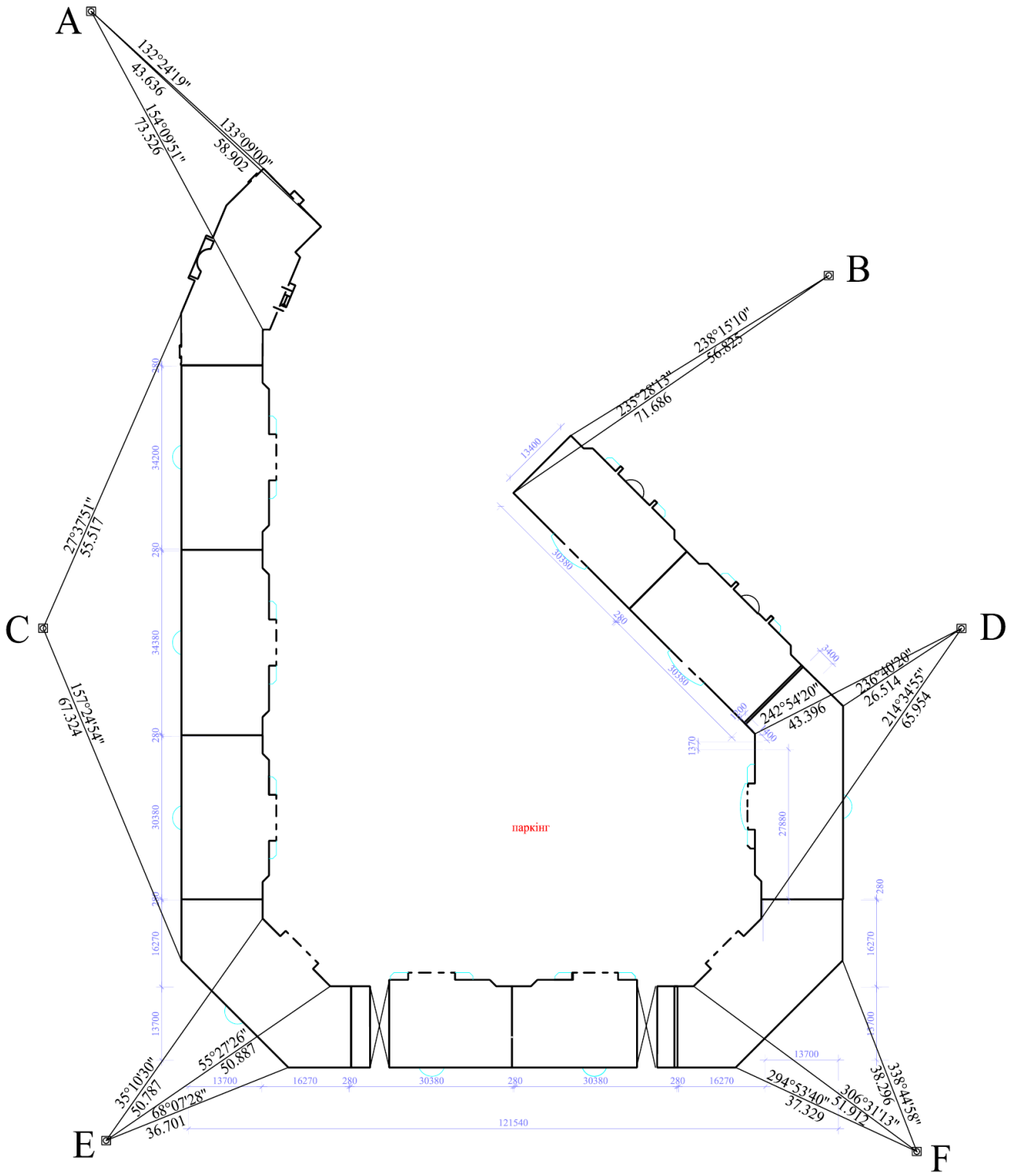


Рисунок 2.2 – Схема розмічування кутів повороту будівлі

Розглянемо декілька способів:

Спосіб полярних координат

:

Суть цього методу полягає у визначенні безпосередньо на місцевості точки фіксації головної осі шляхом відкладання проектної відстані S і побудови проектного кута β. Ці величини шукають методом оберненої геодезичної задачі:

$$S = \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2}\,, \qquad \alpha_i = arctg\left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i}\right), \qquad \beta_i = \alpha_i - \alpha_{вих}.$$

Результати обчислень при визначенні елементів розмічування кутів будинку занесемо у таблицю:

№ пункту стояння	№ пункту	X	Y	Відстань S	Дирекційний кут			Кут		
					°	'	"	°	'	"
A		300,000	300,000							
	C	184,638	291,015	115,712	184	27	13			
	1	270,573	332,221	43,636	132	24	19	307	57	6
	2	259,716	342,973	58,902	133	9	0	308	41	47
	4	233,823	332,042	73,526	154	9	51	329	42	38
C		184,638	291,015							
	A	300,000	300,000	115,712	4	27	13			
	3	233,823	316,762	55,517	27	37	51	23	10	39
	5	122,477	60,332	67,324	157	24	54	152	57	41
E		88,825	302,794							
	C	184,638	291,015	96,534	352	59	30			
	6	130,338	332,051	50,787	35	10	30	42	11	0
	7	102,499	336,852	36,701	68	7	28	75	7	58
	8	117,679	344,709	50,887	55	27	26	62	27	57
F		86,785	454,362							
	D	184,638	462,737	98,211	4	53	30			
	9	102,499	420,502	37,329	294	53	40	290	0	10
	10	117,679	412,644	51,912	306	31	13	301	37	44
	11	122,477	440,482	38,296	338	44	58	333	51	28
D		184,638	462,737							
	B	250,553	438,006	70,402	339	26	3			
	12	130,338	425,303	65,954	214	34	55	235	8	52
	13	170,071	440,583	26,514	236	40	20	257	14	17
	14	164,873	424,103	43,396	242	54	20	263	28	16

B		250,553	438,006							
	D	184,638	462,737	70,402	159	26	3			
	15	220,654	389,683	56,825	238	15	10	78	49	7
	16	209,920	378,949	71,686	235	28	13	76	2	10

:

Загальна похибка положення точки за методом полярних координат представлена як:

$$m^2 = m_L{}^2 + \left(\frac{m_\beta L}{\rho}\right)^2 + m_{Ц.Р.}{}^2 + m_Ф{}^2$$

m_L – похибка відкладання проектної відстані; $\frac{m_\beta L}{\rho}$ – лінійна величина побудови проектного кута; $m_{Ц.Р.}$ – похибка за центрування та редукці;, m_ϕ –похибка за фіксацію точки.

При $m_\beta = 2''$; $\frac{m_L}{L} = \frac{1}{25000}$; $b = 25000_{мм}$; $m_{Ц.Р.} = 1_{мм}$; $m_\phi = 2_{мм}$; $S = 50_м$, $m_L = 2_{мм}$,

маємо

$$\frac{m_\beta L}{\rho} = \frac{2 * 38059_{мм}}{206265} = 0.4_{мм}$$

Тоді:

$$m^2 = \sqrt{2^2 + 0.4^2 + 1^2 + 1^2} = 2.7мм$$

Спосіб прямої кутової засічки

Розташування проектної точки 1 на території забудови визначається одночасним відкладанням за допомогою тахеометра проектних кутів β_1 та β_2 на точках А і С (рис. 2.2). Сторона АС – базис насічки, вона є стороною основи розмітки або вимірюється. Проектні кути β_1 і β_2 визначаються різницею дирекційних кутів ліній, які у свою чергу розраховуються за координатами точок А і С та за проектними координатами точки 1 оберненою задачею.

Оскільки центрування пристрою і фіксація точки здійснюються з високою точністю, то основними похибками є похибка прямої насічки та основи розмітки. Загальна похибка вираховується за наступними формулами:

$$m^2 = \left(\frac{m^2{}_\beta b^2}{\rho^2 \sin^2 \gamma} \right) \frac{\sin^2 \beta_A + \sin^2 \beta_B}{\sin^2 \gamma}$$

$$m^2 = \left(\frac{m^2{}_\beta}{\rho^2 \sin^2 \gamma} \right) \left(L^2{}_A + L^2{}_B \right)$$

$$m = \sqrt{\left(\frac{2^2 * 50000^2}{206265^2 * \sin^2 111^o 26' 39''} \right) \frac{\sin^2 45^o 06' 41'' + \sin^2 23^o 26' 40''}{\sin^2 111^o 26' 39''}} = 1_{мм}$$

$$m = \sqrt{\left(\frac{2^2}{206265^2 * \sin^2 111^o 26' 39''} \right) \left(38059^2 + 21373^2 \right)} = 1_{мм}$$

де γ – кут засічки; m_{16-28} – похибка взаємного положення пунктів 16 і 28; b – базисна лінія; $L_{40}; L_4$ - відстані від точок 16 і 28 до розмічувальної точки; β_{16}, β_{28} – проектні кути.

Для проведення робіт з розмітки при будівництві підземної частини будівлі до рівня підлоги 1 поверху створюються перила. Такий етап будівельних робіт називається нульовим циклом і закінчується він укладанням перекриття на рівні підлоги 1 поверху нульового монтажного горизонту.

Фіксація основних осей багатоповерхівки здійснюється за допомогою обноски, тобто спеціальних перил, розташованих поза контуром споруди з нанесеними на них осями. Обноска забезпечує високу точність розмітки осей (1 – 2 мм) і перенесення їх у котлован під час монтажу фундаментів.

Вона розробляється на генеральному плані будівництва таким чином, щоб не опинялася в зоні земляних робіт, знаходження будівельних кранів або на складах будівельних елементів. Форма обноски паралельна обрису будинку, знаходиться на відстані від площини стін близько 4 – 8 м і мінімум 1,5 – 2 м від верхнього краю котловану.

За конструктивними особливостями обноска може бути створною, розрідженою та суцільною. Створна (рис 2.3) має вигляд окремих стовпів, змонтованих на всіх осях споруди. Кожна пара цих стовпів фіксує окрему вісь. Вони розташовуються по паралельній лінії відносно осей будівлі. Відстань між ними така сама, як відстань між осями споруди.

Суцільна обноска представляє собою стовпи, що встановлюють по периметру конструкції кожні 2 – 4 м. Використовуючи нівелір, на висоті 0,5 – 1,2 м на одному рівні роблять розмітку і забивають дошки. У деяких місцях є розриви для виїзду транспортних засобів.

При будівництві запроектованої споруди було обрано встановлення створної обноски.

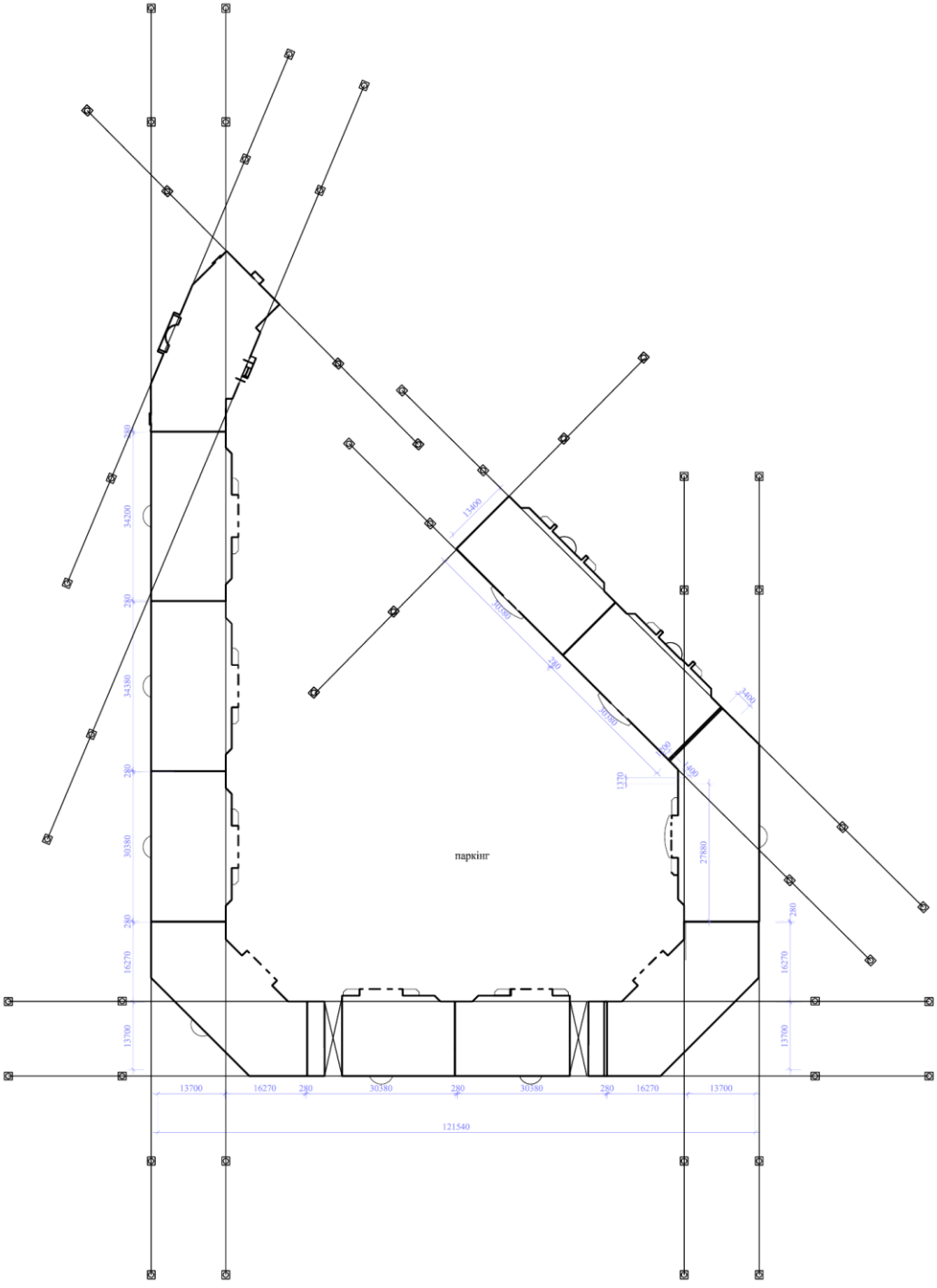


Рисунок 2.3 – Схема створної обноски при будівництві висотної споруди.

Після виносу головних осей згідно з відповідними кресленнями на обносці з'ясовують положення інших осей. Фіксацію головних осей споруди рекомендується прийняти у вигляді, наведеному на рисунку 2.4.

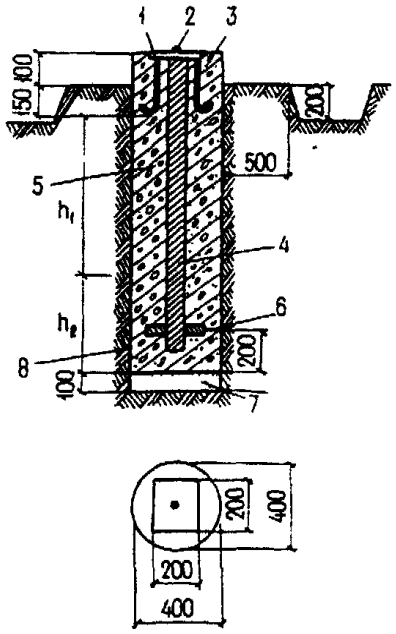


Рисунок 2.4 – Створний знак для закріплення осі

2.2 Геодезичні роботи при влаштуванні котлованів

Роботи з геодезичної розмітки супроводжуються певною документацією. Це насамперед ген план об’єкта та осей; проект вертикального планування та картограма робіт; проектування доріг та комунікацій, а також акт і креслення переносу осей будівлі та меж території на місцевість.

Для розмітки котловану необхідно відповідно до проекту розділити проекцію контуру його фундаменту і основні осі. Потім потрібно окреслити краї схилів, вийти на дно проектної відмітки котловану і перевірити планування його дна і схилів.

При розмітці в натуру виносять: для котлованів до 5 м – нижній край, а понад 5 м – нижній і верхній краї. Вся конструкція здійснюється на рівні з точністю тахеометричних ходів.

Для розмітки котловану на плані використовується електронний тахеометр. Висотну розмітку можна виконувати як за допомогою рівня, так і електронного тахеометра.

Найбільший нахил укосів котлованів визначається за допомогою особливих розрахунків за планом проведення земляних робіт і залежить він від глибини котловану, властивостей ґрунту та його вологості.

При підготовці дна та схилів котловану проводять геодезичну перевірку правильності виконання робіт. Допустимі відхилення при підготовці визначаються механізмом, який виконує роботи і складається для екскаваторів з гідроприводом, бульдозерів, траншейних екскаваторів, і скреперів +10 см.

При фінальній розробці земельної ділянки відхилення міток дна у місцях монтажу фундаменту та конструкцій, а також відхилення міток спроектованої поверхні не мають перевищувати ± 5 см від проектних.

Контроль проводять прямим вимірюванням висот дна за 10 – 15 контрольними точками. Площа котловану визначається тахеометром або у разі простої форми котловану, використовують правильну геометричну форму – квадрат і розраховують площу. За різницею висот верху і дна котловану знаходять його глибину.

Переносячи розраховані відстані Δd від краю котловану, для відповідних точок отримують лінію його краю. Вздовж них забивають кілочки і огороджують територію, позначаючи межу котловану. Оскільки під час механізованої розробки ґрунту прикріплені до краю котловану кілки руйнуються, їх рекомендується кріпити за межами зони робіт. Кожна лінія краю фіксується 2 тимчасовими кілочками.

Під час проведення земляних робіт глибина котловану контролюється геометричним вирівнюванням. При проектуванні великих у ширину та глибину котлованів на їх дні або деяких виступах встановлюють тимчасові позначки для

полегшення геометричного вирівнювання. Контроль за розчищенням дна котловану здійснюється виконавчою зйомкою.

Площа котловану становить 11 398,31 м^2. Загальний об’єм ґрунту 46 270 м^3.

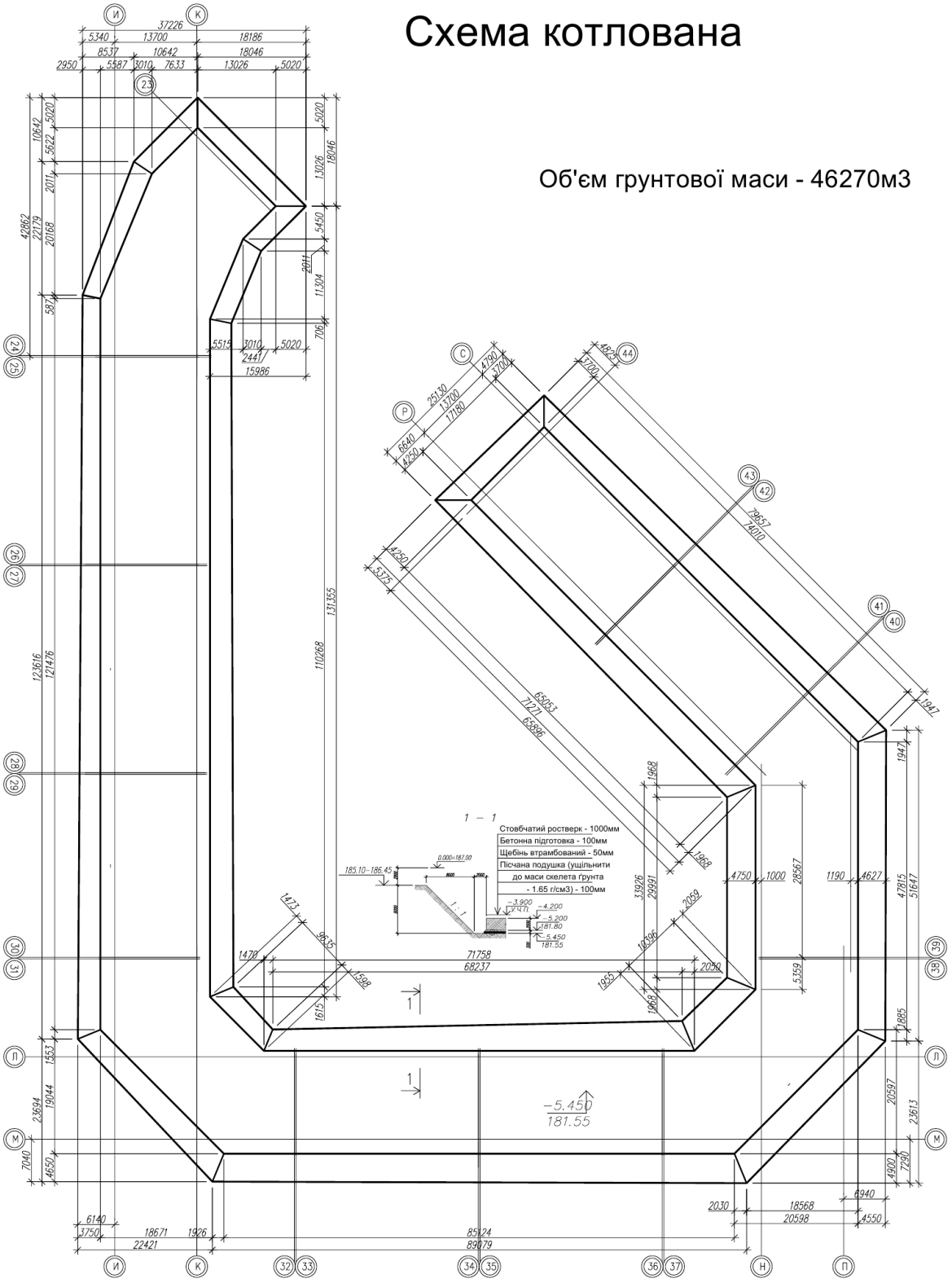


Рисунок 2.5 – Схема котловану

Після цього виконують перенос осей на дно котловану. Вибір методу переносу осей залежить від типу фундаменту і глибини самого котловану. При малих глибинах роботи здійснюються полярним методом або насічками. У великих за глибиною котлованах на дні створюють обноску на рівні 0,8 – 1,5 м від дна, і насічками виконують перенос основних осей від точок їх фіксації. Далі розмітку фундаменту проводять по обносці, причому вона не будується на поверхні у цьому випадку.

Основним методом точного перенесення відміток в котлован є геометричне нівелювання. Якщо при постійному контролі котловану помічено, що проектна позначка залишається приблизно на 10 см, проводять точний перенос позначки в котлован.

Перед цим на дно укладають 2 тимчасових маркера. На краю фіксують кронштейн або брусок під нахилом для закріплення рулетки. Вантаж підвішують до нижнього кінця рулетки і опускають в ємність з рідиною для запобігання коливанням. Знак передається за допомогою 2 рівнів (рис. 2.6).

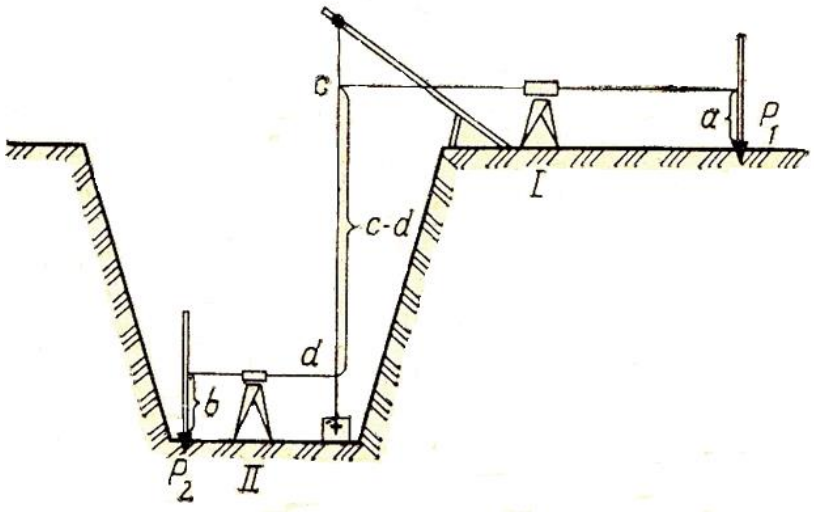


Рисунок 2.6 – Схема передачі відміток в котлован.

Рейки встановлюються на робочій позначці P_1 і на нижній мітці котло-

вану P_2. Посередині ними встановлюють рівень I і нижче рівень II. Відлік ведеться одночасно по рейках a і b і по рулетці c і d. Значення рівня P_2 розраховується за формулою:

$$H_{P2}=H_{P1}+a-b-(c-d)$$

Для перевірки вимірювання повторюють шляхом зміни висоти приладу. Передача мітки за відсутності 2 рівнів може здійснюватися лише 1. Схема передачі залишається незмінною, а порядок вимірювань дещо модифікується. По-перше, беруть відліки по рейці та рулетці. Потім змінюють висоту рівня і повторюють збір відліків, але навпаки на дні та поверхні. Точність передачі мітки контролюється отриманою різницею 2 методів. До того ж, необхідно переносити позначки на обидва орієнтири в котлован. Нівелірний хід, розміщений між цими маркерами на дні котловану, також служить контролем. Основною помилкою при перенесенні мітки на дно за допомогою 1 рівня є недостатня жорсткість опори і підвісу рулетки. До того ж, різниця c – d потребує введення поправок на температуру і компарування. Орієнтири переносяться в абсолютній і умовній системах висот.

2.3 Геодезичні роботи при влаштуванні фундаментів

Для геодезичних робіт із забивання паль або пальових полів є свої документи: план пальового поля, план осей, акт їх розмітки. Ці документи порівнюють і, переконавшись у їх ідентичності, починають розмітку.

Перед початком робіт з монтажу паль основні осі конструкції переносять на дно котловану і фіксують шпильками або кілочками. Натягнувши шнурки вздовж осей або ліній, паралельних осям, роблять відмітку методом перпендикулярів або насічок, орієнтуючись на план пальового поля. Зазвичай воно проектується рядами, що паралельні осям, тому розмітка не є складною.

Положення паль буде позначатися за допомогою тахеометру способом полярних координат. Для цього спочатку розраховуються координати кожної

палі і вводяться в режимі роботи розмітки координати точки орієнтування та стояння, а потім, вводячи координати самої палі, виконується розмітка. Центри паль закріплюють сталевими штифтами довжиною приблизно 250 мм і діаметром 6 – 8 мм. Розмітка проводиться на будівельних майданчиках згідно з прийнятою організацією відповідних робіт. Після забивання паль роблять проектну розмітку низу сітки (фундаменту), під яку їх підрізають і проводять виконавчу зйомку. За отриманими результатами складається виконавча схема, яка фіксує положення центрів палей відносно основи на осях, також вказується відстань між палями та відхилення від проекту.

Максимальні відхилення в плановому положенні паль діаметром до 0,5 м не повинні перевищувати:

- а) з 1, 2 і 3 рядами кілочків і стрічок
- ± 0,3 d поперек ряду паль;
- ± 0,2 d по ряду паль;
- б) суцільне поле під усією спорудою
- ± 0,4 d для середніх паль;
- ± 0,2 d для торцевих паль.

Для одинарних паль максимальне відхилення складає ± 5 см, а для колонних ± 3 см. Максимальні відхилення в плановому положенні набивних і буронабивних паль діаметром від 0,5 м становлять:

- ± 10 см поперек ряду;
- ± 15 см по ряду з розташуванням паль як кущів;
- ± 8 см для простих круглих пустотілих паль-колон.

Мітки голів паль мають максимально допустимі відхилення:

- ± 3 см для монолітних сіток;
- ± 1 см для збірних сіток;
- ± 5 см для фундаментів без сіток зі збірним оголовком;
- 3 см для паль-колон.

Максимальні відхилення в плані для шпунтових паль:

- ± 10 см із залізобетону від поверхні грунту;
- ± 15 см сталі на мітці на верху шпунта при зануренні в землю.

Для конструкцій, зведених методом «стіна в землі», допустиме зміщення осей становлять ± 3 см у плані; tg максимального відхилення стіни від вертикальної лінії – 0,005; товщину і глибину стіни можна збільшити (+10 см та +20 см відповідно).

Для створення монолітної сітки на палях роблять розмітку. Після цього проводиться планова висотна зйомка пальового поля, і на палях перетину осей переносять осі розмітки.

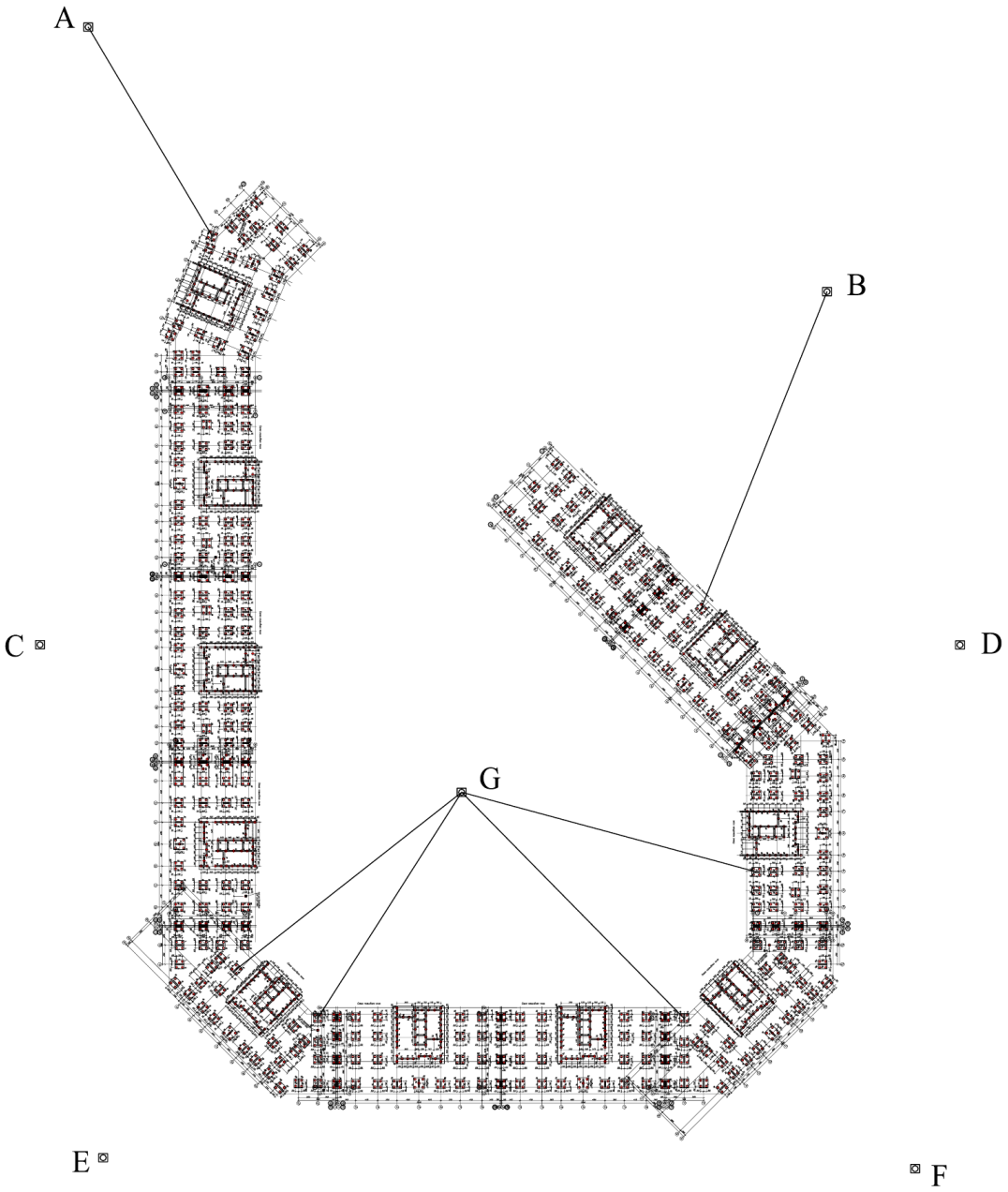


Рисунок 2.7 – Схема пальового поля та оберненої засічки на ньому

Далі встановлюється опалубка і арматура відносно перенесених осей. Усередині встановленої опалубки роблять розмітку для бетонування (верх сітки), яку фіксують фарбою. При влаштуванні пальових фундаментів без ростверку, після забивання паль роблять розмітку внизу їх оголовків. Неї прикріплюють підтримуючі хомути. Монтаж оголовків в плані виконується з урахуванням планового зміщення паль.

РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВЕДЕННЯ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ СПОРУДИ

3.1 Геодезичні роботи при влаштуванні опалубки фундаментної плити

Геодезичні роботи при будівництві споруд до пристрою 1 поверху завершують обслуговування нульового будівельного циклу. Після риття котловану і укладання підготовчих структур укладають опалубку, яка є формою майбутньої конструкції. У такому вигляді встановлюють арматуру і закладні деталі, а потім заливають бетоном. Внутрішня частина опалубки проектується таким чином, щоб зведена конструкція та окремі її частини за своїми розмірами, висотному та плановому положенні точно відповідали проекту.

При зведенні опалубки використовують осі, закріплені на обносці, встановленій навколо фундаменту. Для фундаментів, що споруджуються всередині, після зведення будівельних конструкцій іноді доцільно використовувати збірні колони для встановлення обноски з металевих куточків, що приварені до стовпів, де проходять осі.

Для розмітки осей в натуральному вигляді однойменні точки осей, зафіксовані по обидва боки від обноски, з'єднують монтажним дротом. На схилі ці осі виносяться на окремі частини споруджуваної опалубки та вставлену арматуру. Оскільки в таких роботах важливо, щоб похибки не були більше за ± 5 – 10 мм, зазначений метод переносу осей цілком відповідає цій вимозі.

По висоті основні площини опалубки закріплюють в проектному положенні за відмітками, зробленими рівнем від найближчих відміток.

Проектні розмітки на опалубці виконуються інструментальним методом горизонту і закріплюються тонкою межею. Похибка виносу розмітки робочої позначки при цьому не перевищує ± 3 – 4 мм.

Якщо опалубка піднімається над землею і закриває створ між осьовими

точками з протилежних сторін обноски, то до створення опалубки потрібно додатково зафіксувати осі, встановлюючи з кожного боку мінімум 2 маркери, щоб можна було точно виконати перенос осей до опалубки і на фундаменту.

При будівництві фундаментної опалубки важливим є правильний монтаж у плані та висоті всіх закладних частин і, зокрема, анкерних приладів, що використовуються для кріплення залізних конструкцій та обладнання, а в залізобетонних спорудах – для точної розмітки стаканів перед установкою залізобетонних колон.

3.2 Вибір базисної фігури та розрахунок її точності

На початковому монтажному горизонті з метою подальшої побудови елементів споруд над нульовим горизонтом та надземною частиною створюється планово-геодезична мережа. Точки цієї мережі в міру побудови конструкції є орієнтирами для перенесення планових координат на верхні монтажні горизонти та розмітки монтажних осей.

Види і точність основи розмітки залежать від конструктивних рішень, способів монтажу та поверховості будівлі.

Після виносу осей на основу проводяться контрольні вимірювання. Надалі, по мірі зведення конструкції, лінії на цоколі служать для переносу осей на верхні монтажні горизонти.

Точки базової фігури фіксуються металевими пластинами в бетон. Напрямок осей на пластинах креслиться алмазним напилком.

Рекомендується виконувати закладання точок базової фігури за схемою, що наведена на рисунку 3.1.

Точність побудови мережі у плані на початковому горизонті визначається необхідною точністю детальної розмітки осей з урахуванням створення просторової мережі на горизонтах, для монолітних і збірних будівель вона характеризується похибкою 1 – 2 мм. Кількість точок мережі залежить від конфігу-

рації та розмірів будинку, технології проведення будівельно-монтажних робіт та інших факторів.

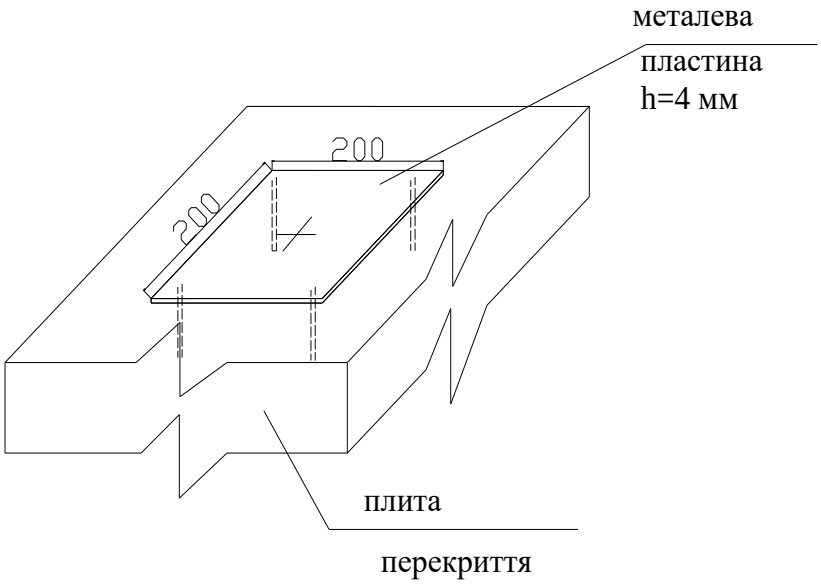


Рисунок 3.1 – Схема закріплень пунктів базисної фігури

Важливо вибрати правильне розташування точок базової фігури і спосіб їх фіксації, тому що ці точки необхідно зберігати до закінчення будівництва споруди.

Положення точок мережі у плані на початковому горизонті визначається осями будинку. Вони переносяться з осей, зафіксованих поза контуром споруди, із застосуванням методу похилого проектування та теодоліту. Одночасно фіксують положення 2 перпендикулярних поперечної і поздовжньої осей.

Взаємне розташування точок базових фігур визначають за точними вимірами. Довжини сторін вимірюють рулеткою. Кутові вимірювання проводяться за допомогою точних тахеометрів.

За результатами вимірювань порівнюються та обчислюються координати точок базової мережі. Для спрощення розрахунків використовується умовна система координат, враховуючи координати 1 з точок та напрямок 1 з осей за початкові. Розраховані координати прирівнюються до проектних, а результати порівняння редукуються. Від редукованих точок проводять контрольні вимірювання і при необхідності повторюють редукування.

Запроектована споруда складається з 11 секцій (рис. 3.2), які, згідно з графіком, будуватимуть по черзі. Таким чином, вирішено створити окрему базову та просторову мережу розмітки для кожної секції окремо. Тож необхідно перевірити точність розмітки елементів на стиках усіх секцій.

У кожній секції за базову фігуру береться геодезичний чотирикутник. Конфігурація досить жорстка, що має позитивний вплив на точність розрахунку координат фігури. Ще однією перевагою зробленого вибору є розташування точок мережі, що дозволяє легко виконувати роботи з розмітки.

Оскільки споруда складається з 11 секцій, для забезпечення її будівництва буде створено 11 просторових геодезичних мереж. На рисунку 3.3 наведено розрахунок точності базової фігури та конфігурацію секції №5, так як вона одна з найбільших і має найскладнішу конфігурацію.

Базова система будується на нульовому рівні споруди з простих пов'язаних між собою базових фігур. Конструкція цих фігур та базової системи залежить від типу споруди, технології виконання будівельно-монтажних робіт, розташування вертикальних комунікацій тощо. Найчастіше базову систему виконують у вигляді центральних систем і згаданих вище геодезичних чотирикутників.

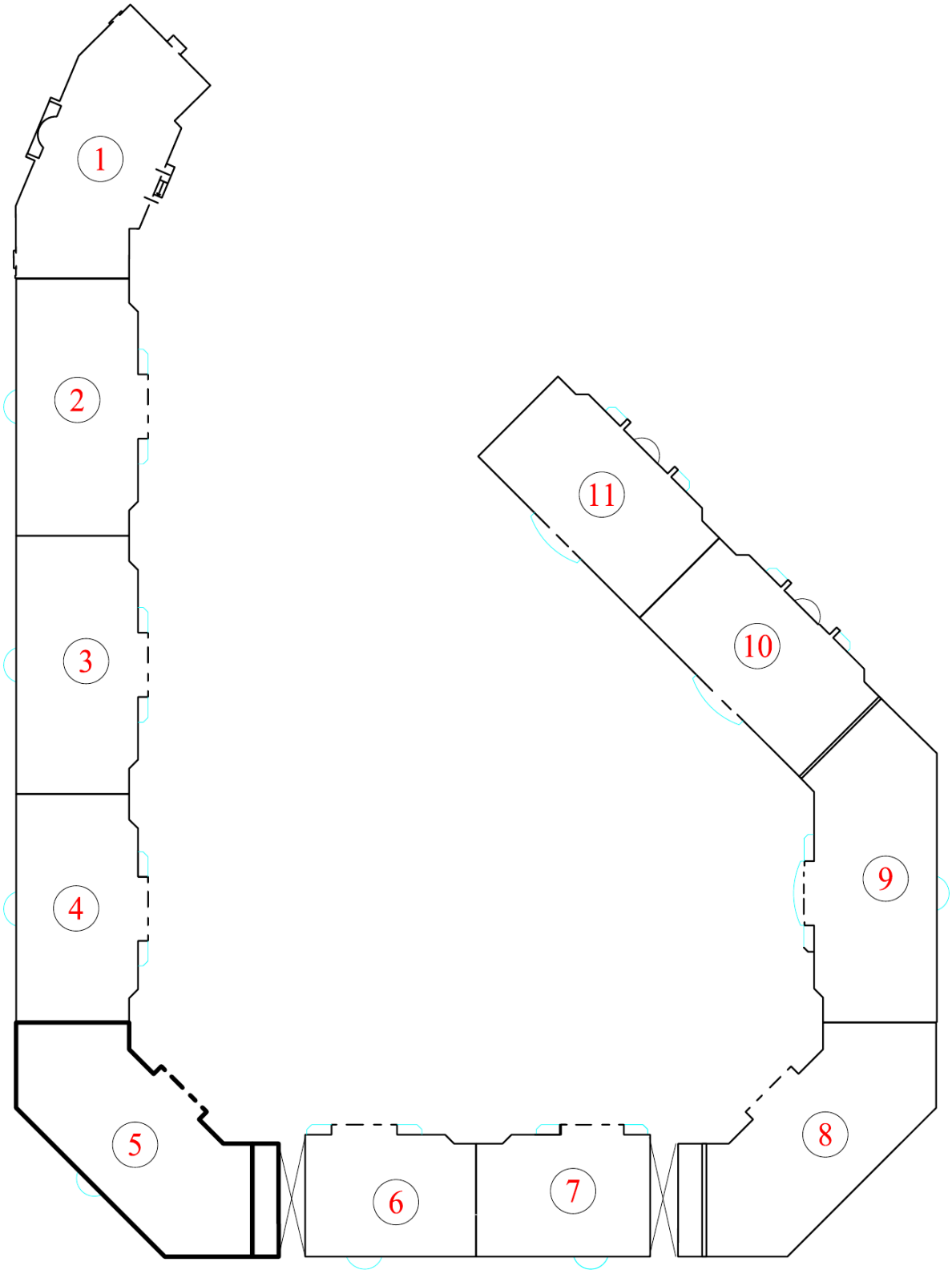


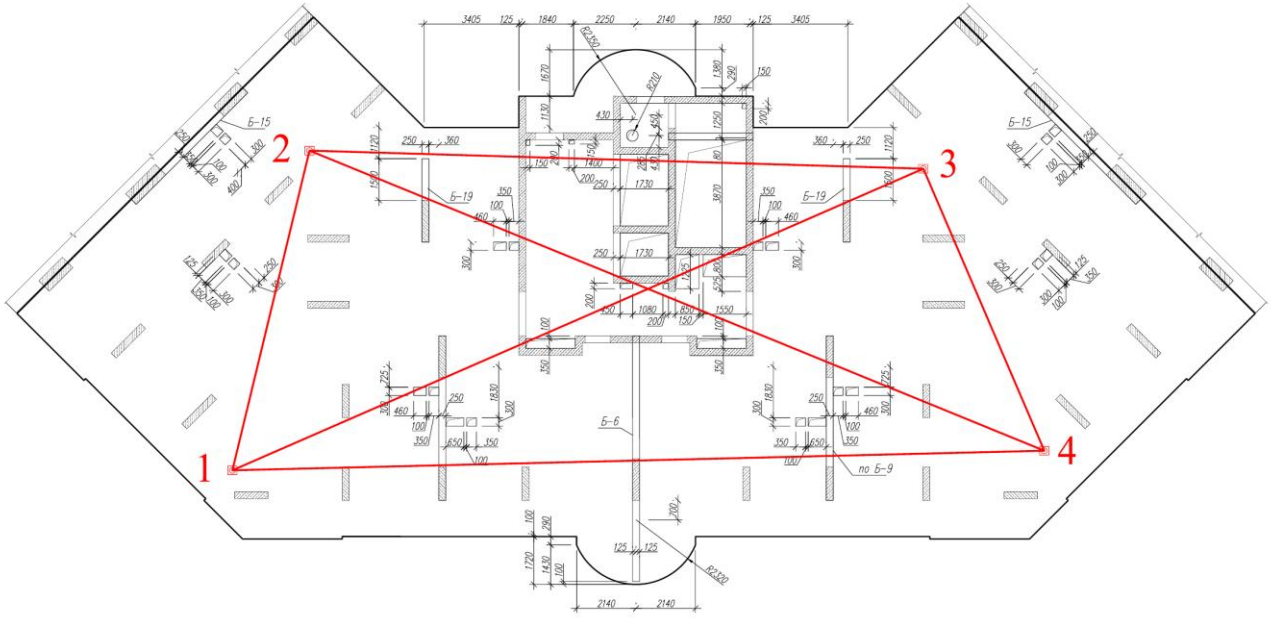
Рисунок 3.2 – Ділення будинку на секції

Висуваються наступні вимоги до вибору і побудови базових фігур при будівництві житлових і промислових будівель:

– точки і сторони базової фігури повинні забезпечувати правильне виконання робіт детального планування в усіх частинах будівлі;

– базову фігуру слід споруджувати з урахуванням технології будівельно-монтажних робіт і конструктивних особливостей будівлі;

– сторони базової фігури паралельні основним осям конструкції, а її точки розташовані в зручних для ортогонального переносу на монтажні горизонти місцях.



.

Загальний вигляд базисної фігури показано на рисунку 3.3:

Рисунок 3.3 – Базисна фігура, секція 5

Таблиця 3.1 – Координати осей споруди в умовній системі координат

№	X	Y	Z
1	123,500	317,900	0,000
2	131,300	331,000	0,000

3	116,700	345,700	0,000
4	103,500	337,900	0,000

Виконаємо розрахунок точності базисної фігури. Середні квадратичні похибки по осям x, y, z знаходяться за формулами:

$m_{x,y} = 0.27 + 0.0141H$,

$m_{qS} = 2 + 2 \cdot S(км)$,

$m_x = m_y = \frac{m_{x,y}}{\sqrt{2}}$ $\qquad$ $m_{q\beta} = \frac{m_\beta}{\rho} S$

$m = \sqrt{m_{qS}^2 + m_{q\beta}^2}$

Результати обчислень занесемо у таблицю

Назва сторони	ΔX	ΔY	S	m_{qS}	$m_{q\beta}$	m
12	7,800	13,100	15,246	2,03	0,37	2,06
14	-20	20	28,284	2,06	0,69	2,17
23	-14,6	14,7	20,718	2,04	0,50	2,10
34	-13,2	-7,8	15,332	2,03	0,37	2,06

Отже, СКП визначення координат точок базової фігури задовольняє поставленим вимогам нормативних документів.

Також здійснюється проектування точок мережі на верхні яруси. Тоді, виникає похибка переносу розташування точки на висоту (*mz*). Вона належить площині *xy* і має відповідне позначення – m_{xy}, а також залежить від пристрою вертикального проектування.

$$m_{xy} = \sqrt{m + 2\left(\frac{\sqrt{2*30}}{vp}\right)^2 + 2m_0^2 + m^2} \qquad (3.4.)$$

де m – похибка центрування;

H – висота візування;

30" – кутова похибка візування;

v- збільшення зорової труби (=31,5);

m_0 – похибка відліку по палетці;

m – похибка фіксації.

3.3 Передача і закріплення осей і відміток на вищележачих монтажних горизонтах

У процесі побудови споруди від 0 поверху і вище планово-висотні основи геодезичної розмітки систематично переносять на усі монтажні горизонти. Для перенесення точок планової основи використовуються 2 похилих і вертикальних методи проектування (оптичний і механічний).

Перший з них застосовується при будівництві малоповерхових будівель. Проектування здійснюється за площиною колімації тахеометра від осей, зафіксованих панелями та розміщених на цоколі споруджуваної будівлі (рис. 3.4.) Для цього над точкою 1 встановлюється теодоліт і ставиться відмітка 1′. Для усунення похибки недотримання умови перпендикулярності осей обертання труби та конструкційного пристрою проводять за 2 положень вертикального кола (кут нахилу труби не більше 45 °). Середнє положення приймається за кінцеве значення. Тому відстань до конструкції від точки опори теодоліта має бути не менше висоти конструкції. Навіть якщо ця вимога буде виконана, верхня частина монтажного горизонту покриє позначку олівця, що призведе до збільшення похибки фіксації осі. В такому випадку замість олівця застосовується штатив зі спусковим гачком і міткою, яка наводиться співвісно з віссю візування, перпендикулярно до площини колімації. Після, встановлюючи оптичні центри замість мітки, вісь переноситься на перекриття. Аналітично проектуються 4 основні осі з усіх боків будівлі. СКП проектування осей конструкції на монтажному горизонті розглянутим методом залежить від СКП нахилу осей обертання пристрою $m_н$, дії нестворності установки тахеометра m_c, візування

$m_{вз}$, та впливу навколишнього середовища $m_{з.у}$.

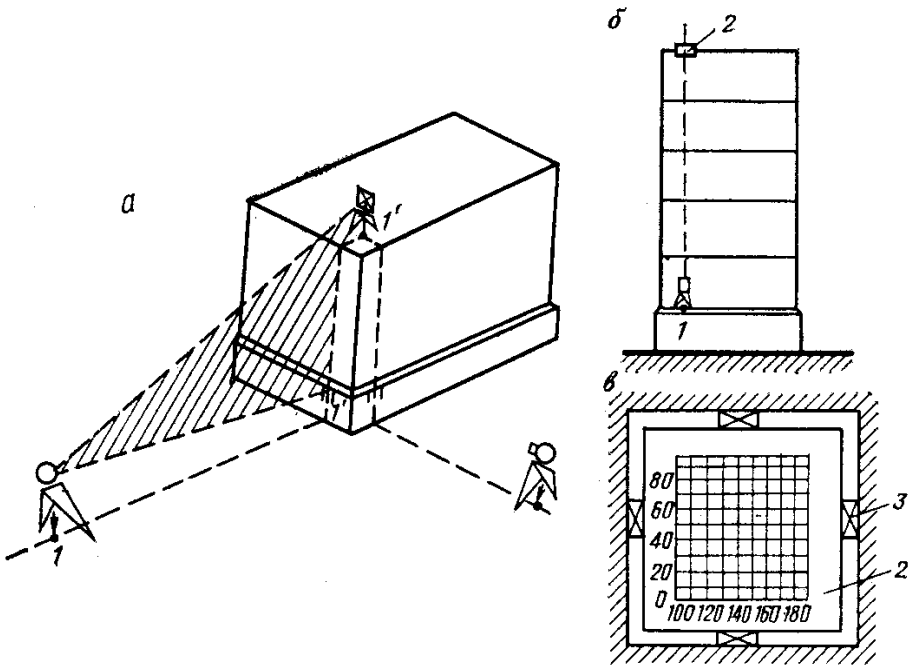


Рисунок 3.4 – Схема передачі осей на монтажний горизонт:

1 – точка опорної геодезичної мережі;

2 – палетка; 3 – кріплення палетки

Середня квадратична похибка М визначення точки перетину осей на монтажному горизонті обчислюється за формулою

$$m = \sqrt{m_н^2 + m_{вз}^2 + m_c^2 + m_{з.с.}^2}$$

де

$$m_н = \frac{0{,}5 \cdot \tau''}{\rho''} h,$$

де τ” – ціна поділки ,τ=25’’

h – висота конструкції

$$m_н = \frac{0{,}5 \cdot 25}{206264{,}8062} * 60000 = 3{,}6мм$$

$$m_{вз} = \frac{30}{V^*}$$

V^* - збільшення труби теодоліта.

$$m_{вз} = \frac{30}{30} = 1мм$$

$$m_c = m_ц \cdot \frac{L}{S},$$

$m_ц$ – середня квадратична похибка центрування; L – відстань від приладу на горизонтальній площині до монтажної риски на конструкції ; S – довжина створу.

Якщо риска знаходиться в одній вертикальній площині, то похибка $m_c = 0$.

$$m = \sqrt{3{,}6^{\,2} + 1^{\,2} + 1^2} = 3{,}7 \text{ мм}$$

Похилий метод проектування не є ефективним для дотримання необхідної точності для перенесення і вертикального закріплення осей будинку.

Метод вертикального проектування використовується для переносу центрів точок у будівництві висотних будинків, коли геодезичну опорну мережу розмічають на нульовому горизонті. Для зменшення обсягу робіт з проектування точок на горизонт проектуються лише опорні точки планової основи розмітки. Надалі на монтажному горизонті здійснюється точкове ущільнення.

Пристрій оптичного проектування центрується на початковому горизонті над точкою геодезичної опорної мережі. Над отвором на цьому горизонті фіксується піддон. Це прозора плита розміром 200 × 200 мм, на якій нанесена сітка зі сторонами квадратів a = 0,1 H, де H — розрахункова висота, м.

Пристрій встановлюють у робоче положення і, розгортаючи сітку паралельно піддону, знаходять відліки X та Y – своєрідні орієнтири положення осі ві-

зування приладу на піддоні. Вони знімаються в 4 положеннях пристрою, з кроком повороту в 90°. Далі проводять аналогічні вимірювання по кожній осі в двох позиціях – 0 і 180°, 90 і 270° і олівцем наносять на піддон відповідну точку, яка зафіксує положення спроектованої.

СКП М проектування центрів основи розмітки на горизонт:

$$M = \sqrt{m_н^2 + m_0^2 + m_{зу}^2},$$

де $m_н^2$–середня квадратична похибка візування на палетку, яка встановлена на монтажному горизонті; m_0^2 – середня квадратична похибка встановлення візирної цілі в прямовисне положення; $m_{зу}^2$ – середня квадратична похибка зовнішніх умов

$$m_н = \frac{0{,}5 \cdot \tau''}{\rho''} h,$$

$$m_н = \frac{0{,}5 \cdot 8''}{206264{,}8062} * 60000 = 1{,}1мм,$$

$$m_o = 0{,}03 \cdot t + \frac{0{,}2 \cdot h}{v},$$

де t – ціна поділу палетки: t=0,1h

vx – збільшення зорової труби теодоліта vx=31,5x

$$m_o = 0{,}03 \cdot 0{,}1 * 60 + \frac{0{,}2 \cdot 60}{31{,}5} = 0{,}56мм$$

$$M = \sqrt{1{,}1^2 + 0{,}56^2 + 1^2} = 1{,}58 \text{ мм},$$

Точність відповідає вимогам. Отже, перенос осей буде здійснюватися за допомогою зеніт-приладу PZL.

У проекті точок мережі, позначених на монтажному горизонті, проводяться контрольні заміри ліній і кутів між точками, нанесеними з точністю побудови осей, відзначених на початковому горизонті, і порівнюють їх з тими ж значеннями вихідного горизонту. Відмінності повинні попадати в діапазон допустимих значень, визначених ДБН В.1.3-2010 залежно від класу споруди та її висоти. В іншому випадку проектування повторюється.

Залежно від технології проведення монтажних робіт використовується метод послідовного або безперервного проектування осей. У послідовному проектуванні мітка кожного наступного горизонту визначається відносно попереднього, а при безперервному відбувається перенос осі від початкового нульового горизонту до горизонту монтажу.

3.4 Розрахунок точності просторової розмічувальної основи

Перед створенням базової фігури основи просторової розмітки необхідно провести підготовчі обчислення, за якими визначають форму фігури, координати її точок, лінійні та кутові параметри.

Для забезпечення виконання робіт з розмітки на кожному горизонті відтворюється проектна базова фігура. В результаті отримують просторову геодезичну мережу (ПГМ). Проводиться розрахунок її точності за допомогою строгого методу, застосовуючи поворот матриці ваг та похибок розташування точок, спроектованих на осі координат. Оскільки він ведеться за однаковою методикою для кожного поверху будівлі, нижче наведено результати лише для 1, 7, 14 та 19 поверхів.

Таблиця 3.2 – С.к.п. та ваг положення точок в проекції на координатні осі

№ пункту стояння	№ пункту наведення	m_s	m_α	m	m_x	m_y	m_z	P_x	P_y	P_z
1	2	2,03	0,37	2,06	1,06	1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	4	2,06	0,69	2,17	-1,53	1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	5	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	4,80	4,22	10,45
2	1	2,03	0,37	2,06	-1,06	-1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	3	2,04	0,50	2,10	-1,48	1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	6	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	4,83	4,25	12,29
3	2	2,04	0,50	2,10	1,48	-1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	4	2,03	0,37	2,06	-1,78	-1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
	7	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	4,25	4,84	12,20
4	1	2,06	0,69	2,17	1,53	-1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	3	2,03	0,37	2,06	1,78	1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
	8	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	4,22	4,81	10,37
5	1	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	6	2,03	0,37	2,06	1,06	1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	8	2,06	0,69	2,17	-1,53	1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	9	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	8,28	7,70	11,45
6	2	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	5	2,03	0,37	2,06	-1,06	-1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	7	2,04	0,50	2,10	-1,48	1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	10	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	8,31	7,73	13,29
7	3	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	6	2,04	0,50	2,10	1,48	-1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	8	2,03	0,37	2,06	-1,78	-1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
	11	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	7,73	8,31	13,20
8	4	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	5	2,06	0,69	2,17	1,53	-1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	7	2,03	0,37	2,06	1,78	1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
	12	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
							$\sum$	7,70	8,29	11,37
9	5	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	10	2,03	0,37	2,06	1,06	1,77	0,37	0,90	0,32	7,32

	12	2,06	0,69	2,17	-1,53	1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	13	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
							∑	8,90	8,32	11,45

Продовження таблиці 3.2

10	6	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	9	2,03	0,37	2,06	-1,06	-1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	11	2,04	0,50	2,10	-1,48	1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	14	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
							∑	8,93	8,35	13,29
11	7	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	10	2,04	0,50	2,10	1,48	-1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	12	2,06	0,69	2,17	0,52	-2,11	0,69	3,76	0,22	2,08
	15	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
							∑	11,79	8,25	8,04
12	8	0,54	0,54	0,76	0,54	0,54	1,00	3,48	3,48	1,00
	9	2,06	0,69	2,17	1,53	-1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	11	2,03	0,37	2,06	1,78	1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
	16	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
							∑	8,32	8,91	11,37
13	9	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
	14	2,03	0,37	2,06	1,06	1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	16	2,06	0,69	2,17	-1,53	1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
							∑	5,42	4,84	10,45
14	10	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
	13	2,03	0,37	2,06	-1,06	-1,77	0,37	0,90	0,32	7,32
	15	2,04	0,50	2,10	-1,48	1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
							∑	5,45	4,87	12,29
15	11	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
	14	2,04	0,50	2,10	1,48	-1,49	0,50	0,46	0,45	3,96
	16	2,03	0,37	2,06	-1,78	-1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
							∑	4,87	5,46	12,20
16	12	0,49	0,49	0,70	0,49	0,49	1,00	4,10	4,10	1,00
	13	2,06	0,69	2,17	1,53	-1,53	0,69	0,43	0,43	2,13
	15	2,03	0,37	2,06	1,78	1,05	0,37	0,32	0,91	7,24
							∑	4,84	5,43	10,37

Таблиця 3.3 – Матриця коефіцієнтів нормальних рівнянь

		1			2			3			4			5			6			7			8		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	x	4,80	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,43	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	4,22	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0,43	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	z	0	0	10,45	0	0	7,32	0	0	0	0	0	2,13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0,89	0	0	4,83	0	0	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0,31	0	0	4,25	0	0	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0
2	z	0	0	7,32	0	0	12,29	0	0	3,96	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0,46	0	0	4,25	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0,45	0	0	4,84	0	0	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0
3	z	0	0	0	0	0	3,96	0	0	12,20	0	0	7,24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	x	0,42	0	0	0	0	0	0,32	0	0	4,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0
	y	0	0,43	0	0	0	0	0	0,91	0	0	4,81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0
4	z	0	0	2,13	0	0	0	0	0	7,24	0	0	10,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	x	3,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,28	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,43	0	0
	y	0	3,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,70	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0,43	0
5	z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,45	0	0	7,32	0	0	0	0	0	2,13
	x	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0,87	0	0	8,31	0	0	0,45	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0	0	7,73	0	0	0,45	0	0	0	0
6	z	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7,32	0	0	13,29	0	0	3,96	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	3,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0	11,79	0	0	0,32	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	3,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0	8,31	0	0	0,91	0
7	z	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,96	0	0	13,20	0	0	7,24
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0,43	0	0	0	0	0	0,32	0	0	7,70	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0,43	0	0	0	0	0	0,91	0	0	8,29	0
8	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2,13	0	0	0	0	0	7,23	0	0	11,37
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продовження таблиці 3.3

	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0
10	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0
11	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0
12	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продовження таблиці 3.3

		9			10			11			12			13			14			15			16		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	z	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	z	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	x	8,90	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,43	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	8,32	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0,43	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	z	0	0	11,4	0	0	7,32	0	0	0	0	0	2,13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продовження таблиці 3.3

	x	0,90	0	0	8,93	0	0	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0,32	0	0	8,35	0	0	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0
10	z	0	0	7,32	0	0	13,	0	0	3,96	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	x	0	0	0	0,46	0	0	11,7	0	0	3,76	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0,45	0	0	8,25	0	0	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0
11	z	0	0	0	0	0	3,96	0	0	8,04	0	0	2,08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	x	0,43	0	0	0	0	0	3,76	0	0	8,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0
	y	0	0,43	0	0	0	0	0	0,22	0	0	8,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0
12	z	0	0	2,13	0	0	0	0	0	2,08	0	0	11,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	x	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,42	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,43	0	0
	y	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,84	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0	0,43	0
13	z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,45	0	0	7,32	0	0	0	0	0	2,13
	x	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	5,45	0	0	0,46	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0	0	4,87	0	0	0,45	0	0	0	0
14	z	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7,32	0	0	12,	0	0	3,96	0	0	0
	x	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0	4,87	0	0	0,32	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0	5,46	0	0	0,91	0
15	z	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0	0	12,	0	0	7,24
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0,43	0	0	0	0	0	0,32	0	0	4,84	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0	0	0,43	0	0	0	0	0	0,91	0	0	5,43	0
16	z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2,13	0	0	0	0	0	7,24	0	0	10,

Таблиця 3.4 – Обернена матриця коефіцієнтів нормальних рівнянь

		1			2			3			4			5			6			7			8		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	x	0,26	0	0	0,04	0	0	-0,11	0	0	0,22	0	0	-0,09	0	0	0,01	0	0	0,11	0	0	-0,29	0	0
	y	0	2,22	0	0	-1,84	0	0	1,70	0	0	-1,68	0	0	-2,03	0	0	1,82	0	0	-1,69	0	0	1,61	0
1	z	0	0	0,87	0	0	-0,81	0	0	0,76	0	0	-0,76	0	0	-0,56	0	0	0,56	0	0	-0,54	0	0	0,53
	x	-0,04	0	0	0,32	0	0	0,05	0	0	-0,23	0	0	0,01	0	0	-0,16	0	0	-0,08	0	0	0,28	0	0
	y	0	-1,84	0	0	2,32	0	0	-1,83	0	0	1,67	0	0	1,82	0	0	-2,14	0	0	1,80	0	0	-1,61	0
2	z	0	0	-0,81	0	0	0,86	0	0	-0,77	0	0	0,76	0	0	0,56	0	0	-0,56	0	0	0,54	0	0	-0,53
	x	-0,11	0	0	0,05	0	0	0,24	0	0	0,15	0	0	0,11	0	0	-0,07	0	0	-0,03	0	0	-0,19	0	0
	y	0	1,70	0	0	-1,83	0	0	2,06	0	0	-1,72	0	0	-1,68	0	0	1,81	0	0	-1,90	0	0	1,63	0
3	z	0	0	0,76	0	0	-0,77	0	0	0,86	0	0	-0,80	0	0	-0,55	0	0	0,55	0	0	-0,55	0	0	0,54
	x	0,22	0	0	-0,23	0	0	0,15	0	0	0,02	0	0	-0,25	0	0	0,24	0	0	-0,15	0	0	0,22	0	0
	y	0	-1,68	0	0	1,67	0	0	-1,72	0	0	1,90	0	0	1,66	0	0	-1,66	0	0	1,68	0	0	-1,68	0
4	z	0	0	-0,76	0	0	0,76	0	0	-0,80	0	0	0,87	0	0	0,55	0	0	-0,55	0	0	0,55	0	0	-0,54
	x	-0,09	0	0	0,01	0	0	0,11	0	0	-0,25	0	0	0,16	0	0	-0,00	0	0	-0,12	0	0	0,30	0	0
	y	0	-2,03	0	0	1,82	0	0	-1,68	0	0	1,66	0	0	2,1	0	0	-1,82	0	0	1,68	0	0	-1,60	0
5	z	0	0	-0,56	0	0	0,56	0	0	-0,55	0	0	0,55	0	0	0,62	0	0	-0,56	0	0	0,52	0	0	-0,51
	x	0,01	0	0	-0,15	0	0	-0,07	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0,22	0	0	0,08	0	0	-0,29	0	0
	y	0	1,82	0	0	-2,14	0	0	1,81	0	0	-1,66	0	0	-1,82	0	0	2,22	0	0	-1,80	0	0	1,60	0
6	z	0	0	0,56	0	0	-0,56	0	0	0,55	0	0	-0,55	0	0	-0,56	0	0	0,61	0	0	-0,53	0	0	0,51
	x	0,11	0	0	-0,01	0	0	-0,03	0	0	-0,15	0	0	-0,12	0	0	0,08	0	0	0,06	0	0	0,17	0	0
	y	0	-1,69	0	0	1,80	0	0	-1,70	0	0	1,68	0	0	1,68	0	0	-1,80	0	0	1,97	0	0	-1,62	0
7	z	0	0	-0,54	0	0	0,54	0	0	-0,55	0	0	0,55	0	0	0,51	0	0	-0,53	0	0	0,60	0	0	-0,54
8	x	-0,29	0	0	0,30	0	0	-0,19	0	0	0,22	0	0	0,30	0	0	-0,29	0	0	0,17	0	0	-0,22	0	0

	y	0	1,61	0	0	-1,61	0	0	1,63	0	0	-1,68	0	0	-1,60	0	0	1,60	0	0	-1,62	0	0	1,70	0
	z	0	0	0,53	0	0	-0,53	0	0	0,547	0	0	-0,55	0	0	-0,51	0	0	0,53	0	0	-0,54	0	0	0,59
	x	-0,01	0	0	0,03	0	0	-0,13	0	0	0,28	0	0	-0,03	0	0	-0,03	0	0	0,13	0	0	-0,33	0	0
	y	0	1,92	0	0	-1,79	0	0	1,67	0	0	-1,63	0	0	-1,97	0	0	1,80	0	0	-1,66	0	0	1,58	0
9	z	0	0	0,33	0	0	-0,33	0	0	0,33	0	0	-0,3	0	0	-0,34	0	0	0,34	0	0	-0,32	0	0	0,32

Продовження таблиці 3.4

	x	0,04	0	0	0,05	0	0	0,09	0	0	-0,26	0	0	-0,03	0	0	-0,09	0	0	-0,10	0	0	0,31	0	0
	y	0	-1,81	0	0	2,04	0	0	-1,79	0	0	1,65	0	0	1,80	0	0	-2,1	0	0	1,79	0	0	-1,60	0
10	z	0	0	-0,34	0	0	0,34	0	0	-0,34	0	0	0,34	0	0	0,35	0	0	-0,35	0	0	0,34	0	0	-0,33
	x	-0,26	0	0	0,21	0	0	-0,12	0	0	0,32	0	0	0,26	0	0	-0,21	0	0	0,09	0	0	-0,34	0	0
	y	0	1,67	0	0	-1,79	0	0	1,81	0	0	-1,64	0	0	-1,67	0	0	1,80	0	0	-1,86	0	0	1,59	0
11	z	0	0	0,32	0	0	-0,32	0	0	0,32	0	0	-0,32	0	0	-0,32	0	0	0,33	0	0	-0,33	0	0	0,32
	x	0,43	0	0	-0,39	0	0	0,26	0	0	-0,47	0	0	-0,43	0	0	0,39	0	0	-0,22	0	0	0,50	0	0
	y	0	-1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0	0	1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0
12	z	0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19
	x	0,05	0	0	-0,05	0	0	0,13	0	0	-0,30	0	0	-0,01	0	0	0,04	0	0	-0,13	0	0	0,34	0	0
	y	0	-1,88	0	0	1,78	0	0	-1,66	0	0	1,62	0	0	1,92	0	0	-1,79	0	0	1,66	0	0	-1,57	0
13	z	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	0,31	0	0	-0,31	0	0	0,30	0	0	-0,29
	x	-0,06	0	0	-0,01	0	0	-0,10	0	0	0,27	0	0	0,05	0	0	0,05	0	0	0,10	0	0	-0,32	0	0
	y	0	1,80	0	0	-2,00	0	0	1,78	0	0	-1,65	0	0	-1,80	0	0	2,04	0	0	-1,78	0	0	1,59	0
14	z	0	0	0,31	0	0	-0,3	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	-0,31	0	0	0,31	0	0	-0,30	0	0	0,29
	x	0,25	0	0	-0,20	0	0	0,13	0	0	-0,32	0	0	-0,25	0	0	0,20	0	0	-0,10	0	0	0,35	0	0
	y	0	-1,66	0	0	1,76	0	0	-1,76	0	0	1,62	0	0	1,66	0	0	-1,78	0	0	1,80	0	0	-1,58	0
15	z	0	0	-0,3	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	-0,29
	x	-0,38	0	0	0,34	0	0	-0,24	0	0	0,45	0	0	0,38	0	0	-0,35	0	0	0,21	0	0	-0,47	0	0
	y	0	1,53	0	0	-1,54	0	0	1,53	0	0	-1,50	0	0	-1,53	0	0	1,54	0	0	-1,54	0	0	1,49	0
16	z	0	0	0,29	0	0	-0,2	0	0	0,29	0	0	-0,29	0	0	-0,29	0	0	0,29	0	0	-0,29	0	0	0,28

Продовження таблиці 3.4

9			10			11			12			13			14			15			16		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-0,01	0	0	0,04	0	0	-0,26	0	0	0,43	0	0	0,04	0	0	-0,06	0	0	0,25	0	0	-0,38	0	0
0	1,92	0	0	-1,81	0	0	1,67	0	0	-1,47	0	0	-1,88	0	0	1,80	0	0	-1,66	0	0	1,53	0
0	0	0,33	0	0	-0,34	0	0	0,32	0	0	-0,19	0	0	-0,30	0	0	0,31	0	0	-0,30	0	0	0,29
0,03	0	0	0,05	0	0	0,22	0	0	-0,38	0	0	-0,05	0	0	-0,01	0	0	-0,20	0	0	0,34	0	0
0	-1,79	0	0	2,04	0	0	-1,79	0	0	1,47	0	0	1,78	0	0	-2,00	0	0	1,76	0	0	-1,54	0
0	0	-0,33	0	0	0,34	0	0	-0,32	0	0	0,19	0	0	0,30	0	0	-0,31	0	0	0,30	0	0	-0,29
-0,13	0	0	0,09	0	0	-0,12	0	0	0,26	0	0	0,13	0	0	-0,10	0	0	0,13	0	0	-0,24	0	0
0	1,67	0	0	-1,79	0	0	1,81	0	0	-1,47	0	0	-1,66	0	0	1,78	0	0	-1,76	0	0	1,53	0
0	0	0,3	0	0	-0,34	0	0	0,32	0	0	-0,19	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,29
0,28	0	0	-0,26	0	0	0,32	0	0	-0,47	0	0	-0,29	0	0	0,27	0	0	-0,32	0	0	0,45	0	0
0	-1,63	0	0	1,65	0	0	-1,64	0	0	1,47	0	0	1,62	0	0	-1,65	0	0	1,62	0	0	-1,50	0
0	0	-0,33	0	0	0,34	0	0	-0,32	0	0	0,19	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	-0,29
-0,03	0	0	-0,03	0	0	0,26	0	0	-0,43	0	0	-0,01	0	0	0,05	0	0	-0,25	0	0	0,38	0	0
0	-1,97	0	0	1,80	0	0	-1,67	0	0	1,47	0	0	1,92	0	0	-1,80	0	0	1,66	0	0	-1,53	0
0	0	-0,34	0	0	0,35	0	0	-0,33	0	0	0,19	0	0	0,31	0	0	-0,31	0	0	0,30	0	0	-0,29
-0,03	0	0	-0,09	0	0	-0,21	0	0	0,39	0	0	0,04	0	0	0,05	0	0	0,20	0	0	-0,34	0	0
0	1,80	0	0	-2,09	0	0	1,79	0	0	-1,47	0	0	-1,79	0	0	2,04	0	0	-1,77	0	0	1,54	0
0	0	0,34	0	0	-0,35	0	0	0,33	0	0	-0,19	0	0	-0,31	0	0	0,31	0	0	-0,30	0	0	0,29
0,13	0	0	-0,1	0	0	0,09	0	0	-0,22	0	0	-0,13	0	0	0,10	0	0	-0,10	0	0	0,21	0	0
0	-1,66	0	0	1,79	0	0	-1,86	0	0	1,47	0	0	1,66	0	0	-1,78	0	0	1,80	0	0	-1,54	0
0	0	-0,32	0	0	0,34	0	0	-0,33	0	0	0,19	0	0	0,30	0	0	-0,30	0	0	0,30	0	0	-0,29
-0,33	0	0	0,31	0	0	-0,34	0	0	0,50	0	0	0,34	0	0	-0,32	0	0	0,35	0	0	-0,47	0	0

0	1,58	0	0	-1,60	0	0	1,59	0	0	-1,47	0	0	-1,57	0	0	1,59	0	0	-1,58	0	0	1,49	0
0	0	0,32	0	0	-0,33	0	0	0,32	0	0	-0,19	0	0	-0,29	0	0	0,29	0	0	-0,29	0	0	0,28
0,16	0	0	0,02	0	0	-0,26	0	0	0,44	0	0	-0,06	0	0	-0,03	0	0	0,25	0	0	-0,38	0	0
0	2,08	0	0	-1,80	0	0	1,66	0	0	-1,47	0	0	-2,01	0	0	1,80	0	0	-1,65	0	0	1,54	0
0	0	0,43	0	0	-0,38	0	0	0,32	0	0	-0,19	0	0	-0,34	0	0	0,34	0	0	-0,32	0	0	0,31

Продовження таблиці 3.4

0,02	0	0	0,19	0	0	0,22	0	0	-0,40	0	0	-0,03	0	0	-0,12	0	0	-0,19	0	0	0,36	0	0
0	-1,80	0	0	2,21	0	0	-1,80	0	0	1,47	0	0	1,8	0	0	-2,15	0	0	1,79	0	0	-1,55	0
0	0	-0,38	0	0	0,44	0	0	-0,35	0	0	0,19	0	0	0,35	0	0	-0,36	0	0	0,34	0	0	-0,33
-0,26	0	0	0,22	0	0	-0,13	0	0	0,40	0	0	0,27	0	0	-0,22	0	0	0,16	0	0	-0,37	0	0
0	1,66	0	0	-1,80	0	0	1,99	0	0	-1,47	0	0	-1,66	0	0	1,80	0	0	-1,90	0	0	1,55	0
0	0	0,32	0	0	-0,35	0	0	0,43	0	0	-0,19	0	0	-0,32	0	0	0,33	0	0	-0,33	0	0	0,31
0,44	0	0	-0,40	0	0	0,40	0	0	-0,55	0	0	-0,44	0	0	0,41	0	0	-0,41	0	0	0,53	0	0
0	-1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0	0	1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0	0	1,47	0	0	-1,47	0
0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19	0	0	0,19	0	0	-0,19
-0,06	0	0	-0,03	0	0	0,27	0	0	-0,44	0	0	0,20	0	0	0,01	0	0	-0,25	0	0	0,37	0	0
0	-2,01	0	0	1,81	0	0	-1,66	0	0	1,47	0	0	2,17	0	0	-1,81	0	0	1,65	0	0	-1,55	0
0	0	-0,34	0	0	0,35	0	0	-0,32	0	0	0,19	0	0	0,63	0	0	-0,57	0	0	0,51	0	0	-0,50
-0,03	0	0	-0,12	0	0	-0,22	0	0	0,41	0	0	0,01	0	0	0,26	0	0	0,18	0	0	-0,36	0	0
0	1,80	0	0	-2,15	0	0	1,80	0	0	-1,47	0	0	-1,81	0	0	2,30	0	0	-1,80	0	0	1,55	0
0	0	0,34	0	0	-0,36	0	0	0,33	0	0	-0,19	0	0	-0,57	0	0	0,62	0	0	-0,53	0	0	0,50
0,25	0	0	-0,19	0	0	0,16	0	0	-0,41	0	0	-0,25	0	0	0,18	0	0	0,03	0	0	0,37	0	0
0	-1,65	0	0	1,79	0	0	-1,90	0	0	1,47	0	0	1,65	0	0	-1,80	0	0	2,02	0	0	-1,57	0
0	0	-0,32	0	0	0,34	0	0	-0,33	0	0	0,19	0	0	0,51	0	0	-0,53	0	0	0,60	0	0	-0,54
-0,38	0	0	0,36	0	0	-0,37	0	0	0,53	0	0	0,37	0	0	-0,36	0	0	0,37	0	0	-0,30	0	0
0	1,54	0	0	-1,55	0	0	1,55	0	0	-1,47	0	0	-1,55	0	0	1,55	0	0	-1,57	0	0	1,68	0
0	0	0,31	0	0	-0,33	0	0	0,31	0	0	-0,19	0	0	-0,50	0	0	0,50	0	0	-0,54	0	0	0,6

Таблиця 3.5 – Розрахунок с.к.п. для кожного вузла просторової геодезичної мережі

№ пункту	m_x	m_y	m_z
1	1,11	3,23	2,02
2	1,23	3,30	2,01
3	1,06	3,11	2,00
4	0,30	2,98	2,02
5	0,86	3,14	1,71
6	1,01	3,22	1,70
7	0,52	3,04	1,68
8	1,01	2,82	1,67
9	0,78	3,12	1,42
10	0,95	3,22	1,44
11	0,79	3,05	1,42
12	1,61	2,62	0,95
13	0,97	3,19	1,72
14	1,10	3,28	1,70
15	0,39	3,08	1,68
16	1,19	2,80	1,68

Отже, точність побудови індивідуальної геодезичної основи задовольняє вимогам вищевказаних нормативів.

3.5 Геодезичні роботи на монтажному горизонті

Розгорнуті геодезичні роботи на горизонті представляють собою точне визначенні положення елементів конструкції та колон по висоті та в плані і їх установку у вертикальне положення. Роботи з геодезичної розмітки на монтажних горизонтах суттєво не відрізняються від робіт з розмітки, що проводяться на початковому горизонті.

Геодезичні роботи на монтажному горизонті складаються з наступних етапів:

- розмітка опалубки та елементів конструкції;
- перевірка вертикальності установки маркованих елементів;
- виконавча зйомка змонтованих елементів.

.

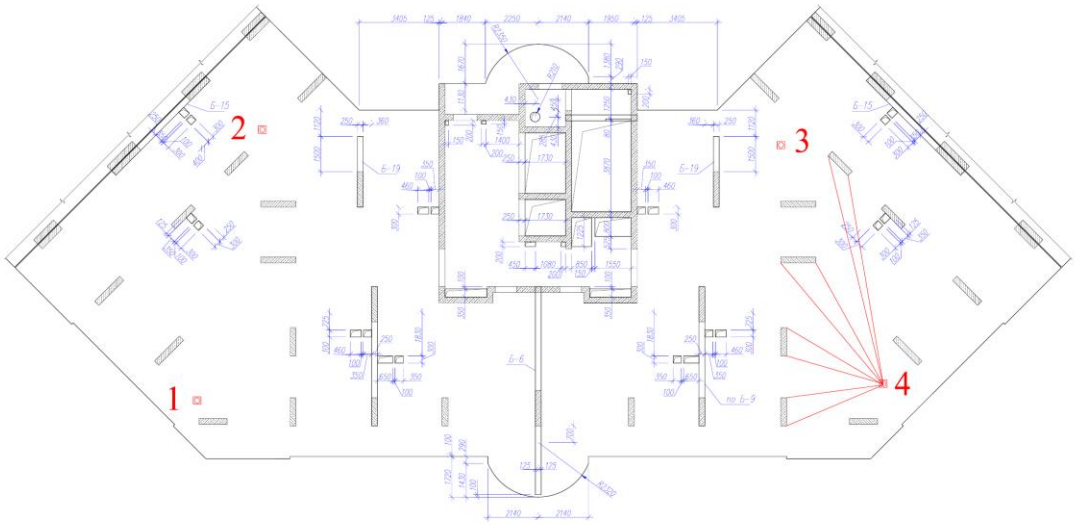


Рисунок 3.4.1 – Схема монтажного горизонту

При побудові швидкомонтованих споруд на будь-якому рівні ретельно створюють однойменні осі, які вказують на положення опалубки панелей та колон, а також шахти ліфтів. Неправильна установка веде до невідповідності розмірів шахти та ліфта на якомусь поверсі. На перекриття кожного поверху розташовують поперечну та поздовжню осі, а на протилежних кінцях споруди, в коридорі, встановлюють маркери і переносять на них відмітки за допомогою технічного нівелювання. При переносі осей на поверхи дозволяються їх зсув від осей зовнішньої основи у вертикальній площині від 5 мм на перших 5 рівнях до 8 мм на послідуючих. Перенос осей рекомендується здійснювати методом вертикального візування відносно точок, зафіксованих на 1 рівні.

Після монтажу ригелів і пластин жорсткості створюють виконавчий план висотної схеми встановленого каркаса. Виконавчу зйомку його положення проводять після бетонування стовпів у стаканах, стиків плит та зварювання з ригелями.

Вертикальність опалубки перевіряють у 2 напрямках. На горизонтальній рейці, закріпленій до нижньої осьової лінії опалубки, визначають її зміщення. Порівняння верхніх точок з нижніми вказує на відхилення опалубки від вертикальної лінії (допустиме значення становить 5 мм). Проектний горизонт всередині технічного підвалу також повинен бути в межах 5 мм.

Винесення в плані елементів проекту здійснюється за допомогою полярного методу, методу лінійно-створної створної насічки, методом прямокутних координат, лінійної, одинарної або множинної прямої кутової насічки, полігонометрією та тріангуляцією. Спосіб робіт з розмітки визначається місцем розташування інженерної споруди, її формою, розмірами та призначенням, а також точністю розмітки, способом побудови та наявністю відповідних пристроїв. Методи розмітки подібні до методів зйомки, але від точок і ліній геодезичної основи не вимірюють довжини ліній і кути, вони переносяться в натуральному вигляді відповідно до величин, отриманих з плану проекту. Контури робіт з розмітки встановлюються заздалегідь.

1. Спосіб полярних координат

Розмітка конструкції полярним способом проводиться від точок, найближчих до основи вихідної геодезичної площини, зазвичай у випадках відкритої місцевості, також відносно рівною є відстань до характерних точок будівлі, вона не перевищує довжину інструменту. Пошук розташування точки С (рис. 3.6) виконується побудовою кута β і довжини лінії S на місцевості. Розрахункові значення β і S беруть з креслень розмітки або додатково шукають за топопланом. Кут β теодолітом виноситься в натуру, при цьому пристрій закріплений в точці А у 2 положеннях вертикального кола. S відкладається спеціальними приладами для лінійних вимірювань.

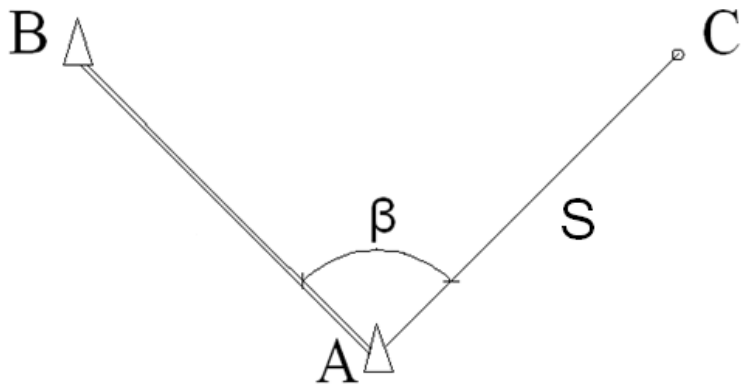


Рисунок 3.5 – Схема полярного способу

Точність розмічування точок полярним методом обумовлена похибками визначення вихідних пунктів А і В, виносом в натуру кута β, довжини лінії S і фіксації точки С.

Проектні величини β і S вибирають з розмічувальних креслень. Якщо задані проектні координати точки С (x_c ; y_c), то можна обчислити:

дирекційний кут радіус-вектора:

$$\alpha_{AC} = \text{arctg}\frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}$$

довжину радіус-вектора:

$$d = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}$$

або

$$d = \frac{y_C - y_A}{\sin\alpha_{AC}}; \qquad d = \frac{x_C - x_A}{\cos\alpha_{AC}};$$

полярний кут;

$$\beta = \alpha_{AC} - \alpha_{AB},$$

де α_{AB} – дирекційний кут сторони геодезичної основи.

Береться середнє розташування радіус-вектора d. Відстань вимірюють простою або електронною рулеткою, тахеометрами або стрічкою.

Електронні тахеометри з ПЗ дозволяють отримати на електронному табло фактичні положення точки С. Також це можна зробити на великих відстанях та за наявності перешкод. Ефективним є застосування електронного обладнання з прицільним та лазерним променями.

СКП розташування точки С:

$$m_c = \sqrt{m_A^2 + m_B^2 + \frac{d^2}{\rho^2} * m_\beta^2 + m_d^2 + m_\phi^2}.$$

Беруть:

$$\frac{d^2}{\rho^2} m_\beta^2 = m_d^2 = m_0^2; \quad m_0 = \sqrt{2} m_A; \quad m_A = m_B; \quad m_\phi = 0{,}33 m_0.$$

Тоді

$$m_A = m_B \frac{m_C}{\sqrt{6{,}2}}; \; m_\beta'' = \frac{m_c \rho''}{d\sqrt{3{,}1}}; \; m_d = \frac{m_c}{\sqrt{3{,}1}}; \quad m_\phi = 0{,}2 m_0.$$

Тобто при відомій похибці виносу точки С можна розрахувати: СКП розташування точок початкової основи, побудови кута, обчислення радіус-вектора та закріплення точки, а потім визначити, за якою методикою будуть виконуватись геодезичні роботи.

2. Спосіб прямокутних координат.

Зазвичай його застосовують при розмітці житлових та промислових будівель або ж споруд від точок будівельної мережі чи вулиць.

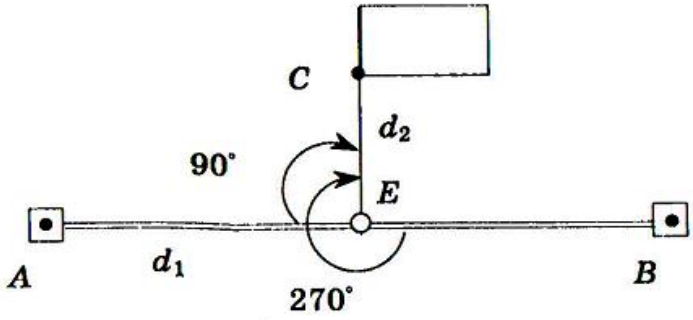


Рисунок 3.6 – Спосіб прямокутних координат

Розмітка точки С на місцевості (рис. 3.7) для певних довжин перпендикулярів d_1 і d_2 полягає у наступному:

– відкладають відрізок d_1 по створу сторони основи вздовж лінії АВ;

– у точці Е, отриманій за допомогою теодоліта, встановлюють кут 90° від ЕА або 270° від EV (рекомендується відкладати від більшої сторони);

– вздовж отриманого перпендикуляру наноситься проектна відстань d_2 і в такий спосіб одержують проектне положення точки С.

Лінії d_1 і d_2 вимірюють простою або електронною рулеткою або стрічкою. Довжина d_2 не повинна бути більшою за довжину вимірювального пристрою.

У випадку використання точних електронних тахеометрів розглянутий метод можна застосовувати на великих відстанях.

Розрахункові значення перпендикулярів визначаються графічно за генпланом або аналітично за допомогою координат точок А, В і С.

На точність розмітки впливають похибки початкових точок – m_b, вимірювання перпендикулярів d_1 і d_2 – m_{d_1} і m_{d_2}; фіксації точки – m_ϕ та побудови прямого кута – m_β.

СКП розмітки точки С при $m_{d_1} = m_{d_2} = m_d$, обчислюється як

$$m_C = \sqrt{m_b^2 + (d_1^2 + d_2^2) * \frac{m_d^2}{d^2} + d_2^2 * \frac{m_\beta^2}{\rho^2} + m_\phi^2}.$$

Якщо похибка розмітки точки С задана, розраховується точність переносу окремих елементів

Беруть:

$$\frac{m_d^2}{d^2} * (d_1^2 + d_2^2) = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} * d_2^2 = m_0^2; m_b = \frac{m_0}{\sqrt{2}}; m_\phi = 0{,}33 * m_0.$$

3. Спосіб лінійної засічки

Точка С за методом лінійної насічки знаходиться при перетині дуг проектних ліній, віддалених від опорних точок А і В (рис. 3.8, а) або точок М І N, розташованих уздовж лінії геодезичної основи (рис. 3.8, б).

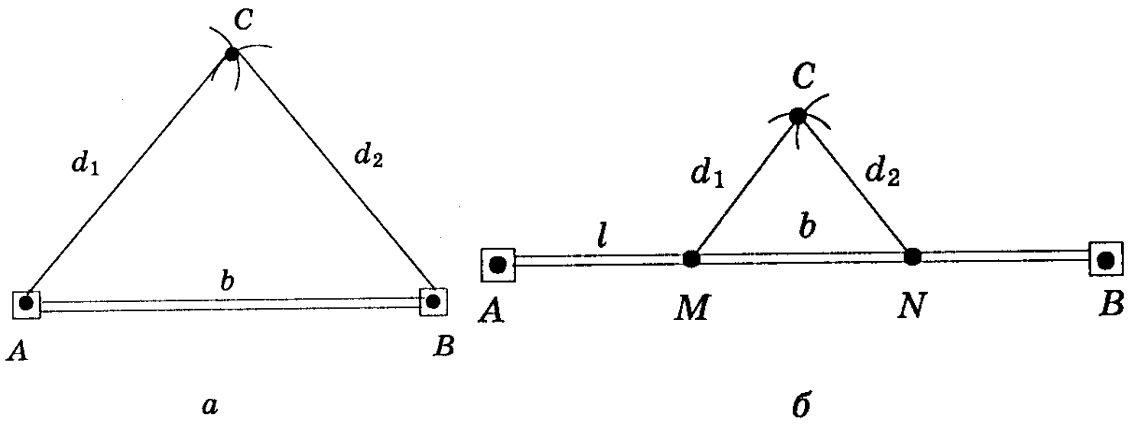


Рисунок 3.7 – Схема способу лінійної засічки: *а* – від кінцевих точок базової лінії, *б* – від проміжних точок базової лінії

Метод використовується на рівнинній горизонтальній місцевості. Довжини d_1 і d_2 не мають бути більшими за довжину вимірювального пристрою. Схема розмітки і проектні відстані обираються з креслень розмітки або розраховуються за відомим положенням точок А, В, С, М, N.

На розмітці використовують 2 стрічки або рулетки одночасно. В точках А, В або М, N наносять нульові поділки. Стрічки розміщують так, щоб вони перетиналися в точці С на відстанях d_1 і d_2, таким чином, отримують її проектне положення.

У разі великої відстані між початковими точками, уздовж лінії позначають точку М (відстань l від точки А) і точку N (відстань b від точки М). При

цьому довжини d_1 і d_2 не мають бути більше за довжину інструменту. Значення кута у точці С наближене до 90° (рис. 3.8, б).

На точність методу впливають похибки початкових точок – m_b, переносу проектних довжин d_1 і d_2 та фіксації точки – $m_ф$.

СКП точки С:

$$m_C = \sqrt{m_b^2 + \frac{d_1^2 d_2^2}{2p(h-d_1)(p-d_2)(p-b)} m_d^2 + m_ф^2},$$

де $p = (d_1 + d_2 + b) : 2$ - напівпериметр трикутника.

Вважають, що:

$$\frac{d_1 d_2}{\sqrt{2p(p-d_1)(p-d_2)(p-b)}} m_d = m_o; \;\; m_b = \frac{m_o}{\sqrt{2}};$$

$$m_ф = 0{,}33 m_o.$$

Якщо задана точність розмічування точки С, то обчислюють величини складових похибок:

$$m_d = \frac{m_C \sqrt{2p(p-d_1)(p-d_2)(p-b)}}{1{,}2 d_1 d_2}; \;\; m_b = \frac{m_C}{1{,}8}.$$

$$m_ф = 0{,}26 m_C.$$

Щоб контролювати та підвищити точність маркування, використовуйте множину лінійну виїмку з трьох або більше початкових точок (або допоміжних точок).

Слід зазначити, що використання полегшених далекомірів та електронних та-геометрів у методі лінійних засічок є технологічно складним. Тому метод лінійної колісної бази використовується в тих випадках, коли відстані до проектних точок незначні і не перевищують довжини роликів

4. Спосіб створної засічки.

Проектне розташування точки С визначається перетином 2 прицільних променів теодолітних зорових труб по лініях I-I і II-II (рис. 3.9), що фіксуються за межами будівлі на місцевості. Використовується, в основному, для розмітки мостів, дамб, цехів та інших інженерних конструкцій.

При одночасній розмітці в початкових точках створів ставлять 2 теодоліта, а на кінцях створів — прицільні знаки або віхи, які центруються над позначками. Теодоліти цілять на позначки у напрямку створів. Положення точки С визначається і фіксується на перетині прицільних променів (рис. 3.9). Перевірку проводять за 3 створом.

Використання електронних теодолітів з лазерним променем полегшує фіксацію ліній по створах при пошуку координат точки С.

Для контролю вибирають третій створ.

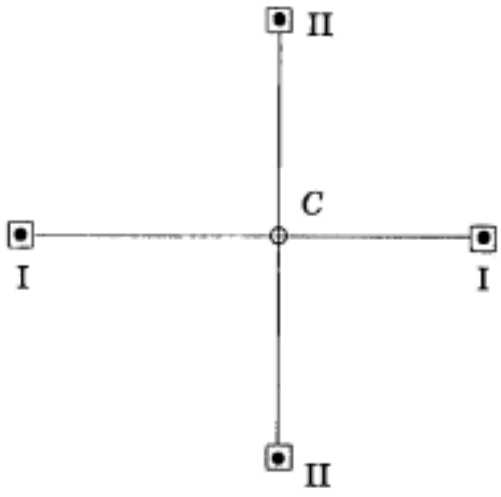


Рисунок 3.8 – Спосіб створної засічки

Точність методу залежить від точності фіксації точки С — $m_ф$ та побудови створів — m_1 і m_2. СКП положення точки С:

$$m_C = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_{\phi}^2}.$$

1) вихідних даних — $m_в$;

2) центрування і редукції — $m_ц$, $m_р$;

3) візування по створу — $m_{вз}$;

4) перефокусування зорової труби теодоліта — $m_ф$;

5) впливу зовнішніх умов — $m_{зу}$.

Тоді середня квадратична похибка визначення точки по створу:

$$m_1 = m_{II} = \sqrt{m_в^2 + m_ц^2 + m_р^2 + m_{вз}^2 + m_{\phi}^2 + m_{зу}^2}.$$

При приблизно рівній точності центрування і редукції $l = l_1$ отримаємо:

$$m_ц = m_р = \frac{1}{L\sqrt{2}}\sqrt{L^2 + 2d^2 - 2dL},$$

де l — елемент центрування; L — довжина створу, d — відстань від теодоліта до точки С;

$$m_{вз} = \frac{30''\sqrt{2}}{\rho''} \cdot \frac{d}{V'},$$

де V^x — збільшення зорової труби теодоліта;

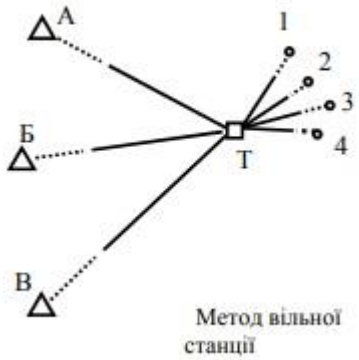
$$m_{\phi} = \frac{m_{\phi}''}{\rho''} d.$$

Щоб зменшити вплив похибок фокусу, рекомендується проводити вимірювання в 2 положеннях труби (робити перефокусування). У сучасних приладах помилка фокусування $m_ф$ складає менше 2.Значний вплив мають похибки зовнішніх умов. Для їх мінімізації рекомендується проводити створні спостереження вранці та ввечері або за відсутності сонця.

5.Метод вільної станції

Цей спосіб застосовують при використанні електронного тахеометра. Його встановлюють в зручній для спостережень, довільно вибраній точці і визначають положення станції оберненою лінійно-кутовою засічкою. Програмне забезпечення електронного тахеометра дозволяє виконувати опрацювання результатів вимірювань і обчислення координат вільної станції.

При виконанні топографічних знімальних та розмічувальних робіт традиційними способами створюють локальну опорну мережу. В умовах будівельного майданчика завжди існує небезпека втрати пунктів цієї мережі. Уникнути цієї небезпеки і відмовитись від цілого ряду рутинних операцій дозволяє метод вільної станції. Застосування цього методу також дуже ефективне при зніманні невеликої за розміром території (наприклад, знімання 68 окремої земельної ділянки чи групи ділянок). Реалізувати цей метод можливо при використанні електронного тахеометра та при видимості двох-трьох вихідних пунктів (рис. 4.2). А, Б, В – вихідні пункти з відомими (X, Y, H) координатами; 1, 2, 3, 4 – проектні точки (або точки, координати яких необхідно визначити), Т-станція – (місце встановлення тахеометра)



Метод вільної станції

При цьому методі локальну розмічувальну мережу не створюють, що дозволяє економити час і кошти. Електронний тахеометр встановлюють в будь-якій точці (Т), але в безпосередній близькості до точок 1÷4, за умови видимості мінімум двох вихідних пунктів. Координати тахеометра (Т) визначають з оберненої засічки (кутової, лінійної, лінійно-кутової або їх комбінацій) безпосередньо в

полі. Проектні координати точок можна загрузити в пам'ять тахеометра з комп’ютера чи ввести вручну з клавіатури. В режимі слідкування знаходиться грубе положення цих точок, котре уточнюють в режимі «точно». Переваги методу вільної станції полягають в тому, що: - локальну розмічувальну мережу не створюють; - тахеометр не потрібно центрувати; - всі обчислення виконують у полі прикладними програмами; - зростає надійність перенесення точок в натуру.

Способи визначення місцеположення тахеометра в методі вільної станції:

Обернена кутова засічка. Виміряними величинами є горизонтальні кути (рис. 4.3). Умови застосування засічки такі: мінімальна кількість видимих вихідних пунктів – 3, віддалі від тахеометра до вихідних пунктів є великими, або якщо з якихось причин неможливо виміряти віддаль до вихідних точок.

Обернена просторова кутова засічка двох пунктів. Виміряними величинами є горизонтальний кут β і два вертикальних кути 1 2 ν ,ν. Умови застосування: видимість лише двох вихідних пунктів при неможливості виміряти віддалі до них. В сучасних тахеометрах горизонтальні та вертикальні кути вимірюються одночасно однією командою, тому для електронних тахеометрів можливий лише цей варіант кутової засічки – просторової.

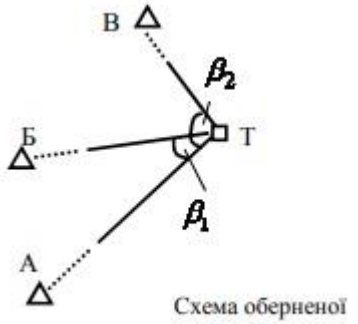


Схема оберненої кутової засічки

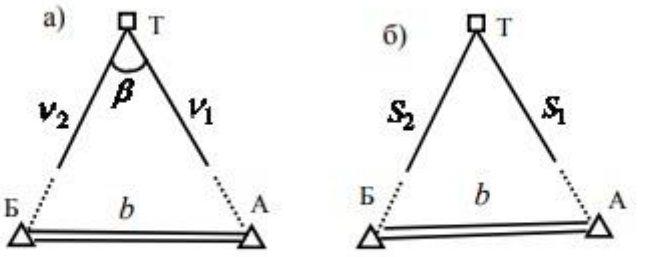


Схема оберненої засічки: а) просторової кутової, б) лінійної

Обернена лінійна засічка. Вимірювані величини – довжини ліній S1 і S2. Умови застосування: видимість лише двох вихідних пунктів та зручність вимірювання віддалей до них. Варто відзначити, що лінійні вимірювання забезпечують найвищу точність визначення координат на сьогоднішній день. При використанні електронного тахеометра цей тип засічки реалізувати неможливо, бо при вимірюванні віддалі автоматично вимірюються горизонтальні та вертикальні кути і таким чином засічка перетворюється на лінійно-кутову.

Обернена просторова лінійно-кутова засічка. Ця засічка є найбільш надійною, ефективною і поширеною при використанні електронного тахеометра. Вимірювані величини – горизонтальний кут β , довжини ліній S1 і S2 та вертикальні кути – 1 2 ν ,ν T Рис. 4.3. Схема оберненої кутової засічки B A Б Б A a) b T. Схема оберненої засічки: а) просторової кутової, б) лінійної b T Б A б) 70

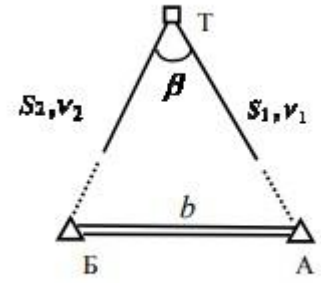
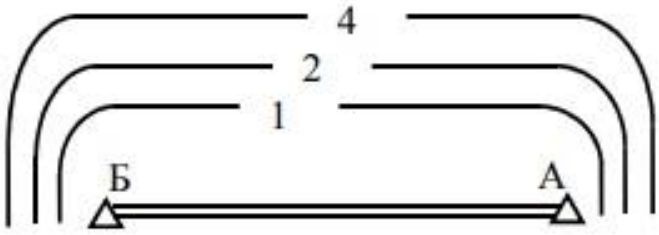


Схема оберненої
просторової лінійно-кутової засічки

Кількість вимірів – 5, кількість невідомих – 3. Тому виникає задача зрівноваження результатів, як в плановому, так і у висотному положеннях. Спільне використання лінійних і кутових вимірів гарантує якісне визначення положення тахеометра. При цьому стають м’якшими вимоги до геометрії засічки. На рисунку показані ізолінії похибок планового положення тахеометра (в мм), вирахувані за формулою.

$$m_P = \sqrt{m_X^2 + m_Y^2},$$

де mX , mY – середні квадратичні похибки визначення координат.



Ізолінії похибок планового положення тахеометра

Як видно з рисунка, точність визначення координат не залежить від величини кута засічки на визначуваному пункті, а лише від віддалі до вихідних пунктів А, Б. Надійне значення координат отримують навіть при нульовому значенні кута засічки. В більшості сучасних тахеометрів є можливість виключати з результатів обчислень окремі виміри (кутів чи ліній) на певні напрямки, якщо неможливо виміряти віддаль до якогось вихідного пункту, чи інженер не впевнений в точному наведенні на ціль. Але при використанні електронного тахеометра, якщо є можливість виміряти віддаль до пункту, то й завжди буде можливість виміряти вертикальний та горизонтальний кути, а це свідчить про те, що у переважній більшості застосовуються лінійно-кутові побудови та рідше кутові. Окремо лінійні засічки з електронним тахеометром не застосовуються.

3.6 Контрольна виконавча зйомка

Для будівництва виконавчі зйомки особливо важливі, оскільки, крім виявлення відхилень у проекті, вони дозволяють регулювати хід процесу будівництва, коригуючи його під час будівельно-монтажних робіт.

Виконавчі зйомки є частиною будівельного процесу, тому послідовність і спосіб їх виконання, технічні засоби і необхідна точність вимірювань залежать від різних етапів будівельно-монтажного виробництва. Ним підлягають секції та конструктивні елементи будинку, від точності яких залежить точність насту-

пних етапів робіт, а також стійкість всього будинку. Ці вимоги і визначають покроковий вибір параметрів зйомки.

Виконавчі зйомки здійснюють на кожному етапі будівельно-монтажних робіт (поточні) та після завершення всіх видів будівельних робіт (остаточні).

За результатами зйомки готують необхідні документи. Поточні зйомки проводяться в технологічній послідовності робіт, починаючи з переносу об'єкта в натуру і закінчуючи встановленням перекриттів будівлі та технічного обладнання.

Поточна кількість і терміни зйомок повинні забезпечити якісне та своєчасне проведення послідуючих будівельних робіт.

Звітний документ поточних зйомок представляє собою схему траншей, фундаментів, колон, кранових рейок, креслення ярусів, де вказано проектні та фактичні значення (конструктивні розміри та їх розмітка; відстані між осями; значення відхилень та напрямки фактичних і проектних параметрів).

Під час проведення будівельно-монтажних робіт поточні зйомки супроводжуються складанням спеціальних виконавчих схем:

- основні геодезичні спорудження (розмітка основних осей та монтажному горизонті);

- підземна частина: котловани, складські майданчики; фундаменти, підвали;

- наземна частина: колони; підкранові балки та рейки; балки і ферми; підлога, перекриття і покриття промислових споруд тощо.

Початковою геодезичною основою, на якій проводяться поточні зйомки, є розмітка точок мережі, фіксація осей та їх паралелей, монтажних ризиків на споруді.

Остаточні виконавчі зйомки проводяться по всіх завершених об'єктах, включно з підземними комунікаціями, виїздами та вертикальним плануванням.

За отриманими у ході зйомки результатами розробляється виконавчий генплан (масштаб від 1:500 до 1:2 000 залежно від габаритів та призначення об'єкта), що застосовують при експлуатації будівлі, а також при реконструкції та модернізації.

Геодезичною основою остаточної зйомки є точки та маркери державної та локальної мереж. Якщо частина пунктів буде втрачена під час будівництва, будуть проведені додаткові роботи для проведення виконавчої зйомки.

Способи вимірювання під час зйомок аналогічні тим, що застосовуються при конструктивних, розмічувальних та інженерно-топографічних повірках.

Поточні зйомки здійснюються такими методами:

− планова: полярний, створів, прямокутних координат, насічок та їх комбінаціями, а також бічним нівелюванням;

− висотна – геометричне нівелювання;

− відхилення від вертикальної лінії: проектування (з використанням схилів, теодолітів, обладнання для вертикального проектування) та бічним нівелюванням.

Залежно від масштабу плану та призначення і габаритів об'єкта остаточна зйомка здійснюється такими методами, як тахеометричний, аналітичний та іноді напівавтоматичний.

Точність поточної зйомки повинна бути вище точності планових робіт. СКП t контрольного вимірювання повинна бути менше 0,2 допустимого значення відхилення L контрольного параметра, тобто t менше 0,2 А.

Організація геодезичної служби на підприємстві

Роботи з розмітки по переносу проекту у натуральному вигляді здійснюються геодезичним відділом будівельної організації. Великі будівлі зводять

спеціалізовані будівельно-монтажні трести, що складаються з будівельних управлінь та ділянок.

Геодезична служба здійснює:

– прийом топографо-геодезичної документації об'єктів будівництва, закріплення опорних мереж, головних осей споруд, трас комунікацій та будівельної мережі;

– прийом генеральних планів, робітників і креслень розмітки об'єктів, їх перевірку геометричних габаритів, координат і висот на робочих кресленнях тощо;

– розробку проектів геодезичних робіт для об'єктів та погодження проектів організації для об'єктів, на які ці документи були виконані проектними організаціями;

– розробка основних геодезичних робіт модернізації та доповнення геодезичної мережі з будівельною сіткою для території забудови, виконаних замовником.

Відповідальність за точність усіх робіт з розмітки несе геодезична служба будівельної організації. Її очолює головний геодезист або маркшейдер, який підпорядковується головному інженеру компанії. Слід зазначити, що прості розмітки геометричного забезпечення деяких будівельно-монтажних операцій відповідно до вимог ДБН, повинні виконуватися лінійними робітниками та майстрами.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

4.1 Фінансування інженерно-геодезичних робіт та кошторисна оцінка проекту

Кошторис представляє собою документ, у якому викладаються всі витрати, необхідні для проведення польових і внутрішніх робіт, організації та підтримки виробництва на даному об’єкті.

Зважаючи на відсутність чинних нормативів щодо виконання геодезичних робіт під час будівництва на монтажному горизонті розрахунок вартості контролю таких робіт здійснюється відповідно до ДБН.1.1-7-2000 «Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт для будівництва, здійснюваного на території України» за формою № 3-П та відповідно до постанови Міністерства будівництва, архітектури та регіонального розвитку від 31.03.08 №144, де вказано, що вартість 1 людино-дня складає 350 грн., а коефіцієнт на проведення інженерно-геодезичних робіт — 7,4.

Використовуючи збірник цін і технологічні схеми робіт, виписуються назви виконаних робіт та їх характеристики. Категорії складності залежать від фізико-географічних характеристик споруди і умов робіт. Усі дані зводяться в таблицю.

Таблиця 5.1 – Кошторисна оцінка проекту

№	Категорія складності	Номер позиції нормативу	Найменування і характеристика робіт	Одиниця вимірювання	Кількість, шт	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I	СЦ, 1982 г., табл. 81,§ 2	Відшукування знаків полігонометрії	знак	2	8,8	17,6
2	I	СЦ, 1982 г., табл.18, § 3	Розмічування тимчасових пунктів	км.кв	0,5	493,1	246,55
3	I	СЦ, 1982 г., табл.18, § 3	Розрахунок точності розмічування тимчасових пунктів	км.кв	0,5	493,1	246,55
4	II	СЦ, 1982 г. табл. 12, $8	Виготовлення і закладання тимчасових пунктів	знак	4	24,97	99,88
5	I	СЦ, 1982 г., табл.18, § 3	розмічування і перенесення в натуру осей	км.кв	0,3	696,6	208,98
6	I	СЦ, 1982 г., табл.18, § 3	Розрахунок точності розмічування осей	км.кв	0,3	693,6	208,08
7	II	СЦ, 1982 г. табл. 12,§ 7	виготовлення геодезичних знаків для закріплення осей	знак	16	34,43	550,88
8	III	СЦ, 1982 г.	побудова об-	ковпак	36	10,95	394,20

		табл.12,§11	носки				

Продовження таблиці 5.1

9	II	СЦ, 1982 г. табл. 22,§ 3	нівелювання котловану	шт.	0,63	52,18	32,61
10	II	СЦ, 1982 г. табл. 22,§ 3	перенесення осей на дно котловану	км.кв	0,25	52,18	13,05
11	II	СЦ, 1982 г. табл. 26,§ 3	виготовлення тимчасових реперів	марка	4	206,63	826,52
12	II	СЦ, 1982 г. табл. 22,§ 3	передача відміток на тимчасові репери в котлован	км.кв	0,25	52,18	13,05
13	II	СЦ, 1982 г. табл. 14, § 1	проектування осей на монтажному горизонті	пункт	18	117,41	2113,29
14	II	СЦ, 1982 г. табл.12,§11	розрахунок точності перенесення осей на монтажний горизонт	пункт	18	36,526	657,468
15	III	СЦ, 1982 г. табл.12,§11	закріплення осей на монтажному горизонті	ковпак	18	10,96	197,28
16	II	СЦ, 1982 г. табл. 22,§ 3	пережача відміток на вище лежачий монтажний горизонт	км	2,16	52,18	112,71
17	II	СЦ, 1982 г. табл. 14,§ 1	розмічування колон	шт.	50	117,41	5870,50
18		СЦ, 1982 г, табл. 86,§ 2	складання програми виробничих вишукувань	програма	1	230	230,00
19		СЦ, 1982 г, табл. 86,§ 2	Складання технічного звіту	звіт	1	345	345,00
20	Сума по пунктах 1-19						12384,19

21	Враховуючи коефіцієнт індексації К=7,04 (наказ від 31.03.2008 р. Київ №144)	91643,00
22	Податок на додану вартість 20 %	18328,60
23	Разом за розрахунком	109971,60

Список використаної літератури:

1. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Київ: Мінрегіонбуд України. 2009. 69 с.

2. ДБН В.2.2-24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків

3. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування;

4. ДБН В.1.2-12-2008 Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки;

5. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова»

6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення;

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

8. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: Підручник / С.П.Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 55 с.

9. Інженерна геодезія: Монографія/ П.І. Баран. Київ: ПАТ “ВІПОЛ”, 2012. 618 с.

10. Іщак М.В. Основи геодезії. Київ: Грамота, 2007р.- 447с.

11. Могильний С. Г., Войтенко С. П. Геодезія. Донецьк, 2003.-458 с.

12. А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський. Геодезія, частина ІІ: Підручник для вузів. Львів. НУ «Львівська політехніка», 2007 - 508 ст.

13. Новак Б.І. Геодезія: Підручник. - 2 -ге вид. переробл. та доповн. - К.: «Арістей», 2008. - 284с.

14. Монін І.Ф. Вища геодезія. - К.: Вища шк., 1993. -230 с.

15. Войтенко С.П. Геодезичні роботи в будівництві. - К.: 1СДО,1993. - 144 с.

16. Білятинський О.А., Володін М.О., Демчишина К.С., Омельчук С.К. Інженерна геодезія: Зб. задач. - К.: Вища шк., 1992. - 190 с.

17. Топографія з основами геодезії: Підручник / А.П. Божок, В.Д. Барановський, К.І. Дрич та ін.; За ред. А.П. Божок. - К.: Вища шк., 1995. - с. 164-232, 236-241.

18. Довідник з інженерної геодезії /Под ред. Н. Г. Видуева. - К.: Вища школа, 1978-376с.

19. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві: Навч. посіб. - К.: Вища шк., 2006. -278 с.

20. Інструкції з топографічного знімання в масштабах 1: 5 000, 1: 2 000, 1: 1 000 та 1 : 500.

21. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

22. Поліщук Ю.В. Висотні розбивні роботи у будівництві. - К.: Будівельник, 1980. - 104 с.

23. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії]'. Навчальний посібник. -Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.

24. Перович Л.М., Геодезія, Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів Львів, «Новий світ», 2005 р.