

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри геодезії та  
картографії**

\_\_\_\_\_ Іван КОВАЛЬЧУК  
(підпис)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему: «Комплекс топографо-геодезичних робіт при будівництві  
об'єктів укриття (на прикладі навчально-виховного комплексу № 183  
«Фортуна» в місті Києві)»**

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

**Гарант освітньої програми:** д.геогр.н., проф. \_\_\_\_\_ Іван КОВАЛЬЧУК  
(підпис)

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи:** д.е.н., доц. \_\_\_\_\_ Іван ОПЕНЬКО  
(підпис)

**Виконала:** \_\_\_\_\_ Олесь ГУРЕЦЬКА  
(підпис)

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри геодезії та картографії**  
д.геогр.н., проф. \_\_\_\_\_ Іван КОВАЛЬЧУК  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студентці**

**Гурецькій Олесі Русланівні**

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: **«Комплекс топографо-геодезичних робіт при будівництві об'єктів укриття (на прикладі навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» в місті Києві)»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 18 листопад 2024 р. № 2063 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: технічна документація із землеустрою щодо встановлення (відновлення) меж земельної ділянки.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Здійснити проектування, побудову та закріплення розбивних мереж із врахуванням вимог нормативно-правових документів, особливостей будівельного майданчика та складності об'єкта.
2. Створення алгоритму виконання моніторингу, підбір необхідного обладнання та методик, а також аналіз отриманих даних для оцінки впливу будівельних робіт на прилеглі об'єкти.

**Дата видачі завдання:** «25» листопад 2024 р.

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

Іван ОПЕНЬКО

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Завдання прийняла до  
виконання**

Олеся ГУРЕЦЬКА

\_\_\_\_\_  
(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ОБ'ЄКТІВ УКРИТТЯ.....	7
1.1 Нормативно-правове забезпечення виконання топографо-геодезичних робіт .....	7
1.2 Характеристика топографо-геодезичних робіт для будівництва об'єктів цивільного захисту.....	8
1.3 Методика створення геодезичних розмічувальних мереж (зовнішніх і внутрішніх) .....	10
РОЗДІЛ 2. ПРОВЕДЕННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ОБ'ЄКТА УКРИТТЯ НА ПРИКЛАДІ НВК № 183 «ФОРТУНА».....	13
2.1 Формування геодезичних розмічувальних мереж на будівельному майданчику .....	13
2.2 Розробка і закріплення основних осей будівлі .....	14
2.3 Геодезичний супровід улаштування буронабивних паль.....	19
2.4 Розробка котловану: геодезичне забезпечення та підрахунок об'ємів земляних мас.....	23
2.5 Геодезичний супровід монтажу монолітно-каркасної основи будівлі..	28
РОЗДІЛ 3. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИЛЕГЛИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	32
3.1 Організація системи моніторингу за деформаціями прилеглих будівель та споруд .....	32
3.2 Аналіз отриманих результатів та їх вплив на безпеку будівництва.....	35
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	41
ДОДАТКИ.....	43

## ВСТУП

Захист цивільного населення є пріоритетним завданням в умовах військового часу та щоденних ракетних загроз. Будівництво укриттів та ряду споруд цивільного захисту відіграє ключову роль у розвитку оборонної інфраструктури для зниження рівня небезпеки. Надійність, ефективність та тривалість експлуатації споруд залежить від рівня організації та точності виконання топографо-геодезичних робіт під час усіх етапів будівництва. Застосування сучасних та відповідних геодезичних технологій сприяє підвищенню та відповідності потрібній точності робіт, що забезпечує довговічність, стійкість і повноцінне виконання захисних функцій спорудою.

**Актуальність.** Зведення споруд цивільного захисту зумовлене підвищеною увагою до якості та точності виконання робіт під час усіх етапів будівництва. Мінімізація похибок та помилок та оптимізація топографо-геодезичних робіт супроводу є запорукою надійної експлуатації захисних споруд. Використання сучасних геодезичних технологій і методів та їх обґрунтоване інтегрування в процес будівництва дозволяє значно підвищити швидкість, ефективність та якість, що має вирішальне значення для надійності та довговічності споруди.

**Метою дипломної роботи є:** всебічне дослідження та аргументація ефективності застосовуваних геодезичних методів та технологій, пошук та аналіз способів підвищення точності та максимальної ефективності виконання топографо-геодезичних робіт при будівництві споруд цивільного захисту. Особливу увагу приділено аналізу результатів, що передбачає обґрунтування практичної ефективності обраних методів та оцінка їх впливу на фактичну точність та якість виконання будівельних робіт.

**Об'єктом дослідження є** процес будівництва та реалізація комплексу топографо-геодезичних робіт при супроводі будівництва споруди подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття

навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» на земельній ділянці за адресою вул. Юності, 5 у Дніпровському районі м. Києва.

**Предметом дослідження** є методи та технології виконання комплексу топографо-геодезичних робіт на усіх етапах геодезичного супроводу будівництва та пошук оптимальних рішень для забезпечення максимальної точності та продуктивності будівництва під час реалізації проекту будівництва споруди подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття на прикладі навчально-виховного комплексу №183 «Фортуна».

**Інформаційною базою** бакалаврської кваліфікаційної роботи виступають проектна документація, яка була передана для реалізації проекту будівництва та нормативно-правові акти, що регламентують та обґрунтовують виконання топографо-геодезичних робіт у будівництві споруд цивільного захисту. Додатково підтримку науково-теоретичної складової забезпечують: наукові роботи, які висвітлюють сучасні геодезичні технології та методика їх застосування та інші аналітичні матеріали, які стосуються комплексів топографо-геодезичних робіт під час реалізації проектів будівництва.

**Структура роботи.** Робота складається з трьох розділів, в межах яких розглядається: теоретичні основи та методика виконання топографо-геодезичних робіт та створення геодезичних розмічувальних мереж, розмічування будівельних осей та супровід улаштування паль, розробки котловану, монтажу монолітно-каркасної основи, організація та аналіз моніторингу за деформаціями прилеглих споруд.

**Ключові слова:** топографічне знімання, інженерна геодезія, будівельне винесення в натуру, тахеометричні вимірювання, GNSS-технології, виконавча зйомка, геодезичний контроль деформацій.

# **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ОБ'ЄКТІВ УКРИТТЯ**

## **1.1 Нормативно-правове забезпечення виконання топографо-геодезичних робіт**

Для усіх об'єктів цивільного будівництва є важливим якісне виконання топографо-геодезичних робіт, оскільки це забезпечує максимальну відповідність споруди проектним геометричним параметрам. Задля дотримання технічних вимог комплекс топографо-геодезичних робіт має здійснюватися відповідно до чинного законодавства та переліку нормативно-правових актів України, які встановлюють та регламентують усі норми геодезичного супроводу будівництва.

Основні правові засади відносин у сфері топографо-геодезичної діяльності та картографічної діяльності для забезпечення потреб держави і громадян результатами топографо-геодезичної і картографічної діяльності визначає Закон України від 23 грудня 1998 року № 353-XIV «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [1].

Постанова КМУ «Про Порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок» від 13.07.1998 № 1075 сприяє впорядкуванню та контролю за використанням супутникових радіонавігаційних систем у топографо-геодезичній та картографічній діяльності, забезпечуючи стандартизацію виконуваних робіт [2].

ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві" регламентує загальні правила, які стосуються державного нагляду (контролю) геодезичних робіт, які підлягають виконанню під час реалізації проекту будівництва,

технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення та визначають, що геодезичне забезпечення у будівництві складається з організаційних, технологічних, технічних та інших заходів, спрямованих на забезпечення відповідності точності геометричних параметрів об'єктів будівництва вимогам проектної та нормативної документації [3].

Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11 лютого 2014 року № 65 затверджує «Вимоги до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт» охоплює стандарти для юридичних та фізичних осіб, які є суб'єктами топографо-геодезичних та картографічних робіт, також нормативно-правовий акт висвітлює технологічне забезпечення виконання робіт, сукупність методів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний процес для створення геодезичних, топографічних і картографічних матеріалів [4].

Усі перелічені норми та вимоги спрямовані на забезпечення державного контролю якості та точності топографо-геодезичних і картографічних робіт в Україні.

## **1.2 Характеристика топографо-геодезичних робіт для будівництва об'єктів цивільного захисту.**

Будівництво об'єктів цивільного захисту має свої особливості на усіх етапах технічної реалізації зведення будівлі, особливо, що стосується виконання топографо-геодезичних робіт. Вони забезпечують відповідність проектних технічних параметрів майбутньої споруди реалізованим геометричним параметрам споруди в натурі. Якісне виконання геодезичних робіт відповідно до законодавства, нормативно-правових актів та будівельних норм є запорукою успішної та вчасної реалізації проекту будівництва.

ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту" – це фундаментальні норми, що встановлюють вимоги до проектування,

будівництва та експлуатації споруд цивільного захисту. Вони також визначають методи контролю і моніторингу, а також методологію оцінки відповідності проектним геометричним параметрам споруди під час зведення та подальшої експлуатації [5].

Загальний перелік геодезичних робіт визначений відповідно до пункту 4.5 ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». До робіт, що виконуються на будівельному майданчику, входять:

а) створення геодезичної розмічувальної мережі будівництва, що включає в себе побудову розмічувальної мережі будівельного майданчика для винесення в натуру основних або головних розмічувальних осей будівель і споруд, магістральних та лінійних споруд, поза межами будівельного майданчика, і побудови зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі;

б) побудова зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі з прив'язкою до геодезичної розмічувальної мережі будівництва для детального розмічування осей, включаючи детальні розмічувальні роботи для монтажу будівельних конструкцій та фундаментів технологічного устаткування, виконавче знімання та визначення деформацій (моніторинг);

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

г) створення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель(споруд) на вихідному та монтажних горизонтах з прив'язкою до зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі для будівництва наземної частини, для виконання детальних розмічувальних робіт, виконавчого знімання;

д) створення розмічувальної мережі для монтажу технологічного устаткування;

е) геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд), їх елементів та фундаментів технологічного устаткування і виконавче знімання із складанням виконавчої геодезичної документації;

ж) геодезичні вимірювання деформацій (моніторинг) основ, фундаментів, конструкцій будівель (споруд) їх частин, фундаментів технологічного устаткування об'єкта нового будівництва та будинків, інженерних мереж, підземних споруд та об'єктів інфраструктури, що його оточують, якщо це передбачено проектною документацією, встановлено авторським наглядом, технічним наглядом замовника чи органами державного нагляду [3].

### **1.3 Методика створення геодезичних розмічувальних мереж (зовнішніх і внутрішніх)**

Створення якісних геодезичних розмічувальних мереж є головним та першочерговим етапом у забезпеченні точності комплексу топографо-геодезичних робіт для винесення в натуру проектних геометричних параметрів майбутньої споруди. Дотримання методології та використання сучасних геодезичних технологій дозволить забезпечити точність вимірювань та розмічувань на усіх етапах будівництва.

Перелік основних вимог для створення та закріплення геодезичних мереж визначено ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». Відповідно до пункту 5.1 цього нормативного документа геодезичну розмічувальну мережу поділяють на зовнішню та внутрішню [3].

Згідно з пунктом 5.3 зовнішня геодезична розмічувальна мережа створюється для винесення в натуру основних чи головних розмічувальних осей будівель (споруд), закріплення проектних параметрів будівель (споруд), виконання детальних розмічувальних робіт, проведення виконавчого знімання та закріплюється поза майбутньою спорудою [3].

Відповідно до наступного пункту 5.4 внутрішня геодезична розмічувальна мережа будівель (споруд) створюється у вигляді мережі геодезичних пунктів на вихідному та монтажних горизонтах будівель

(споруд). Внутрішню мережу створюють та закріплюють на перекриттях 1-го поверху, згодом передають (переносять) з вихідного горизонту на кожен монтажний горизонт за допомогою приборів вертикального проєктування (ПВП) [3].

Геодезичні роботи в будівництві обмежується середніми квадратичними похибками лінійних, кутових та нівелірних вимірів, а також вимірів при передачі координат по висоті [6].

Підбір приладів та методів побудови геодезичної мережі здійснює виконавець власноруч з врахування похибок на визначення планових та висотних координат відповідно до Таблиці 1.1.

*Таблиця 1.1*

Точність побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного  
Майданчика [3]

Характеристика об'єктів будівництва	Середні квадратичні похибки побудови геодезичної мережі будівельного майданчика, не більше		
	Кутові вимірювання	Лінійні вимірювання	Нівелювання на 1 км ходу
Підприємства та групи будівель на ділянках площею більше 1 кв. км; окремі будівлі площею більше 100 000 кв. м.	3"	2 мм для $L \leq 50$ м, $L/25000$ для $L > 50$ м	3 мм (програма II класу)
Підприємства та групи будівель на ділянках площею менше 1 кв. км; окремі будівлі площею від 10 000 до 100 000 кв. м.	5"	5 мм для $L \leq 50$ м, $L/10000$ для $L > 50$ м	5 мм (програма III класу)

## Продовження таблиці 1.1

Окремі будівлі площею менше 10 000 кв. м.; дороги, інженерні мережі в межах забудованої території	10"	10 мм для $L \leq 50$ м, $L/5000$ для $L > 50$ м	10 мм (програма IV класу)
Дороги, інженерні мережі в межах незабудованої території; земляні споруди, вертикальне планування землі	30"	25 мм для $L \leq 50$ м, $L/2000$ для $L > 50$ м	20 мм (програма технічного)

Пункт 5.10 ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» регламентує, що для забезпечення стійкості пункти опорної геодезичної мережі необхідно закріплювати поза зоною впливу будівельних робіт. В умовах щільної забудови допускається закріплення світловідбивальних призм, тимчасових світловідбивальних плівок та інших орієнтирних знаків на будівлях, що знаходяться поза зоною впливу будівельних робіт [3].

## **РОЗДІЛ 2. ПРОВЕДЕННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ОБ'ЄКТА УКРИТТЯ НА ПРИКЛАДІ НВК № 183 «ФОРТУНА»**

### **2.1 Формування геодезичних розмічувальних мереж на будівельному майданчику**

Зовнішня геодезична мережа будівельного майданчику на території будівництва споруди подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» на земельній ділянці за адресою вул. Юності, 5. була створена та закріплена у вигляді чотирьох геодезичних марок, які являють собою розмічені плівки зі світловідбивною поверхнею на клейкій основі, а також двох обраних характерних точок місцевості.

Перед побудовою геодезичної розмічувальної мережі було проведено рекогностування місцевості для визначення можливостей та варіантів щодо місць закріплення марок на контурах існуючих будівель та споруд поза плямою забудови. Місця для марок були обрані за принципом рівномірного кругового розміщення поза будівельним майданчиком. Розташування двох існуючих марок представлено на рис.2.1.

Основою для створення мережі став метод ГНСС-визначення, тобто планово-висотним обґрунтуванням геодезичної розмічувальної мережі стали GPS-точки, закріпленні за допомогою ГНСС-приймача Alpha-GEO NetBOX. Знімання марок, які були закріпленні під зовнішню геодезичну мережу, виконувалось з трьох станцій стояння тахеометром методом кругових прийомів з кожної з станцій. Орієнтування тахеометра Alpha-GEO X (2") виконувалось способом оберненої лінійно-кутової засічки з трьох закоординованих GPS-точок.



*Рисунок 2.1 - Розташування марки М9*

Схема розміщення GPS-точок та станцій стояння тахеометром при виконанні оберненої лінійно-кутової засічки та кутових прийомів подано у Додатку А.

У ГНСС-приймачі Alpha-GEO NetBOX та тахеометрі Alpha-GEO X (2"), якими виконувались усі роботи на будівельному майданчику, на момент виконання робіт були наявні міжнародний сертифікат відповідності та щорічне метрологічне дослідження в Укрметртестстандарті, що є головною умовою допуску обладнання до процесу виконання робіт та вимірювань на будівельному майданчику.

Зовнішня геодезична мережа побудована у проектній системі координат МСК 80 ( УСК-2000) та Балтійській системі висот. Результати усереднювання та обробки вимірів подані на схемі у Додатку Б.

## **2.2 Розробка і закріплення основних осей будівлі**

Вирізняють головні, основні та детальні осі, які виконують різні конструктивні функції у проектуванні та будівництві. Головні є осями симетрії споруди, які визначають просторову організацію будівлі. Основні осі

формують конструктивний каркас будівлі та контури будівлі. Детальні осі конкретизують положення окремих елементів і вузлів [6].

Першим етапом, що передує усім розмічувальним роботам, є обґрунтований вибір обладнання для виконання розмічувальних робіт з урахування точності визначення планових та висотних координат та підготовка розмічувального креслення на основі переданої вихідної проектною документації.

Точність розмічувальних робіт визначається відповідно до умов та складності об'єкту будівництва і регламентується ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві». Відповідно до класу та розмірів споруди для розмічувальних робіт було обрано тахеометр Alpha-GEO X (2") з контролером, технічні характеристики якого задовольняють технічні умови виконання робіт на будівництві. Перелік технічних характеристик наведений в Таблиці 2.1, а конфігурація та вигляд приладу подано на рис.2.2.



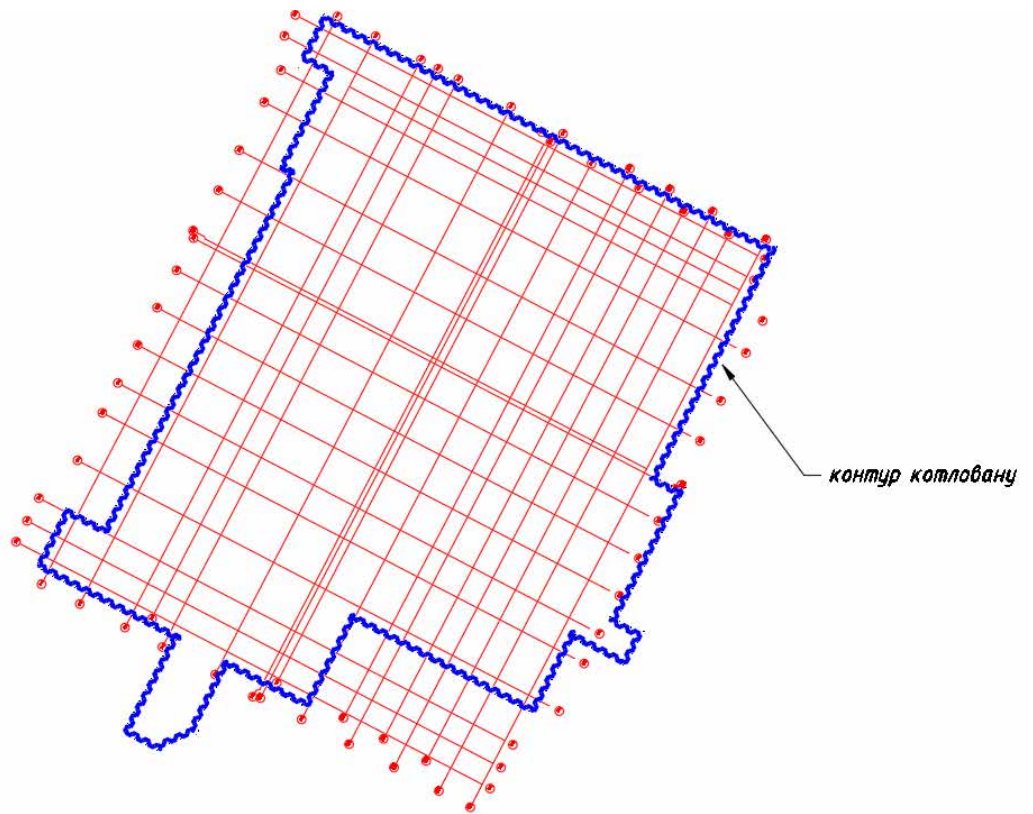
*Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд тахеометру Alpha-GEO X*

## Технічні характеристики приладу

Характеристика	Значення
Кутова точність	2"
Компенсатор	Двовісний
Робочі температури	від -20 до +50 °С
Дальність на призму	до 5 000 м
Дальність без відбивача	до 1 000 м
Точність на призму	2 мм + 2 ppm
Точність без відбивача	3 мм + 2 ppm
Збільшення	30х
Лазерний цілевказівник	Наявний
Центрир лазерний, точність :	1 мм на 1.5 м висоти інструменту
Клас захисту від пилу та води	IP66
Час роботи (вимірювання кутів і відстаней кожні 30 с)	до 26 год
Розміри	175 x 178 x 340 мм
Вага	5.1 кг (з батареєю)

Після вибору обладнання наступним етапом є підготовка розбивочного креслення для тахеометру, яке має містити усю інформацію для перенесення осей в натуру. Додатково креслення має містити координати зовнішньої геодезичної мережі для орієнтування тахеометру в просторі. Вигляд підготовленого робочого креслення для розмічування представлено на рис. 2.3.

Щодо методології виконання розмічування осей для типових споруд, розмічувальну мережу закріплюють на сусідніх вже існуючих будинках та спорудах, а проектне положення елементів визначають методом полярних координат вільною станцією безвідбивним тахеометром [6].



*Рисунок 2.2 - Викопіювання осей з генерального плану для подальшого перенесення в контролер для розмічування*

Метод полярних координат це спосіб визначення положення точок місцевості відносно вихідної точки (станції тахеометра) за допомогою горизонтального кута та відстані. Обчислення координат точок за відбувається за наступними формулами:

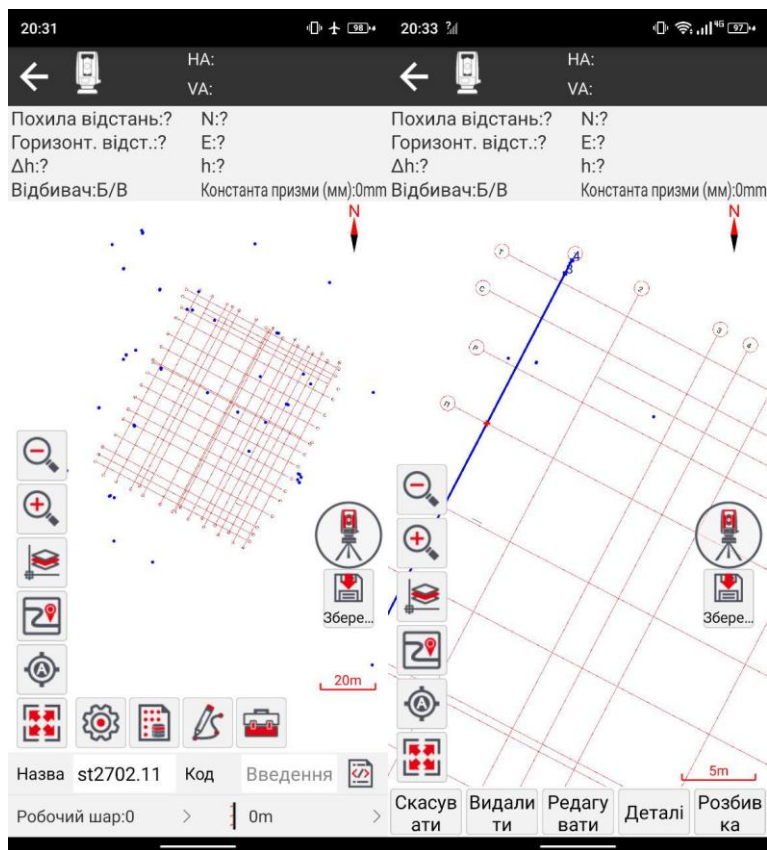
$$X = X_0 + D * \cos \beta$$

$$Y = Y_0 + D * \sin \beta$$

де  $X_0, Y_0$  –координати станції тахеометра,  $D$  – відстань до точки,  $\beta$  – горизонтальний кут.

Орієнтування тахеометру виконується способом оберненої лінійно-кутової засічки з місця стояння (вільної станції) на будівельному майданчику.

Перевагами методу вільної станції є відсутність необхідності центрування тахеометру, всі обчислення виконуються у полі прикладними програмами, зростає надійність перенесення точок в натуру [6] (рис. 2.4).



*Рисунок 2.3 - Вигляд пересеного розбивочного креслення у контролер приладу*

У процесі будівництва доцільним є стійке та довговічне закріплення будівельних осей, як важливого елемента розмітки, найкращим стійким закріпленням - є закріплення яскравою фарбою на жорстких стаціонарних об'єктах. Гарним прикладом закріплення є винесення розмітки на будівлі, огорожі, бордюри, колони, фундаменти прилеглих споруд та люки. Такий метод закріплення забезпечує довготривалу використання розмітки та мінімізацію знищення розмітки до закінчення робіт на будівельному майданчику.

Що стосується тимчасового закріплення положення точок або точних перехресть осей, без їх зміщення на більш стійкі елементи місцевості, то доцільно використовувати кілки з арматуру, які з високою ймовірністю наявні на будівельному майданчику, закріплюючи їх на глибину промерзання ґрунту, яка залежно від регіону України коливається від 0,2 до 1,5 м.

Якісно закріплені осі є гарними базовими орієнтирами для наступних елементів усіх етапів будівництва, грубе положення потрібних елементів можна легко визначити вимірювання рулеткою від осей, зокрема: конфігурацію котловану, межі фундаменту, елементи благоустрою території.

Якісно розмічені та належно закріплені осі, які додатково супроводжені схемою та актом закріплення можуть використовуватись під час усього циклу будівництва.

### **2.3 Геодезичний супровід улаштування буронабивних паль**

Методологія влаштування пальових полів регламентується нормами ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення", ці норми встановлюють вимоги до проектування основ і фундаментів будівель та споруд цивільного та промислового призначення, в тому числі з підземними поверхами, підземних і заглиблених будівель та споруд [7].

Геодезичний супровід улаштування паль починається з вибору обладнання, яким в майбутньому виконуватимуться розмічувальні роботи. Для обґрунтованого вибору оптимального варіанту приладу для розмічування треба визначити граничні відхилення планового та висотного положенні палі.

ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів» містить інформацію про технічні вимоги та допустимі відхилення під час улаштування забивних,

набивних і буронабивних паль, регламентуючи їхнє положення у плані, зокрема для кущових, стрічкових і суцільних палевих полів [8].

Відповідно до цього нормативного положення, розглянемо граничні відхилення на прикладі пального поля з діаметром паль 66 см, яке споруджується для укриття навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна». Влаштування ряду паль діаметром понад 50 см допускає відхилення окремої палі в межах ряду на  $\pm 10$  см.

Оптимальним вибором обладнання для цього етапу розмічувальних робіт став GNSS-приймач Alpha-GEO NetBOX, який забезпечує високу точність координат, швидкість отримання даних та автономність роботи в польових умовах. Пристрій підтримує багаточастотний прийом сигналів супутникових систем, що мінімізує похибки та забезпечує стабільність вимірювань навіть у складних умовах будівельного майданчика. Технічні характеристики наведено в табл. 2.2, а зовнішній вигляд зображено на рис. 2.5.



*Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд GNSS-приймач Alpha-GEO NetBOX*

Конструктивним недоліком GNSS-обладнання в сучасних умовах є відсутність поправок від базових станцій під час повітряної тривоги чи в місцях роботи систем радіоелектронної боротьби (РЕБ). Завдяки інтеграції програмного забезпечення SurPro 6.0 у контролер, який взаємодіє з

тахеометром Alpha-GEO X та GNSS-приймачем Alpha-GEO NetBOX, продовження роботи після початку повітряної тривоги або потрапляння в зону дії РЕБ можливе у межах наявного проекту в контролера спільного для обох приладів.

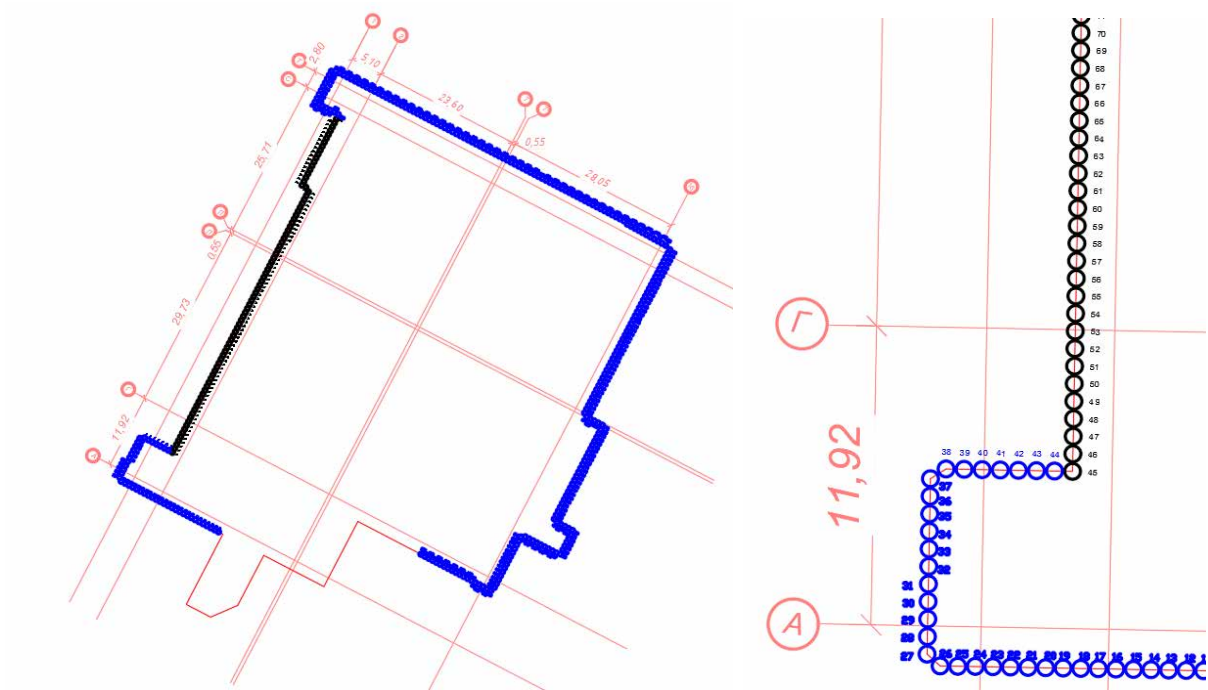
Таблиця 2.2

Технічні характеристики приладу

Параметр	Значення
Кількість каналів	1408
GPS	L1 C/A, L2C, L2P, L5
Галілео	E1/E5a/E5b/E6
Бейдоу (КОМПАС)	B1, B2, B3, B1C, B2a, B2b
QZSS	L1/L2/L5/L6
SBAS	L1 WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDCM
Антенa	Внутрішня
Поправки	RTCM2.X, RTCM3.X
Частота вимірювань	1 - 50 Гц
Статика та швидка статика (в плані)	2,5 мм + 0,5 ppm СКП
Статика та швидка статика (по висоті)	5 мм + 0,5 ppm СКП
Кінематика (в плані)	8 мм + 1 ppm середньоквадратичне
Кінематика (по висоті)	15 мм + 1 ppm середньоквадратичне
RTK (в плані)	8 мм + 1 ppm середньоквадратичне
RTK (по висоті)	15 мм + 1 ppm середньоквадратичне
Внутрішня пам'ять	8 ГБ
Діапазон робочих температур	-40 °C +75 °C
Пило/вологозахист	IP67
Вага	Менше 1 кг
Час роботи	Понад 14 годин
Акумулятор	Вбудована батарея: 6800 мАг

Польовим геодезичним супроводом улаштування палі є процес розмічування палі, яке виконувалось способом послідовного винесення в

натуру центру планового положення кожної палі. Для контролю висотного положення на території будівельного майданчику було закріплення декілька ґрунтових реперів, які слугували опорним точками під час визначення висоти оголовку палі. Під час формування оголовку палі нівелір використовувався для контролю відповідності висоти палі проектній відмітці. Вигляд розбивочного креслення, на якому зображені палі з відповідною нумерацією та осями, подано на рис. 2.6.



*Рисунок 2.5 - Вигляд сформованого розбивочного креслення фактичного планового положення групи палей*

Формою звітності та завершальним етапом після закінчення робіт на пальному полі є виконавче знімання, яке містить графічну та числову інформацію про величину планових зміщень відносно осі, на якій розкладені палі та висотних відхилень по кожній палі відносно проектної відмітки оголовку палі.

Виконавче знімання виконувалась комбінований способом через зовшній фактор – повітряну тривогу. У процесі знімання було використано

штатне обладнання: тахеометр Alpha-GEO X з відбивачем та GNSS-приймач Alpha-GEO NetBOX.

Аркуш з серії виконавчих по улаштуванню палів з відображення векторів зміщень та значень відхилень від проектних параметрів поданий у Додатку В.

## **2.4 Розробка котловану: геодезичне забезпечення та підрахунок об'ємів земляних мас**

Визначення земляних робіт подано у ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014 «Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд». Земляні роботи є примусовим переміщення земляних мас з метою підготовки основи для влаштування фундаментів і фундаментно-підвальних частин будівель і споруд, у тому числі розробка виїмок і котлованів, вертикальне планування, зведення насипів, відсіпка, зворотна засипка[9].

Комплекс геодезичних робіт на цьому етапі будівництва розпочинається з виконання топографічної зйомки до початку виконання будівельних робіт або відповідні топографічні матеріали також можуть бути передані замовником. Якщо на момент початку робіт топографічна зйомка поверхні відсутня, за вихідну позначку рельєфу приймається відмітка верху котловану.

На прикладі будівництва укриття, топографічне знімання для встановлення вихідної поверхні до початку робіт було виконане після демонтажу елементів колишнього благоустрою на території ліцею №183 «Фортуна», зокрема залізобетонних плит та асфальтного покриття, для завчасного відокремлення площі цих покриттів з процесу підрахунку об'ємів земляних робіт.

Другим етапом у визначенні обсягів земельних робіт є безпосереднє виконання знімання котловану після виймання ґрунту. Процес розробки

котловану здійснювався механізованим способом із застосуванням середньо габаритних екскаваторів.

Метою розробки будь-якого котловану є досягнення проектної відмітки дна. Вертикальними межами у цьому випадку виступає пальове поле, яке обмежує котлован. Візуалізація проміжного результату виконання виймання ґрунту представлена на рис. 2.7.

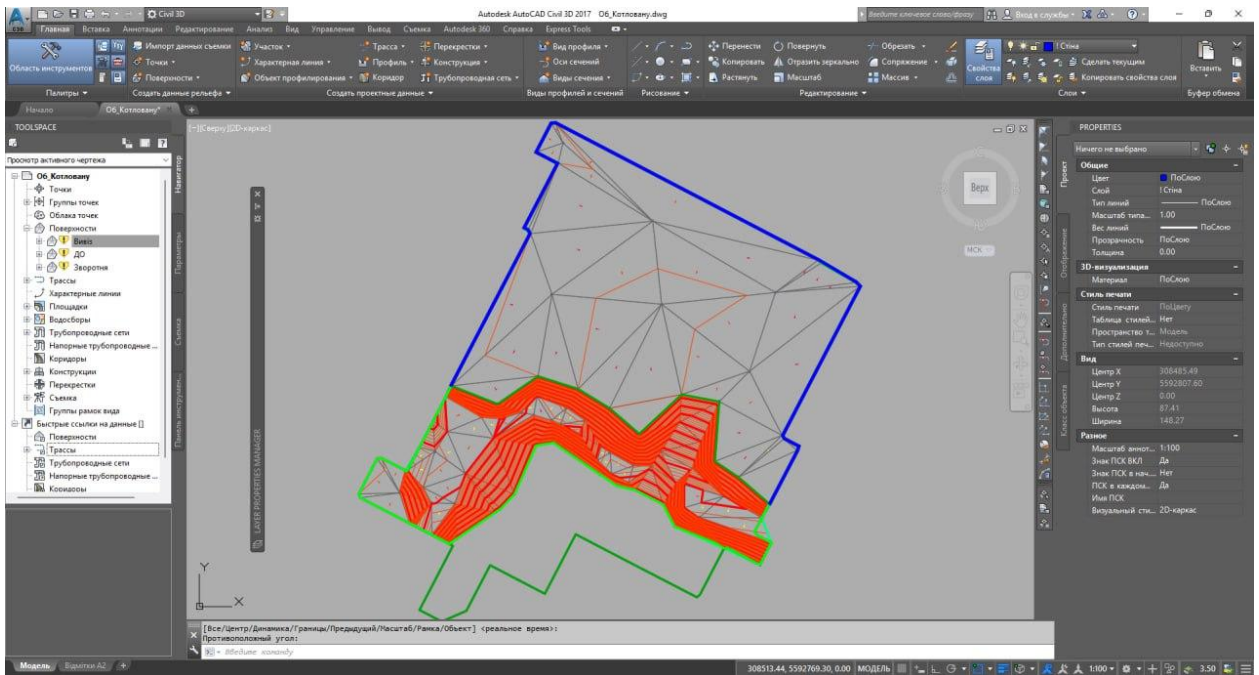


*Рисунок 2.6 - Процес розробки котловану*

Камеральна обробка результатів знімань виконувалась у програмному засобі Autodesk AutoCAD Civil 3D. Принцип підрахунку об'ємів земляних робіт базується на порівняння поверхонь, які побудовані на основі топографічного знімання до початку робіт та знімання після виймання ґрунту з котловану.

Відображення поверхонь виконано методом TIN-моделювання, який базується на принципі триангуляції Делоне. Даний метод передбачає розбиття

поверхні на набір неперекривних трикутників, що забезпечує точне відтворення рельєфу. На рис. 2.8 ілюстровано вигляд знімання виконаного після завершення робіт, яке трансформоване у TIN-модель з промальованими горизонталями.



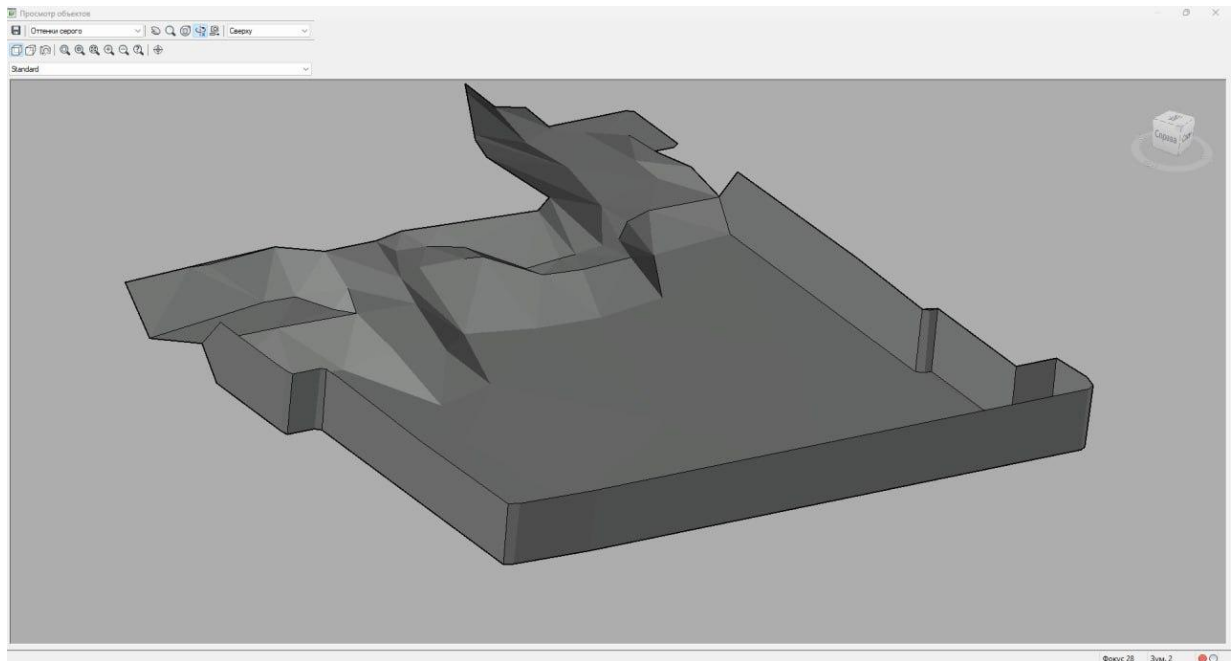
*Рисунок 2.7 - Результат виконання TIN-моделювання у Autodesk AutoCAD Civil 3D*

Підсумком камеральної обробки знімання є вирівняна цифрова модель поверхні, яка точно відображає фактичний стан розробки котловану, зберігаючи його геометричні форми, межі та основні параметри.

У подальшому отримана поверхня порівнюватиметься з первинною, створеною на основі топографічного знімання, виконаного до початку робіт. Порівняння здійснюється методом накладання поверхонь та аналізу змін відносно поверхні до розробки котловану, що дає змогу визначити об'єми вибраного та переміщеного ґрунту, оцінити точність виконання земляних робіт і внести коригування за необхідності.

На рис.2. 9 представлено проміжний стан розробки котловану, на дні якого залишається залишковий шар ґрунту. Цей шар призначений для

подальшого виконання зворотної засипки в проміжках між палями та бетонним каркасом.



*Рисунок 2.8 - Проміжний вигляд котлову з залишком ґрунту під зворотною засипку у Autodesk AutoCAD Civil 3D*

Згідно з пунктом Н.1.4 ДБН В.1.3-2:2010, періодичне виконавче знімання виконується з метою обчислення поточних об'ємів земляних мас [3]. Кінцевим камеральним етапом опрацювання та формою звітності є складання картограми підрахунку об'ємів виймання та переміщення ґрунту.

Структурними елементами оформлення картограми є проміри габаритів картограми; проміри від мережі осей до тіла картограми; зведена таблиця обрахунку об'ємів земляних мас.

Підрахунок об'єму ґрунту був виконаний методом квадратів з побудовою картограми. Цей метод передбачає розбиття досліджуваної поверхні на рівномірні квадрати з подальшим визначенням середніх висот. Картограма складена без врахування типу та групи ґрунту, об'єм відображений у щільній стадії ґрунту без внесення коефіцієнта розпушення.

Розрахунок точності проведемо на прикладі картограми розробки при влаштуванні ґрунту. Топографічне знімання до початку робіт та знімання після закінчення виймання ґрунту з котловану були виконані з розрахунковою точністю визначення висоти (вертикального параметру)  $\pm 3$  см. Площа поверхні під картограму склала 3397,84 м<sup>2</sup>, тобто для розрахунку об'єму похибки виконання знімання по висоті використаємо наступну формулу:

$$m_{V_{\text{гранич}}} = 2m_h * S_{\text{к-ми}}, \text{ де}$$

$m_{V_{\text{гранич}}}$  – гранична похибка визначення об'єму ґрунту на точності виконання знімання по висоті, м<sup>3</sup>

$m_h$  – точність визначення висоти точок під час виконання знімання до робіт та після їх закінчення, м

$S$  – площа поверхні побудови картограми, м<sup>2</sup>

$$m_{V_{\text{гранич}}} = (2 * 0,03 \text{ м}) * 3387,84 \text{ м}^2 = 203,27 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм розробленого ґрунту при влаштуванні котловану склав 17 827,03 м<sup>3</sup>. Розрахуємо похибку визначення об'єму ґрунту при виконанні підрахунку картограми за наступною формулою:

$$m_{V\%} = (m_{V_{\text{гранич}}} / V_{\text{к-ми}}) * 100,$$

де  $V_{\text{к-ми}}$  – загальний об'єм розробленого ґрунту при влаштуванні котловану, м<sup>3</sup>

$m_{V\%}$  – похибка визначення об'єму ґрунту при виконанні підрахунку картограми, %

$$m_{V\%} = (203,27 / 17\ 827,03) * 100 = 1,14 \%$$

Тобто, теоретична похибка на основі точності виконання висотного знімання визначення об'єму ґрунту при виконанні підрахунку картограми дорівнює 1,14 %.

Картограми розробки ґрунту при влаштуванні котловану та складування ґрунту для зворотної засипки котловану подані у Додатку Г та Додатку Г.

## **2.5 Геодезичний супровід монтажу монолітно-каркасної основи будівлі**

Розмічувальні роботи при супроводі монолітного залізобетону є одним з найскладніших етапів реалізації будівництва, який вимагає підвищеної уваги до точності та методів виконання робіт. Основні технічні вимоги до точності та складу робіт виконання монтажу будівельних конструкцій робіт встановлює ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій».

Комплекс робіт при зведенні монолітної частини споруди подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» включає :

1. Влаштування опалубки для виконання бетонної підготовки, розширеної з метою подальшого монтажу опалубки під фундаментну монолітну плиту (далі - Пфм-1, відповідно до проектної документації).

Розмічування під встановлення опалубки виконується по внутрішніх гранях, за винятком випадків, коли сучасне опалубкове обладнання має стандартизовану товщину стінок, що дозволяє здійснювати розмічування по зовнішніх гранях.

2. Виконання горизонтальної гідроізоляція та герметизації бетонної підготовки шляхом наклеювання руберойду на шар бітумної мастики у потрібній послідовності переривання.

Після завершення цього етапу робіт, перед початком армування виконуємо розмічування зовнішнього геометричного параметру Пфм-1 та деформаційних швів.

3. Формування армуючого каркасу виконується за принципом розкладання прутів у повздовжньому та поперечному напрямку у вигляді сітки на бетонній підготовці з попередньо виконаною гідроізоляцією.

Після завершення зав'язування верхнього шару армування виконується розмічування осей колон та стін для влаштування випусків майбутніх колон та стін.

4. Заключенням першого етапу горизонтальних робіт є розмічування під встановлення опалубки та безпосереднє бетонування Пфм-1.

5. Початком вертикальних робіт є контроль існуючих арматурних випусків із Пфм-1 та розмічування геометричних параметрів вертикальних несучих елементів: колон, пілонів і стін.

Обов'язковим є виконання нівелювання встановленої вертикальної опалубки. Нівелювання може здійснюватися геометричним або тригонометричним способом, а також за допомогою ротаційного нівеліра.

6. Після розбору вертикальної опалубки, приступаємо до виконання горизонтальних робіт щодо улаштування верхньої монолітної плити (далі - Пм-2, відповідно до проектної документації).

Розмічувальні роботи під опалубку Пм-2 виконуємо на попередньо зібраній опалубці, яка є ширшою за проектні параметри майбутньої плити та після виконання розмічування виконується корегування опалубки під точні геометричні параметри винесених осей.

7. Заключним етапом монолітно-каркасних робіт є бетонування верхньої монолітної плити (Пм-2).

8. Завершальним етапом робіт у котловані є виконання зворотного засипання ґрунтом до досягнення проектних вертикальних відміток благоустрою. На цьому етапі проводиться вертикальне розмічування території

для забезпечення відповідності висоти ґрунту проектним відміткам на всій площі будівельного майданчика.

Конфігурація будівельного майданчика дозволила виконання розмічувальних робіт з використанням оберненої лінійно-кутової засічки від зовнішньої геодезичної мережі без створення локальної (уточнюючої) мережі всередині котловану (рис. 2.10).

Для розмічування, яке відповідало вимогам точності, було обрано метод вільної станції, оскільки з будь-якої станції стояння в котловані були доступні три пункти зовнішньої розмічувальної мережі. У процесі робіт використовувався тахеометр Alpha-GEO X, оскільки він забезпечує необхідну точність виконання розмічування.



*Рисунок 2.9 - Процес супроводу улаштування арматури (армокаркасів) на Пфм-1 тахеометром Alpha-GEO X*

Згідно з розділом 5.14 ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015, під час приймального контролю бетонних і залізобетонних конструкцій необхідно враховувати допустимі відхилення та відповідність конструкцій робочим кресленням.

Пункт 5.14.3 встановлює вимоги до бетонних і залізобетонних конструкцій або частин споруд при їх приймальному контролі. Зокрема, для фундаментів допустиме відхилення становить 20 мм, для стін і колон, що підтримують монолітні конструкції, – 15 мм, а для збірних балкових конструкцій – 10 мм. При зведенні стін за допомогою ковзної опалубки без проміжних перекриттів, відхилення становить  $1/500$  висоти споруди, але не більше 100 мм; за наявності проміжних перекриттів –  $1/1000$  висоти споруди, але не більше 50 мм [10] .

Крім того, відхилення горизонтальних площин на всю довжину не повинно перевищувати 20 мм. Місцеві нерівності бетону при перевірці двометровою рейкою не повинні перевищувати 5 мм. Довжина або проліт елементів може відхилитися на  $\pm 20$  мм, а поперечний переріз – на +6 мм або - 3 мм. Відмітки поверхонь та закладних виробів, що слугують опорами для колон та інших елементів, не повинні відхилитися більше ніж на -5 мм. Ухил опорних поверхонь при обпиранні сталевих колон без підливання не повинен перевищувати 0,0007 [10].

Після завершення етапу монолітно-каркасних робіт необхідно подати виконавчі схеми улаштування на такі види робіт:

- виконавча схема на бетонну підготовку та гідроізоляцію;
- виконавчі схеми на влаштування опалубки фундаментної плити (Пфм-1);
- виконавча схема на фундаментну плиту (Пфм-1);
- виконавча схема на опалубку вертикальних елементів;
- виконавча схема на бетонування вертикальних елементів;
- виконавча схема на влаштування опалубки під другу монолітну плиту (Пм - 2) ;
- виконавча схема на бетонування другої монолітної плити (Пм - 2).

Виконавча схема на улаштування бетонної підготовки і гідроізоляції та виконавча схема на улаштування фундаментної плити подані у Додатках Д та Е.

## **РОЗДІЛ 3. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИЛЕГЛИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

### **3.1 Організація системи моніторингу за деформаціями прилеглих будівель та споруд**

В умовах високих темпів урбанізації та постійно зростаючої щільності забудови проблема реалізації будівництва нових об'єктів, реконструкції або капітального ремонту існуючих споруд набуває особливої актуальності. Будь-які будівельні роботи в умовах щільної міської забудови можуть впливати на стан прилеглих будівель, спричиняючи їх осідання, тріщини та інші види деформацій. Це створює потенційні ризики для безпеки споруд, що робить необхідним впровадження ефективної системи моніторингу.

Основним нормативним актом, який встановлює вимоги до нового будівництва, реконструкції і технічного переоснащення об'єктів в умовах ущільненої забудови, є ДБН В.1.2-12-2008 "Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки". Ці норми також охоплюють питання безпеки прилеглої забудови і території, безпеку об'єкта, що будується, безпечність виробничого процесу з виконання будівельно-монтажних робіт[11].

Обов'язковим є вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд, що перебувають в експлуатації, якщо вони знаходяться в зоні нового будівництва. Згідно з ДБН В.1.2-12 спостереження за деформаціями будинків і споруд, що перебувають в експлуатації та знаходяться в зоні впливу нового будівництва, проводять протягом усього періоду будівництва та у період експлуатації до досягнення умовної стабілізації деформації[11].

Об'єктом моніторингу на території будівельного майданчика укриття для навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» є будівля ліцею, оскільки вона розташована в зоні впливу будівництва та безпосередній близькості до межі виконання робіт у котловані. Середня відстань між межею

котловану, що представлена віссю розміщення паль (яка в цьому випадку також є межею деформації котловану), та будівлею ліцею становить 15,5 метрів.

Необхідність проведення моніторингу набуває ще більшої актуальності, оскільки навчальний процес у ліцеї триває протягом усього періоду будівництва. Схематичне розташування будівлі відносно котловану наведено на рис. 3.1.



*Рисунок 10 - Розташування будівлі ліцею відносно котловану*

Об'єктом моніторингу під час виконання кожного циклу є 15 деформаційних марок. Деформаційні марки являють собою розмічені плівки зі світло відбивною поверхнею на клейкій основі, які додатково розміщені на жорсткій дерев'яній основі та закріпленні на фасадну частину будівлі дюбелями відповідно до схеми закріплення деформаційних марок. Вигляд закріплених марок на прикладі D4 та N4 подано на рис. 3.2.



*Рисунок 11 - Вигляд закріплених мережі деформаційних марок на фасаді будівлі ліцею*

Усі етапи проведення моніторингу та основні вимоги регламентуються програмою спостереження за деформаціями, яка передається представником проектної організації разом із загальною технічною документацією для виконання робіт. Основними положеннями реалізації програми об'єктного моніторингу є:

1. Нульовий (вихідний) сеанс спостережень слід проводити до початку земляних робіт у котловані, але не раніше ніж через 10 днів після закріплення марок спостереження.

2. Подальші спостереження мають здійснюватися з інтервалом, що не перевищує 10 днів. Моніторинг має здійснюватися від початку земляних роботи у котловані та бути завершений після закінчення стабілізаційного періоду споруди, яка будується. Відповідно до результатів спостережень термін виконання моніторингу може бути продовжений.

3. Усі цикли вимірювань повинні виконуватися з мінімізацією похибок і зовнішніх впливів на процес спостереження. Вимірювання здійснюється за

допомогою обладнання, що забезпечує визначення лінійних переміщень із точністю  $\pm 1 \dots 2$  мм.

4. У разі перевищення граничних значень деформацій проектна організація має бути поінформована в найкоротший термін.

### **3.2 Аналіз отриманих результатів та їх вплив на безпеку будівництва**

Спостереження марок протягом усіх циклів моніторингу здійснювалися методом вільної станції за допомогою тахеометра Alpha-GEO X (2"). Орієнтування тахеометра виконувалося методом оберненої лінійно-кутової засічки від пунктів зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі.

Точність зовнішньої розмічувальної мережі та технічні характеристики тахеометра були визнані проектною організацією, як достатні для визначення зміщень з точністю, що відповідає параметрам, заданим програмою моніторингу.

Для забезпечення точності та однорідності вимірювань було усунуто деякі з джерел похибок. Зокрема, перед початком спостережень вимірювальний прилад витримувався до досягнення температурної рівноваги з навколишнім середовищем, також встановлення приладу здійснювалось на дерев'яний штатив. Виключено динамічні впливи від роботи техніки та транспорту на об'єкт моніторингу та штатив з приладом, шляхом зупинки техніки на час виконання циклу моніторингу.

Протягом періоду спостережень, що тривав з 20 листопада 2024 року до 13 березня 2024 року, було здійснено 12 циклів моніторингу, інтервал між окремими циклами не перевищував 10 днів.

Горизонтальні та вертикальні деформаційні зміщення фасадних марок після кожного циклу моніторингу обчислювалися із застосуванням наступних диференційних формул:

$$\Delta X = X_n - X_{n-1}$$

$$\Delta Y = Y_n - Y_{n-1}$$

$$\Delta H = H_n - H_{n-1},$$

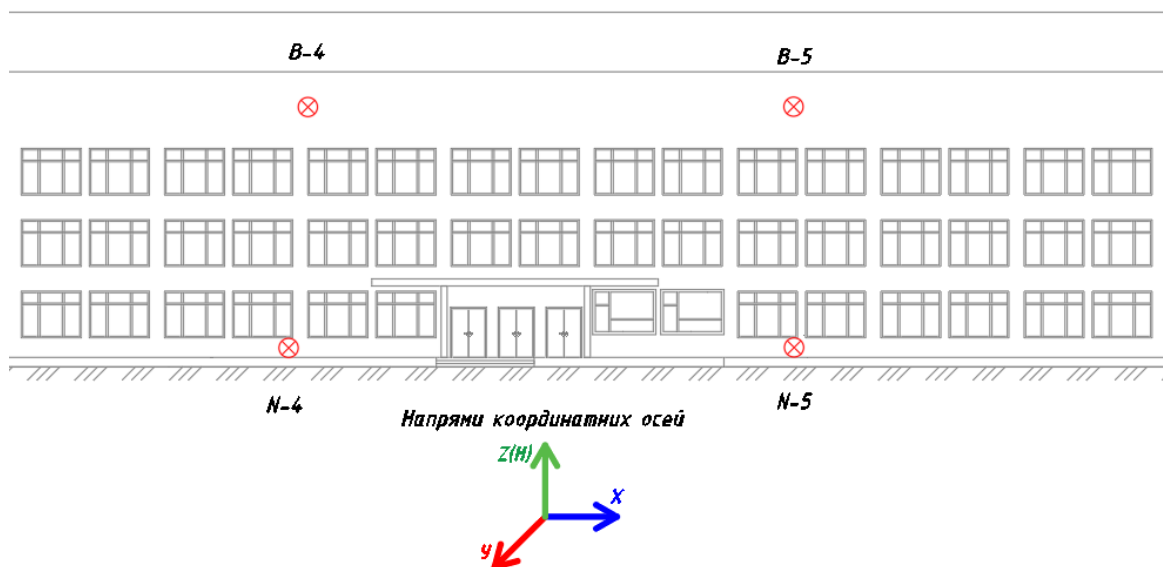
Де  $n$  – координата деформаційної марки у поточному циклі;

$n - 1$  – координата деформаційної марки у нульовому(вихідному) сеансі спостережень від 20.11.2024 р.

$X, Y$  – координати по горизонталі (планові),  $H$  – Висотна позначка.

Площина спостерігача у процесі підрахунку була прийнята за вісь абсцис, перпендикулярну їй площину приймаємо за вісь ординат, вертикальні зміщення відображені у напрямку вісь аплікату. Візуалізація розташування осей подана на прикладі фасаду 1-16 на рис. 3.3.

### Фасад 1-16



*Рисунок 12 - Фрагмент схеми розташування марок на фасаді 1-16 відносно прийнятих для моніторингу напрямів координатних осей*

Проаналізуємо результати останнього циклу звітнього періоду, що охоплює виконання циклів з 1-го по 12-й у проміжку з 20 листопада 2024 року до 13 березня 2025 року, із візуалізацією показників у формі таблиці 3.1.

Контрольні значення за результатами циклу № 12 від 13.03.2025 р.

№ точки вимірювань	Контрольні значення переміщень		
	Вертикальне переміщення уздовж вісі Z(H), мм	Горизонтальне переміщення уздовж вісі X, мм	Горизонтальне переміщення уздовж вісі Y, мм
B-1	+1	-2	+1
N-1	0	-2	+1
D-3	+2	0	-3
D-3	+2	0	-3
N-2	+2	-1	-3
B-3	0	0	+2
N-3	3	+2	0
B-4	0	0	+2
N-4	0	0	0
B-5	+2	0	+2
N-5	0	+2	0
B-6	+2	+3	-3
N-6	0	+2	0
B-7	+2	-1	-2
N-7	+1	-1	-2

Примітка: «+» для вертикального напрямку зміщення відбувається вгору; для горизонтального напрямку вздовж осі X - праворуч; для горизонтального напрямку вздовж осі Y - у бік спостерігача.

Станом на 13.03.2025 р та активні монолітно-каркасні роботи у котловані, за результатами моніторингоу у межах циклів 1-12 спостережень не зафіксовано суттєвих зміщень, які б перевищували встановлені програмою моніторингу контрольні показники. Це свідчить про відповідність фактичних деформацій прогнозованим контрольованим значенням і відсутність критичних відхилень, що могли б вплинути на стійкість конструкцій або безпеку будівельних робіт.

Формою звітності за кожен визначений звітний період моніторингу є зведені таблиці (журнали), у яких обов'язково зазначаються: номер циклу вимірювань, найменування деформаційної марки (точки спостереження), дата проведення вимірювань, а також обчислені переміщення за напрямками координатних осей.

Після остаточного завершення всіх циклів моніторингу складається технічний звіт, який включає три основні частини:

1. Текстова частина містить примітки та пояснення, що описують процес виконання вимірювань, включаючи методику проведення спостережень, використане обладнання, умови проведення вимірювань, а також можливі фактори, що могли вплинути на результати окремих вимірювань.

2. Математичне відображення отриманих даних представлено у табличному форматі, що містить результати кожного окремого циклу вимірювань або узагальнені зведені таблиці, які дозволяють аналізувати динаміку змін параметрів протягом усього періоду моніторингу.

3. Графічне відображення результатів включає схеми переміщень деформаційних марок для всіх циклів моніторингу, що візуалізують зміни положення контрольних точок у просторі, забезпечуючи можливість графічно оцінити тенденцій.

Схема моніторингу деформаційних марок у циклі №12 від 13.03.2025 р., викопійована з графічних матеріалів майбутнього технічного звіту на прикладі фасаду К-А, наведена у Додатку Є.

За детальний аналіз результатів спостережень, проведених у межах виконаних циклів, несе відповідальність проектна організація, яка є розробником програми моніторингу та здійснюватиме підготовку заключення щодо результатів моніторингу на основі технічного звіту щодо виконання спостережень за деформаціями протягом усього періоду робіт у відкритому котловані.

## ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській кваліфікаційній роботі було проведено комплексний аналіз топографо-геодезичних робіт, виконаних при будівництві укриття на території навчально-виховного комплексу № 183 «Фортуна» в місті Києві. Враховуючи особливості зведення та подальшої експлуатації споруд цивільного захисту, особливу увагу на кожному з етапів реалізації проекту будівництва було приділено питанням точності виконання геодезичних робіт, обґрунтуванню використовуваних методів та технологій виконання робіт та вибору відповідного обладнання.

Зокрема, у процесі створення геодезичних розмічувальних мереж, зовнішня розмічувальна мережа була сформована методом ГНСС-визначення разом із приймачем Alpha-GEO NetBOX, а орієнтування тахеометра Alpha-GEO X (2") здійснювалося методом оберненої лінійно-кутової засічки.

При розмічуванні осей будівлі застосовувався той самий тахеометр Alpha-GEO X (2"). Для фіксації осей використовували яскраві фарби та дюбеля на жорстких стаціонарних об'єктах та кілки з арматури у ґрунті, що забезпечить тривале використання опорних елементів для грубого контролю геометричних параметрів споруди.

Геодезичний супровід улаштування буронабивних паль передбачав розмічування пального поля методом винесення центру кожної палі GNSS-приймачем Alpha-GEO NetBOX і контроль висотного положення паль за допомогою ротацийного нівеліра від заздалегідь закріплених реперів.

Розробка котловану супроводжувалася топографічним зніманням до і після виконання робіт. У процесі використовували програмне середовище Autodesk AutoCAD Civil 3D для TIN-моделювання, обчислювали обсяги земляних мас картографією, яка була побудована методом квадратів.

Монтаж монолітно-каркасної основи включав поетапне проведення розмічувальних робіт. Вони починалися з улаштування опалубки для бетонної підготовки та завершувалися бетонуванням верхньої монолітної плити.

Моніторинг деформацій прилеглих будівель є невід'ємною складовою геодезичного супроводу будівельних робіт в умовах щільної забудови. Моніторинг будівлі ліцею проводився за допомогою 15 деформаційних марок, які закріплювалися на фасаді. Для цього використовувався тахеометр Alpha-GEO X (2") та метод вільної станції. Визначення деформацій виконувалось обчисленням горизонтальних і вертикальних зміщень .

На будівельному майданчику використовувались сучасні геодезичні прилади, зокрема GNSS-приймач Alpha-GEO NetBOX і тахеометр Alpha-GEO X. Практичний досвід підтвердив, що ці обґрунтовані технологічні рішення забезпечують якісне, точне та оперативне виконання завдань, які передбачав кожен з проаналізованих етапів будівництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

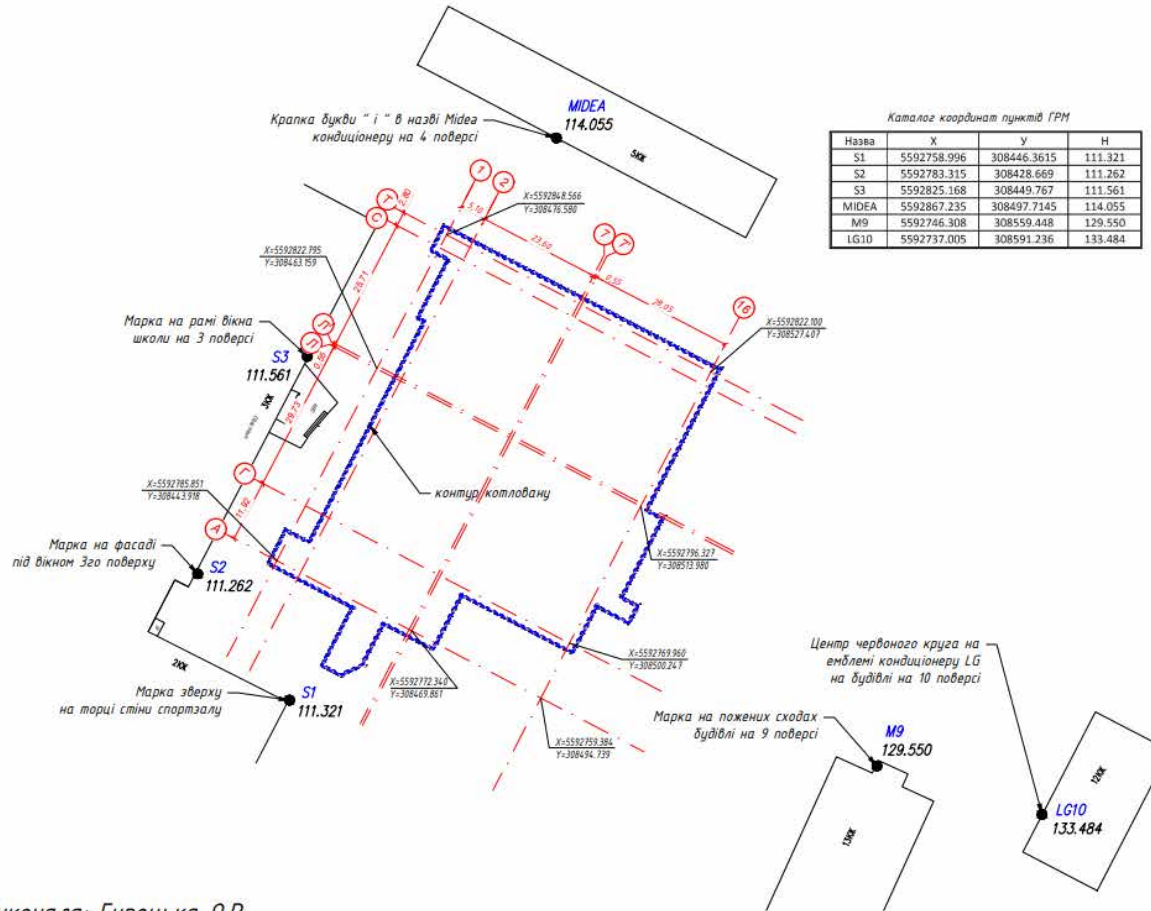
1. Закон України від 23 грудня 1998 року № 353-XIV «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність.» *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (дата звернення: 03.03.2025).
2. Постанова КМУ від 13.07.1998 № 1075 «Про Порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок». *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1075-98-п#Text> (дата звернення: 03.03.2025).
3. ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві". *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва.* URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3199637436816688486?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199637436816688486?doc_type=2) (дата звернення: 03.03.2025).
4. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11 лютого 2014 року № 65 «Про затвердження Вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт». *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0395-14#Text> (дата звернення: 03.03.2025).
5. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту" *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва.* URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3225773063500990463?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2) (дата звернення: 03.03.2025).
6. Бачишин Б. Д. Інженерна геодезія: навч. посіб. [Електронне видання] / Б. Д. Бачишин. – Рівне : НУВГП, 2020. – 196 с.

7. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення" №ДБН В.2.1-10-2018. *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва*. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3082795291120764490?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3082795291120764490?doc_type=2) (дата звернення: 05.03.2025).
8. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів.» – К.: Мінрегіон України, 2013. – 58 с. (дата звернення: 07.03.2025).
9. ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014. "Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд. " – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 98 с. (дата звернення: 07.03.2025).
10. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. "Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій." – Київ: Мінрегіон України, 2015. – 112 с. (дата звернення: 11.03.2025).
11. ДБН В.1.2-12-2008 "Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки" №ДБН В.1.2-12-2008. *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва*. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3187269459718964449?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3187269459718964449?doc_type=2) (дата звернення: 14.03.2025).

## **ДОДАТКИ**

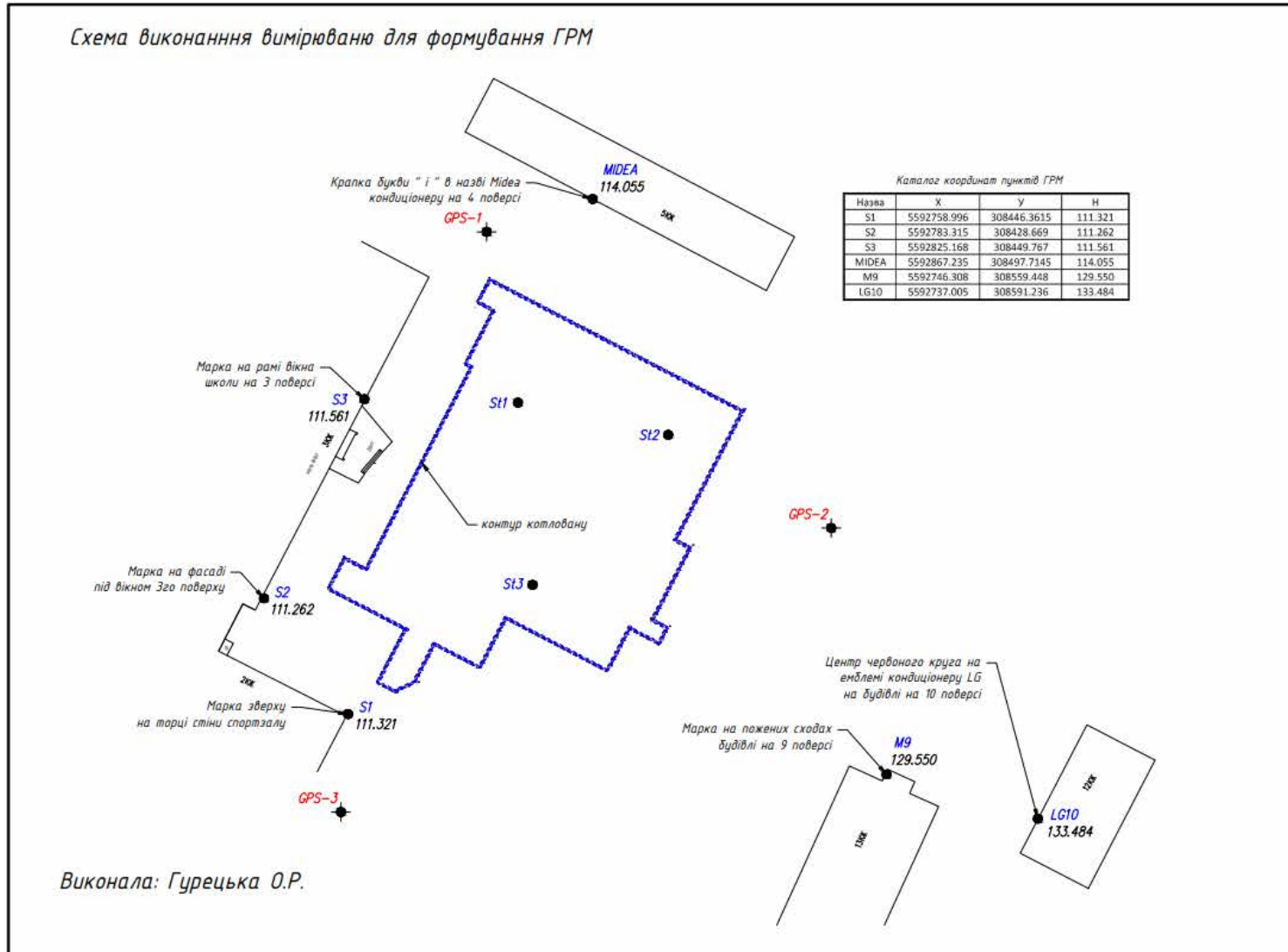
## ДОДАТОК А

Схема закріплення пунктів геодезичної розмічувальної мережі

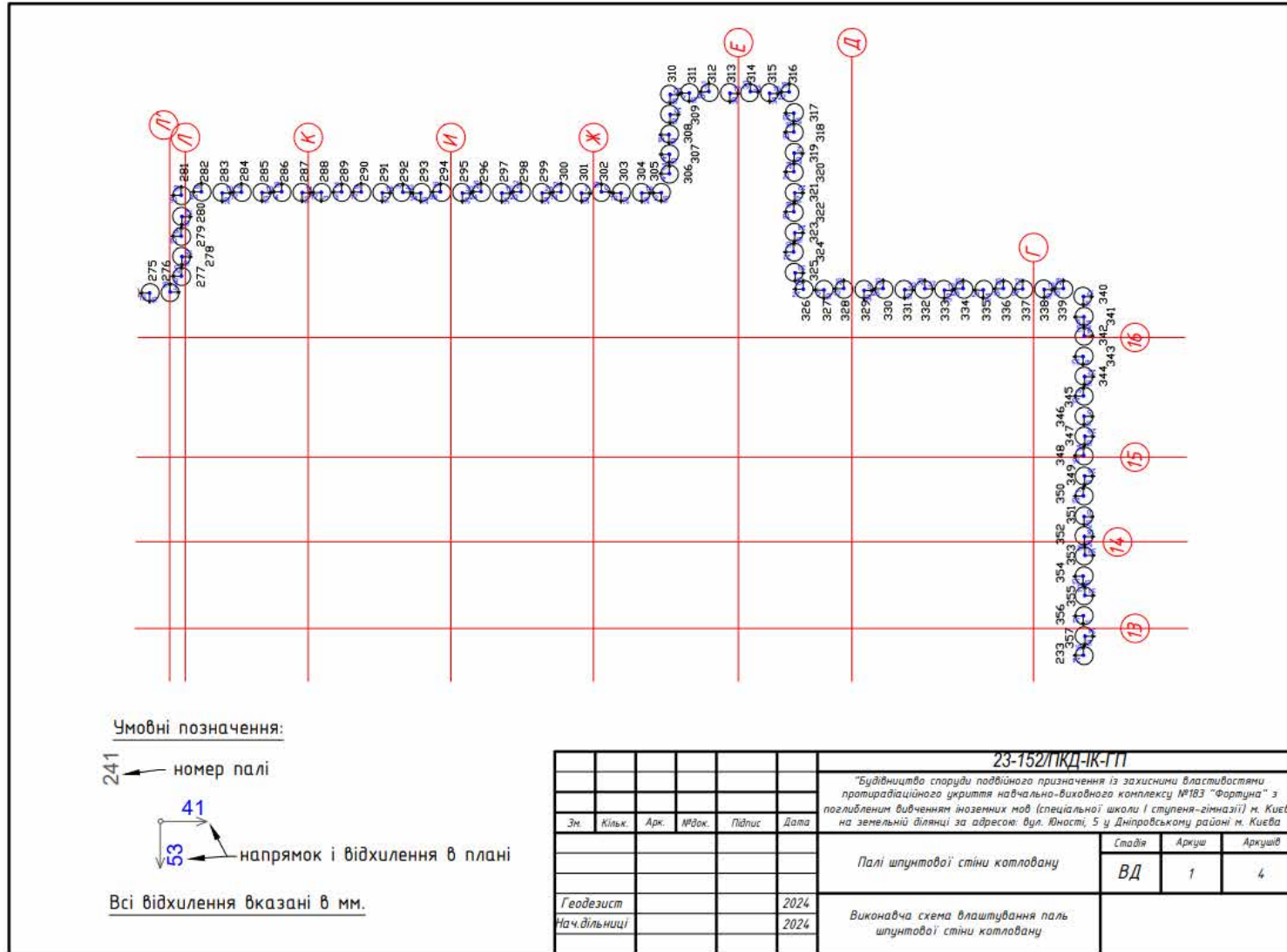


Виконала: Гурецька О.Р.

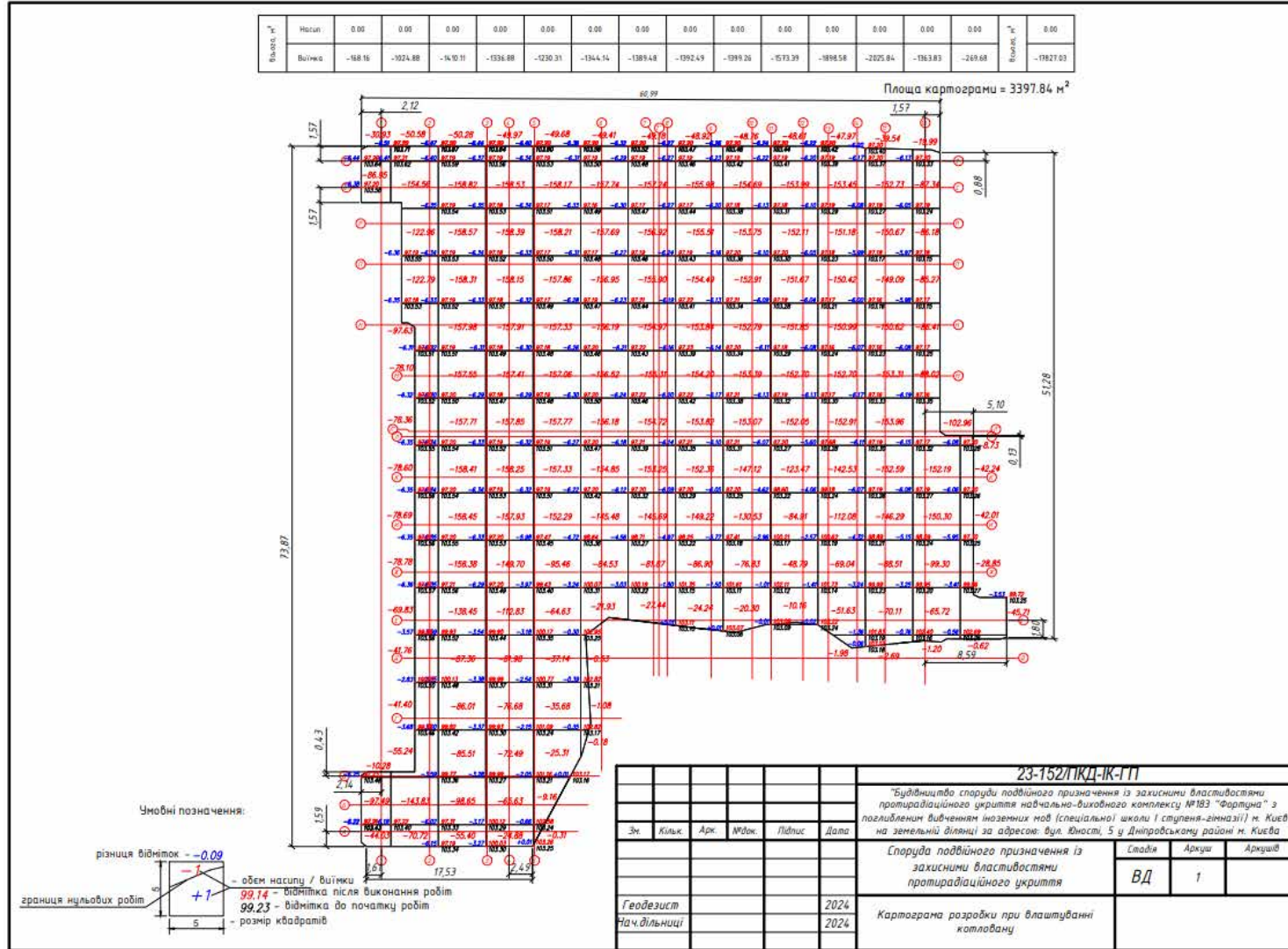
## ДОДАТОК Б



## ДОДАТОК В

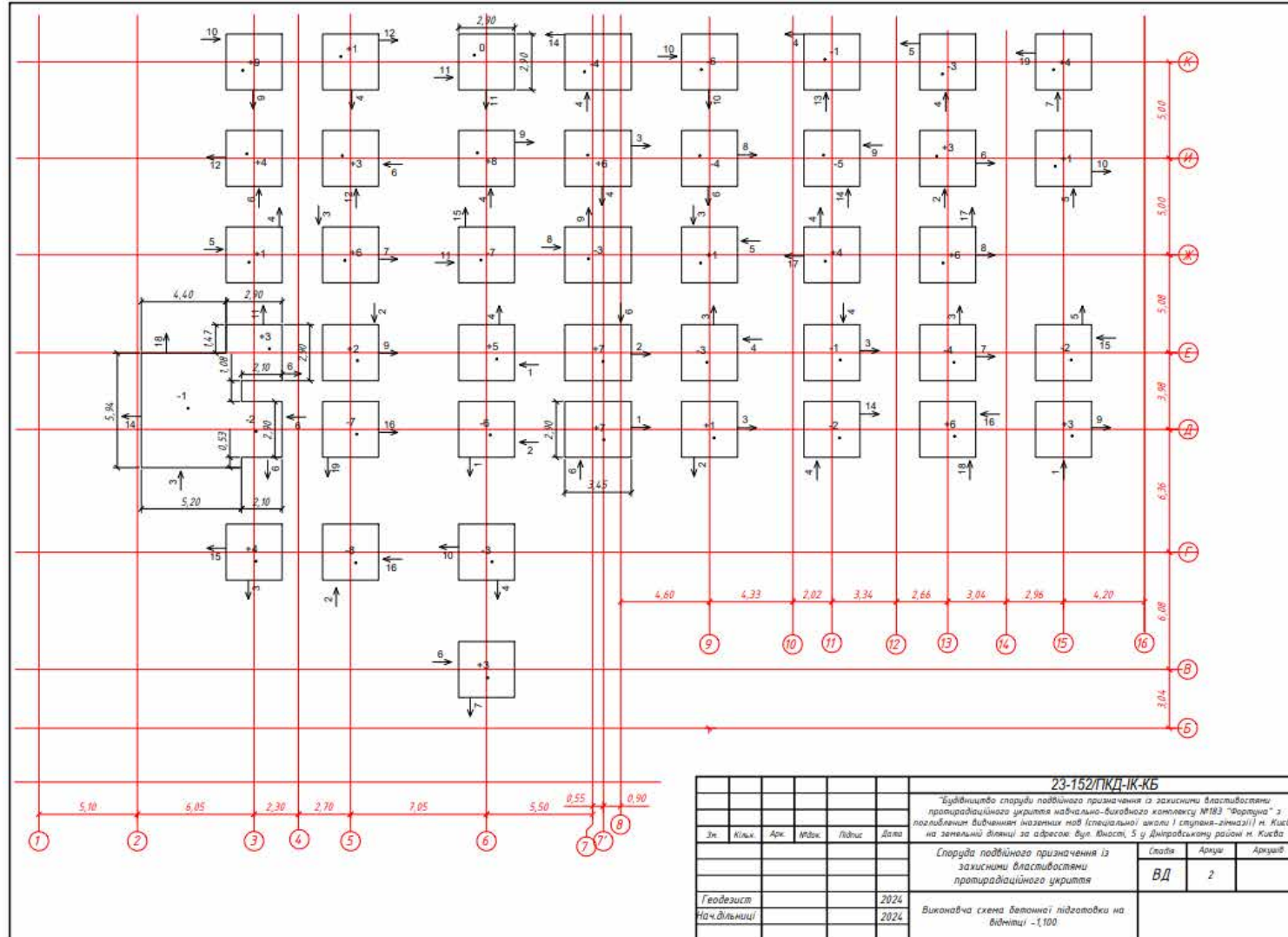


# ДОДАТОК Г

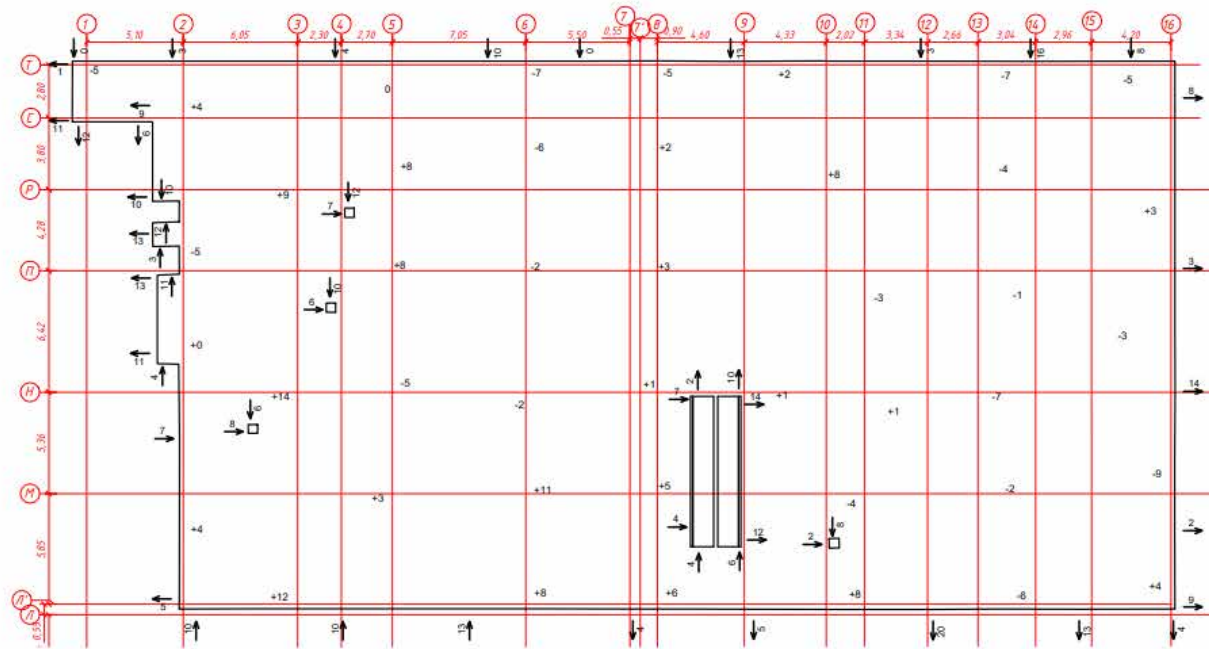




## ДОДАТОК Д



## ДОДАТОК Е



- Умовні позначення:
- ←<sub>5</sub> – відхилення елементів конструкції, в плані від проекту, в мм;
  - +3 – висотні відхилення горизонтальних площин, від проекту, в мм;
- Примітки:
- 0,100 – проектна відмітка верху плити.

23-152/ПКД-ІК-КБ						
"Будівництво споруди підвісного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття навчально-виховного комплексу №183 "Фортуна" з поглибленим вивченням іноземних мов (спеціальної школи І ступеня-гімназії) м. Києва на земельній ділянці за адресою: вул. Юності, 5 у Дніпровському районі м. Києва						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Споруда підвісного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття				Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконавча схема монолітної плити, верх на відм. -0,100				ВД	1	
Геодезист Нач.дільниці						

## ДОДАТОК Є

