

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

**Кафедра Інженерної геодезії**

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

на тему:

**Геодезичні роботи на нульовому циклі**

**будівництва житлового будинку**

**Губенко Олександр Сергійович**

**(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)**

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

**Кафедра Інженерної геодезії**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри ІГ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

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

**Геодезичні роботи на нульовому циклі**

**будівництва житлового будинку**

(назва)

Виконав студент групи зГД-51

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Губенко Олександр Сергійович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Шудра Н.С.  
(прізвище та ініціали)

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**

Кафедра: **Інженерної геодезії**

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

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету ГІСУТ

\_\_\_\_\_ 2023 року  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_ Губенко Олександр Сергійович  
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Геодезичні роботи на нульовому циклі будівництва  
житлового будинку» затверджена наказом ректора КНУБА

№ \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” березня 2023 року.

2. Керівник роботи: \_\_\_\_\_ Шудра Наталя Сергіївна  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Загальні відомості геодезичних робіт для будівництва

Р. 2. Об'єкт роботи та вихідні дані

Р. 3. Етапи виконання проекту геодезичних робіт нульового циклу

Р. 4. Розмічування котловану житлової будівлі

Р. 5. Охорона праці та безпека

5. Графічний матеріал за розділами:

- Р. 1. Топографічна зйомка з інженерно-геодезичних вишукувань  
 Р. 2. Ортофотоплан масштабу 1:5000  
 Р. 3. Абриси топографічної зйомки  
 Р. 4. Розмічувальне креслення для побудови контурів котловану  
 Р. 5. Креслення розмічування виносу на місцевість дна котловану

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

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Формування інформаційної бази	
Розробка та написання першого розділу роботи	
Розробка та написання другого розділу роботи	
Розробка та написання третього розділу роботи	
Розробка та написання розділу з охорони праці	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи	
Захист дипломної роботи у ДЕК	

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_

Зав. кафедри ПГ \_\_\_\_\_

(підпис)

Дем'яненко Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Шудра Н.С.

(прізвище та ініціали)

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Губенко О. С.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ

GISUT KNUCA 2023

## ВСТУП

Проектування, будівництво та обслуговування будівельних об'єктів передбачає врахування природних та техногенних факторів на техніко-економічні характеристики споруд, їх надійність та довговічність. Якість будівництва визначається вдосконаленням технології будівельно-монтажного виробництва, невід'ємною складовою якого є геодезичні роботи.

Геодезичні роботи займають важливе місце у вирішенні завдань будівельного виробництва, вони передують будівельно-монтажним роботам та супроводжують процеси будівництва. У період підготовки будівництва, геодезистами виконується комплекс робіт зі створення великомасштабних топографічних планів під час проведення інженерно-геодезичних досліджень.

У будівництві під час зведення сучасних складних споруд необхідні різноманітні геодезичні дані, які забезпечуються методами та прийомами прикладної геодезії. Геодезичні роботи, які виконуються на будівельних майданчиках, узагальнено називають геодезичними розмічувальними роботами. Вони забезпечують відповідність зведених будівель та споруд вимогам проекту, будівельних норм та правил щодо геометричних параметрів.

Зросла роль та обсяг геодезичних робіт у будівництві, що обумовлено сучасними тенденціями розвитку будівельного виробництва, а саме значним збільшенням поверховості будівель та споруд, збільшенням обсягів будівельно-монтажних робіт та збільшеною відповідальністю геодезії за результати своєї діяльності у зв'язку з переходом будівельно-монтажного виробництва на новітні технології.

Серйозні зміни зазнали і методи геодезичного забезпечення будівництва. Широке впровадження електронних тахеометрів у практику інженерно-геодезичних робіт докорінно змінило саму технологію розмічування, змінюються такі принципові поняття, як зовнішня розмічувальна мережа будівлі, внутрішня розмічувальна мережа, детальні розмічувальні роботи на монтажних горизонтах тощо.

Тому в дипломній роботі поставлені наступні основні завдання:

- проаналізувати нормативно-правову базу виконання геодезичних робіт при будівництві будівель;
- визначити види геодезичних робіт при нульовому циклі будівництва;
- розглянути зміст проектних та польових геодезичних робіт при розмічуванні котловану;
- розглянути сучасні прилади для проведення інженерно-геодезичних вишукувань.

Актуальність представленої дипломної роботи полягає у тому, що проект виконання геодезичних робіт нульового циклу будівництва будинку, виконувався у середовищі системи автоматизованого проектування AutoCAD, а не традиційним методом проектування на паперових планах і картах. Це дало можливість прискорити процес проектування і звести до мінімуму помилки при розрахунках розмічувальних елементів котловану.

Метою дипломної роботи є створення проекту геодезичних робіт нульового циклу будівництва будинку.

Об'єктом роботи є об'єкт для будівництва житлового будинку по вул. Броварської сотні, 16, м. Бровари, Київської області.

Предметом роботи є проектування та розрахунок розмічувальних елементів котловану житлової будівлі.

Проведена робота являється актуальною для виконання геодезичних робіт у будівництві, зокрема при проектуванні та підготовці для виносу на місцевість запроектованого котловану житлової будівлі.

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

## 1.1 Основні завдання геодезичної служби та технічна документація при виконанні геодезичних робіт у будівництві

Сучасні методи будівництва перетворюють будівельний майданчик на монтажний. У зв'язку з цим геодезичні роботи стають невід'ємною частиною технологічного процесу будівельних робіт, внаслідок цього також підвищуються вимоги до точності геодезичних вимірів. Геодезичні роботи виконуються за єдиним для кожного окремого будівельного майданчика графіком, узгодженим з термінами загально-будівельних, монтажних та спеціальних робіт. Такий суміщений графік геодезичного забезпечення передбачається на всіх етапах будівництва: під час упорядкування проектів організації будівництва (далі ПОБ) та проектів виконання робіт (далі ПВР).

Роль геодезичного забезпечення будівельно-монтажного виробництва значно зросла у зв'язку із підвищенням рівня складності будівель та споруд. Це вплинуло на те, що у сучасних ПОБ обов'язково передбачається вказівки з геодезичного забезпечення будівництва та визначають додаткові матеріально-технічні витрати з цією метою. На стадії складання ПВР передбачається методика і точність виконання геодезичних вимірювань, а також схема розміщення знаків, контроль положення конструкцій тощо.

Комплекс геодезичних робіт, який виконується на будівельному майданчику визначає основне завдання геодезичної служби. Найголовніші види геодезичних робіт це:

- проектування, побудова та приймання геодезичної розмічувальної основи для будівництва;
- виконання геодезичних розмічувальних робіт у процесі будівництва;
- геодезичний контроль точності будівельно-монтажних робіт зі складанням та оформленням виконавчої документації;
- геодезичні спостереження за зсувами і деформаціями будівель і споруд, що будуються.

Для особливо складних споруд та будівель вище 14 поверхів окремо розробляється проект виконання геодезичних робіт (далі ПВГР), який складається із чотирьох основних розділів:

- Організація геодезичних робіт на будівельному майданчику.
- Основні геодезичні роботи.
- Геодезичне забезпечення при зведенні підземної частини та споруд.
- Геодезичне забезпечення при зведенні надземної частини будівель та споруд.

Перший розділ – «Організація геодезичних робіт на будівельному майданчику» містить: календарний план; кошториси на проведення геодезичних робіт; графік використання приладів та інструментів; техніко-економічне обґрунтування ПВГР.

У другому розділі «Основні геодезичні роботи», наводиться схема побудови планової та висотної геодезичної основи розмічувальних робіт, розрахунок точності та методики вимірювань, способи врівноваження, способи закріплення опорних точок та їх типи.

Зміст третього розділу «Геодезичне забезпечення при зведенні підземної частини та споруд», присвячений методиці виконання детальних геодезичних розмічувань котловану, фундаментів, монтажних осей та їх закріплення. Наводяться обґрунтування точності геодезичних вимірів та правила складання виконавчих схем змонтованих конструкцій.

У четвертому розділі розробляється методика створення планової та висотної геодезичної основи на вихідному горизонті та наводиться розрахунок точності геодезичних вимірів. Описується методика передачі розмічувальних осей та позначок з вихідного горизонту на монтажні горизонти. Надаються вказівки щодо геодезичного забезпечення монтажу будівель із збірних елементів, складання виконавчої документації та контролю змонтованих конструкцій.

Технічна документація для виконання геодезичних робіт має великий перелік використовуваної проектної документації. Основними документами

проектної документації можна зазначити наступні: генеральний план будівництва; будівельний генеральний план; виконавчий генеральний план; робочі креслення тощо.

Генеральний план будівництва є великомасштабним топографічним планом, на якому показаний комплекс надземних і підземних будівель і споруд. Якщо це генеральний план промислового підприємства, то на ньому в основному розміщують основні виробничі та допоміжні цехи, енергетичні пристрої, складське господарство, адміністративно-господарські та побутові будівлі, транспортні споруди, інженерні мережі, елементи благоустрою. Точне становище будівель та споруд на генеральному плані визначається координатами точок головних осей та відмітками основних горизонтів.

Окремим видом генерального плану є будівельний генеральний план, на якому показують допоміжні та тимчасові виробничі будівлі, транспортні шляхи, інженерні мережі, склади, службово-адміністративні будівлі тощо.

Також геодезична служба будівництва складає виконавчий генеральний план після закінчення всіх будівельно-монтажних робіт. На якому фіксують фактичне планове та висотне положення зведених будівель та споруд. Такий план використовують при складанні проекту реконструкції підприємства, переважно під час його експлуатації.

Крім генерального плану геодезична служба широко використовує робочі креслення будівель і споруд, наприклад: великий лист проекту; план розмічування основних осей споруд; план фундаментів; план фундаментів під обладнання; вертикальні розрізи та монтажні креслення промислового та технологічного обладнання.

Великий лист проекту містить основні характеристики будівлі або споруди: допустиме навантаження на ґрунт, планову та висотну геодезичну прив'язку об'єкта із зазначенням умовної нульової позначки та зв'язок умовних позначок з абсолютними.

Вихідними даними для складання плану розмічування основних осей споруд є генеральний план. На плані розмічування показують поздовжні та

поперечні основні осі, які характеризують розмір даного об'єкта. На самому плані або відомості, прикладеної до плану, наводять координати перетину поздовжніх та поперечних основних осей, характерних частин будівлі, координати кутів повороту автомобільних доріг, колодязів інженерних мереж тощо.

На плані фундаментів показують усі розмічувальні осі, до яких прив'язані окремі елементи фундаменту, ширину фундаментів, глибину закладення, відстані між осями тощо. На плані фундаментів під обладнання показують осі фундаментів промислового обладнання (резервуари, преси, центрифуги тощо), а також розміри та глибину закладення з прив'язкою до основних осей будівлі.

Вертикальні розрізи характеризують архітектуру будівлі, глибину закладання фундаментів, висоту віконних та дверних отворів, конструкцію окремих елементів.

Монтажні креслення промислового та технологічного обладнання використовують для точних геодезичних розбивок основних та допоміжних осей та винесення проектних позначок. На монтажних кресленнях показують контури будівельних конструкцій та встановлюваного технологічного обладнання. Положення будівельних конструкцій визначають від основних та допоміжних осей будівлі. Також до складу будівельних креслень, що використовуються при геодезичному забезпеченні будівельно-монтажного виробництва, входять і креслення з винесення на місцевість проекту вертикального планування.

## **1.2 Нормативно-правова база виконання геодезичних робіт при будівництві будівель**

Геодезичні роботи у будівництві, виконуються згідно законів України, державними нормами та стандартами.

Закон України «Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність» є основним документом. Третьою статтею цього Закону регулюються відносини у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності для забезпечення

потреб держави і громадян результатами топографо-геодезичної і картографічної діяльності.

Основні вимоги щодо здійснення топографо-геодезичної і картографічної діяльності зазначені у статті десять, цього Закону. Під час виконання яких повинні забезпечуватися:

- додержання вимог нормативно-технічної документації;
- впровадження прогресивних технологій і методів організації топографо-геодезичного і картографічного виробництва;
- розроблення, впровадження та організація програмного, технологічного і технічного забезпечення ефективного використання цифрових карт і геоінформаційних систем;
- виконання робіт методами і способами, безпечними для життя і здоров'я людей, стану довкілля та об'єктів, що мають історико-культурну цінність;
- графічне зображення на картах державних кордонів України та меж адміністративно-територіального устрою, а також кордонів іноземних держав та інших політико-адміністративних і географічних елементів;
- зберігання та облік топографо-геодезичних, картографічних, аерозйомочних і космічних матеріалів;
- систематичний аналіз Державної геодезичної мережі на території України та відповідності картографічних матеріалів сучасному стану місцевості;
- виконання топографічних, картографічних, кадастрових зйомок та оновлення карт і планів, зйомок континентального шельфу та водних об'єктів в єдиній системі координат і висот [1].

Курс України на європейську інтеграцію спричинив необхідність гармонізації національних законодавчих актів у сфері метрології з документами Міжнародної організації законодавчої метрології (OIML). У зв'язку з цим нова редакція Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» набула чинності у 2016 році, яка має значні відмінності від попередньої редакції Закону.

Сферою законодавчо регульованої метрології є визначені Законом види діяльності щодо яких, з метою єдності вимірювань та простежуваності,

здійснюється державне регулювання. Згідно статті три цього Закону, до сфери законодавчо регульованої метрології належать наступні види діяльності:

- топографо-геодезичні, картографічні та гідрометеорологічні роботи, роботи із землеустрою;
- роботи, пов'язані з визначенням параметрів будівель, споруд і території забудови [2].

Геодезичне забезпечення будівництва регламентовано ДБН В.1.3-2 – «Геодезичні роботи у будівництві» [3] та зміною №1 до ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» [4]. Цей документ дає загальні принципи виконання геодезичних робіт у будівельному комплексі.

Також є нормативні документи, які регламентують технологію будівельного виробництва. Вони, як правило мають розділ, який регламентує контроль якості та приймання робіт. В них наводяться вимоги до технічних характеристик будівельної продукції, в тому числі геометричні параметри.

В останній час з'явився ряд нормативних актів та стандартів, які мають загальний характер і призначені для застосування протягом всього життєвого циклу будинку. Мається на увазі постанова Кабінету Міністрів про технічний нагляд під час будівництва [5], будівельні норми про науково-технічний супровід будівельних об'єктів [6] та будівництво в умовах ущільненої забудови [7]. В цих документах значна роль відводиться складовим, що пов'язані з виконанням геодезичних робіт в процесі монтажу, з геодезичними моніторингом і спостереженнями для одержання інформації про надійність та безпеку експлуатації будинків та споруд складної конструкції або тих, що зводяться в умовах ущільненої забудови, для одержання інформації про якість, надійність та безпеку будинків, що одержані геодезичними методами. Ці роботи виконуються різними виконавцями, мають різну мету.

Також до основних прийнятих Державних норм та стандартів України у галузі геодезії, картографії та кадастру, належать:

- ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування [8];

- ДБН А.2.2-3:2012 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва [9];
- ДБН А.3.1-5-2016 Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва [10];
- ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві [11];
- ДСТУ-Н Б Л. 1.3-1:2016 Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови. Загальні вимоги [12];
- ДСТУ-Н Б В. 1 2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд [13];
- ДСТУ-Н Б В. 1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова [14];
- ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови [15];
- ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів [16];
- ДСТУ Б А.2.4-5:2009 СПДБ Загальні положення [17];
- ДСТУ Б А.2.4-37:2008 СПДБ Позначення характеристик точності [18].

Згідно ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві» [3] встановлює загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт, які потрібно виконувати під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення. Потрібно дотримуватись вимог виконання геодезичних робіт, наведених в інших будівельних нормах і правилах, державних стандартах системи забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві, відомчих нормативних документах і документах органів державного нагляду, що погоджені і затверджені у встановленому порядку, а також виконувати додаткові вимоги, що передбачені проектною документацією.

Роботи, які виконані геодезичними методами, геодезичними приладами та інструментами з визначення просторового положення будівель (споруд);

визначення форм та розмірів об'єктів; одержання геометричних, аналітичних та цифрових моделей просторових об'єктів; вимірювання, визначення, контроль та моделювання просторового положення об'єктів називаються геодезичні роботи у будівництві.

Геодезичні роботи виконуються засобами вимірювальної техніки (ЗВТ) необхідної точності, повіреними за ДСТУ 2708 або каліброваними за ДСТУ 3989 у встановленому порядку, дотримуючись вимог закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [2].

У додатку А до ДБН В.1.3-2:2010 [3] зазначені умови забезпечення точності геодезичних вимірювань, а саме:

- точності кутових вимірювань;
- точності лінійних вимірювань;
- точності геометричного нівелювання;
- точності передачі позчок на монтажний горизонт геометричним нівелюванням;
- точності передачі позначок тригонометричним нівелюванням електронним тахеометром або ручним лазерним віддалеміром;
- точності передачі планових координат точок та осей по вертикалі.

У додатку Л до ДБН В.1.3-2:2010 [3] наведені вимоги до програмного забезпечення геодезичних робіт.

### **1.3 Види геодезичних робіт при нульовому циклі будівництва**

Геодезичні роботи у період будівництва підземної частини будівель (нульовий цикл), включають наступні види геодезичних робіт:

- детальне розмічування будівель та споруд;
- розмічування обноски та винос на неї осей;
- розмічування осей на обносці;
- закріплення осей;

- розмічування траншей та оглядових колодязів підземних інженерних мереж;
- геодезичні роботи при спорудженні котлованів;
- геодезичний контроль за роботою землерийних машин;
- підрахунок обсягу земляних робіт, що виконуються при розробці котлованів;
- побудова поздовжнього та поперечного розрізів котловану;
- розмічування фундаментів;
- винесення будівельних осей на фундамент.

Детальне розмічування будівель та споруд полягає у винесенні на місцевість основних осей будівель і споруд. Вихідними даними для винесення найчастіше є пункти будівельної сітки. Для цього ще до виконання польових робіт складається схематичне креслення, на якому в довільному масштабі показують: найближчі пункти будівельної сітки або інші опорні пункти, основні та детальні осі будівлі з координатами його кутів і відстанями до сторін будівельної сітки, а також розміри будівлі або споруди.

На рисунку 1.1 показані точки I, II, III та IV які фіксують положення основних осей будівлі, винесені від пунктів будівельно сітки способом прямокутних

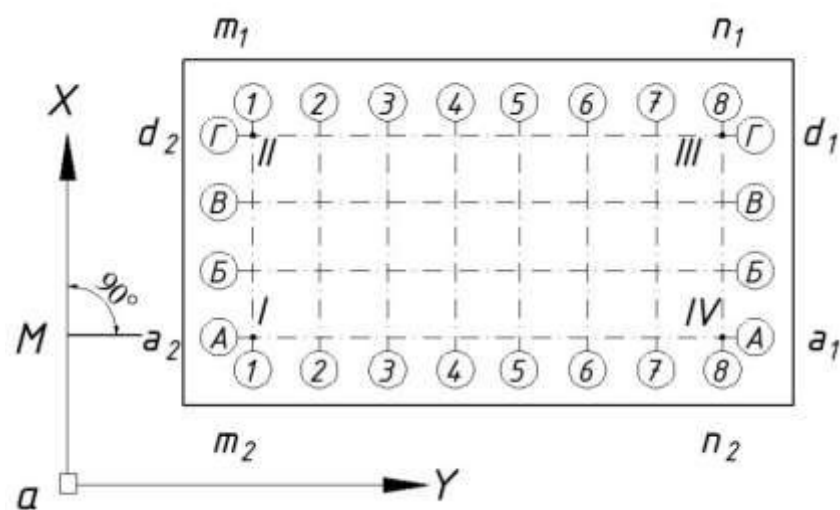


Рисунок 1.1 – Схема розмічування осей будівлі

координат, який є найпоширенішим. В цьому випадку розмічувальні елементи  $\Delta x$  і  $\Delta y$  отримують як різницю абсцис та ординат визначених точок та пунктів будівельної сітки. Наприклад, для точки  $I$  розмічувальні елементи розраховуються за формулою:

$$\Delta x_I = x_1 - x_a; \quad \Delta y_I = y_1 - y_a, \quad (1.1)$$

де  $x_I$  та  $y_I$  – координати точки  $I$ ;

$x_a$  та  $y_a$  – координати точки;

$a$  – вершини будівельної сітки.

Для отримання на місцевості точки  $I$  (перетин осей А–А та І–І) (рис. 1.1) встановлюють теодоліт або тахеометр на пункті будівельної сітки, орієнтують його у напрямі абсциси та відкладають значення  $\Delta x_I$ , отримуючи точку  $M$ , на якій будують прямий кут у напрямі М–І де відкладають значення ординати  $\Delta y_I$  та отримують точку  $I$ . Аналогічно від найближчих пунктів будівельної сітки виносять в натуру точки  $II$ ,  $III$  і  $IV$ .

Контролем вимірювань є розміри сторін будівлі та рівність діагоналей прямокутника. Результати контрольних вимірювань не повинні відрізнятись від проектних більш ніж на  $\pm 5$  см. Прямі кути не повинні відхилитись більш ніж на  $\pm 30''$ . Більш точні вимірювання виконуються на обносці, на якій фіксують положення всіх осей: головних, основних та детальних (допоміжних).

Розмічування спеціальної огорожі, яка встановлена за зовнішнім контуром будівлі, що будується, називається обноскою. Вона забезпечує високу точність розмічування осей ( $1 \div 2$  мм між осями) завдяки сприятливим умовам для лінійних вимірювань.

Обноску проектують з урахуванням вимог генерального плану, розташовуючи її паралельно осям будівлі або споруди. На лінії обноски встановлюють дерев'яні стовпи таким чином, щоб жоден з них не потрапив на осі будівлі, що фіксуються, а також в зону земляних робіт при спорудженні котловану. Після установки стовпів із зовнішнього боку до них прибивають дошки завтовшки  $40 \div 50$  мм. Верхня кромка цих дошок встановлюється в одній горизонтальній площині за допомогою геометричного нівелювання. Позначку

верхньої грані дошок призначають залежно від рельєфу місцевості з урахуванням того, щоб дошки не заважали проходу людей, а числове значення позначки було зручне для проведення будівельних робіт. Для автотранспорту та землерийних машин в огорожі обноски передбачають розриви. Найчастіше обноска будується суцільною у вигляді прямокутника. Якщо конфігурація будівлі складна до прямокутника примикають обноски інших елементів (рис. 1.2, а). Залежно від типу будівлі та умов виконання будівельних робіт може бути побудована створна обноска, яка складається з окремих стовпів, кожна пара яких закріплює одну вісь. Якщо за умовами рельєфу місцевості дошки прибити горизонтально неможливо, то обноску будують уступами (рис. 1.2, б).

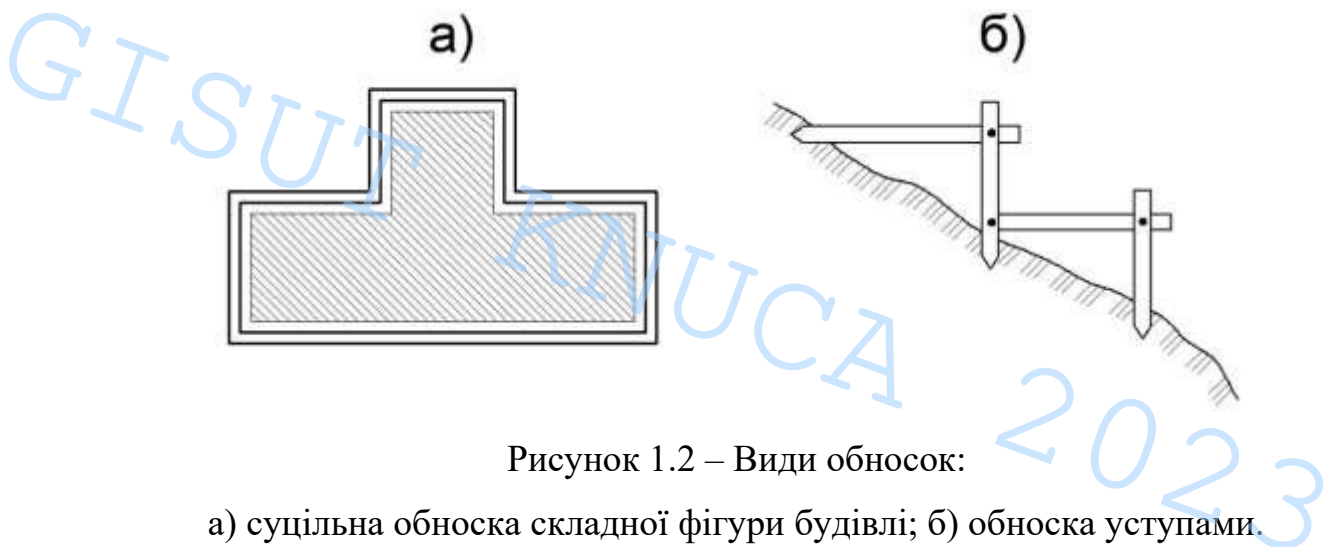


Рисунок 1.2 – Види обноска:

а) суцільна обноска складної фігури будівлі; б) обноска уступами.

Висота обноска повинна бути на зручній висоті для виконання лінійних вимірювань і в необхідних випадках встановлювати над нею штатив теодоліта або тахеометра.

Також у практиці житлового будівництва широко поширена інвентарна обноска (рис. 1.3). Вона складається з металевих порожнистих якорів, які забиваються в землю на глибину до 0,7 м. Якорі розміщуються на створній лінії обноска на відстані 3÷4 м один від одного. В отвір якорів вставляють металеві стійки, у яких горизонтально закріплюють трубчасту штангу, по ній відповідно

пересувається муфта. Якоря розміщують так, щоб стійки не потрапили на осі будівлі. Положення осей на обносці фіксують відповідним пересуванням муфт.

Якщо будівництво будівель і споруд із збірних залізобетонних елементів або моноліту ведеться у обмежених міських умовах будувати обноску дуже важко. Тому осі будівлі фіксують не на обносці, а на кілках або металевих штирях, які закладаються за межами котлованів, які розробляються.

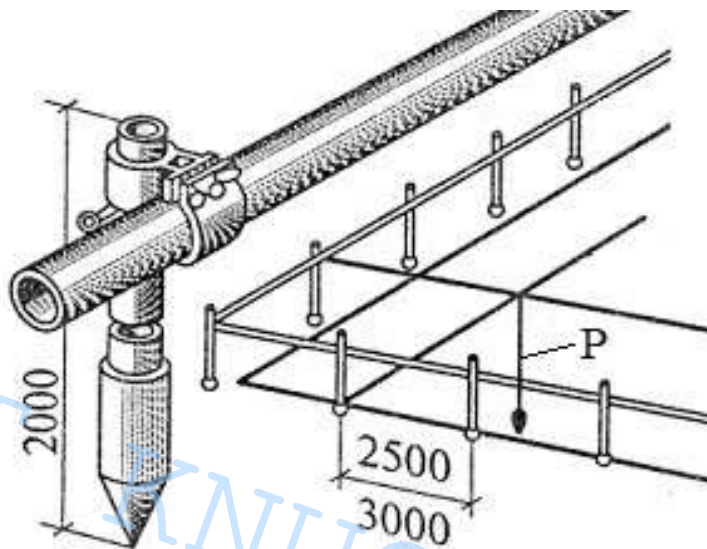


Рисунок 1.3 – Інвентарна обноска

Вихідними даними для розмічування основних та допоміжних осей на обносці є: плани фундаментів будівлі та під технологічне обладнання, вертикальні розрізи суцільних та стовпчастих фундаментів. На основі цих проектних документів складають спеціальне розмічувальне креслення, на якому виписують всі відстані між осями, підсумовують їх і результат порівнюють із загальними розмірами будівлі, а також з різницею координат основних осей, закріплених на місцевості.

На обноску спочатку переносять основні осі, що позначають контур будівлі, методом проектування колімаційної площини. Для цього встановлюють теодоліт послідовно на точках *I*, *II*, *III* і *IV* (рис. 1.1) і, орієнтуючи його за напрямками основних осей, розмічують на обносці точки на поздовжніх основних осях  $m_2, n_2$  та  $m_1, n_1$  та на поперечних основних осях  $a_2, d_2$  та  $a_1, d_1$ .

Після нанесення основних осей на обноску по верхньому обрізі дошок виконують лінійні вимірювання інварною стрічкою або компарованою сталевією рулеткою з середньою квадратичною відносною похибкою  $1:10\ 000 \div 1:25\ 000$ . У процесі вимірювання вводять поправки за компарування та температуру.

Після нанесення на обноску всіх осей положення їх закріплюють цвяхами. Для кращого читання осей проти кожного цвяха, що фіксує вісь, прокреслюють яскравою фарбою вертикальну лінію та великим шрифтом пишуть назву осі.

Між цвяхами натягують дріт з меншим провисанням. У місцях перетину дротів підвішують висок Р, який вказує точку перетину осей (рис. 1.3). За допомогою виска, який пересувають по дроту, детально розбивають окремі елементи (пороги, віконні отвори, санітарно-технічне обладнання тощо).

До точності розмічування обноска висуюються наступні основні вимоги: сторони обноска повинні бути встановлені паралельно поздовжнім та поперечним осям будівлі; обноска має бути прямолінійною; обноска має бути горизонтальною, щоб при вимірюваннях не вводили поправки на ухил і щоб позначки верхньої кромки обноска можна було використовувати як тимчасові репери при виконанні геодезичних робіт.

Розмічені на обносці осі не можуть забезпечити усі етапи зведення будівлі, оскільки при нарощуванні стін користуватися обноскою немає можливості. Тому для подальшого геодезичного забезпечення будівництва осі закріплюють знаками, встановленими за межами виконання земляних робіт, а далі і всередині будівлі.

Закріпленню підлягають переважно основні осі. Всередині будівлі зазвичай осі закріплюють металевими знаками (обрізки арматури, металеві скоби, ковані цвяхи тощо), що закріплюються в стінах або фундаментах з урахуванням можливості розміщення над знаками штатива теодоліта або тахеометра.

Основні осі за межами розробки котловану закріплюють постійними створними знаками у вигляді залізобетонних стовпів, у верхню частину яких закладають металеві стрижні з насічкою на поверхні. Такий знак одночасно

служить плановою опорною точкою та робочим репером. Він знаходиться на рівні земної поверхні, тому для його відшукування та безпеки встановлюється невелика огорожа. Залежно від призначення будівлі та будівельних умов можуть бути використані різні схеми закріплення осей створними знаками. Найбільш поширена схема створного закріплення наведено на рисунку 1.4. Між створними точками проводять вимірювання та показують прив'язки до осей будівлі. Конструкція створних знаків закріплення може бути різноманітною.

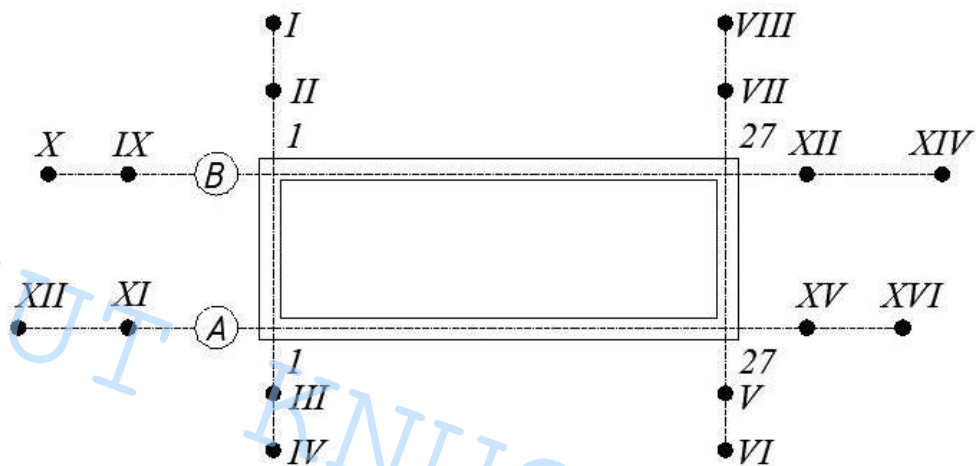


Рисунок 1.4 – Схема закріплення осей будівлі

Крім створних знаків кожна будівля повинна мати не менше ніж два робочі репери, місце встановлення яких обирається з урахуванням можливості з однієї станції спостерігати найбільшу кількість точок об'єкта, що будується.

Від робочих реперів на стовпи обноски виносять постійні візирки-планки, на верхній обріз яких передають абсолютні або відносні позначки, які потім використовуються при ритті котловану. За допомогою двох постійних візирок та третьої переносної систематично спостерігають за виконанням земляних робіт у котловані.

Після виконання комплексу робіт із закріплення основних осей та встановлення робочих реперів, складається виконавча схема у масштабі, на якій показують усі дані кутових та лінійних вимірювань, а також і координати пунктів створного закріплення. Крім того, на виконавчій схемі необхідно відобразити:

пункти будівельної сітки, від яких проводилось розмічування будівель; обноску з розташуванням осей із зазначенням відстаней між ними за результатами контрольних вимірювань; знаки закріплення осей. Закінчена та оформлена документація здається за актом будівельному підрозділу.

Інженерні мережі (водопровід, каналізація, тепломережі тощо) виносять у натуру від опорних геодезичних пунктів. У плані інженерні мережі розмічують з відносною похибкою в середньому 1:2000. По висоті точніше розбивають самопливні трубопроводи, а ухили напірних трубопроводів розбивають із меншою точністю, позначки яких визначають із похибкою  $\pm 1$  см.

Розмічування виконується на основі проектного поздовжнього профілю та розмічувального креслення. На місцевість виносяться характерні точки траси, прив'язуючи їх до опорних геодезичних пунктів. Для риття котлованів під колодязі в натурі розмічують їх контури і закріплюють центри колодязів кілками, в торці яких забивають цвяхи. Бровки котловану колодязя розбивають від центру, відкладаючи в обидва боки від осі траншеї половину проектної ширини колодязя з урахуванням укосу. Також необхідно враховувати, що при розробці котловану кілки будуть втрачені, тому положення осі трубопроводу і колодязів закріплюють за допомогою обносок.

Обноска складається з двох дерев'яних стовпів, що встановлюються на краю траншеї на висоті 0,5-0,7 м від поверхні землі. До стовпів прибивають горизонтально дошку. Положення осі траншеї в колодязі розмічують на обносці поличкою, до якої прибивають постійну візирку у вигляді літери *T*.

Глибина траншеї, що розробляється, вивіряється за допомогою ходової візирки, які виготовляються двох видів: одна для копання траншеї, друга для укладання труб і забезпечена в нижній частині башмаком. Візирки широко використовують при копанні траншей, запобігаючи перебору ґрунту при великих ухилах самопливних та напірних трубопроводів. Водночас зачистку дна траншеї контролюють за допомогою геометричного нівелювання.

Траси самопливних трубопроводів з малими ухилами забезпечуються постійними та тимчасовими реперами. Для цього поблизу траси трубопроводу

прокладають хід нівелювання IV класу, а при необхідності, підтвердженої розрахунком, - хід нівелювання III класу. Тимчасові репери повинні бути встановлені трасою не рідше ніж через 200 м.

Перед засипанням траншей проводиться виконавча зйомка трубопроводів, яка полягає у складанні виконавчих креслень. Вона має важливе значення для експлуатації підземних споруд у будь-якій галузі народного господарства. Виконавчі креслення складають за участю спеціалістів (електриків, сантехніків, теплотехніків тощо). Усі точки, які визначають положення осей підземних споруд (кути повороту, центри колодязів тощо), необхідно обов'язково координувати.

На підставі окремих виконавчих креслень складають загальну виконавчу схему, яка містить: оглядові колодязі, люки та інші деталі щодо кожного виду підземних споруд із зазначенням типів деталей; кути повороту безколодязних прокладок; відстані між кутами повороту, колодязями та іншими деталями або пікетаж; матеріал та діаметри труб або поперечні перерізи лотків, галерей; марки кабелів; глибину закладання труб напірних споруд та кабелів; позначки дна лотка та напрямок течії для самопливних трубопроводів; координати кутів повороту або лінійні та кутові вимірювання з прив'язки до постійних предметів місцевості; номери виконавчих та типових креслень та ескізів; висотне положення підземних мереж.

Геодезичні роботи при спорудженні котлованів складаються із розмічування на місцевості контуру котловану. Для цього складається розмічувальне креслення, на якому вказують розміри фундаментів, глибину їх закладання, усі поздовжні і поперечні осі будівлі. З урахуванням позначок нижніх граней котловану та прийнятих укосів визначають положення верхньої брівки котловану. Лінію верхньої брівки закріплюють кілками, між якими натягують шнур або дріт. Межі котловану без укосів, який відривається найчастіше для стрічкового фундаменту, позначають на місцевості кілками, віддаленими від осі котловану на половину його ширини з розрахунком безперешкодної установки опалубки на його дні.

У процесі виконання земляних робіт, глибину котловану систематично перевіряють за допомогою постійних візирок, прикріплених до стовпів обноси або опалубки, та переносних візирок, що встановлюються після проходки землерийних машин. Це необхідно, щоб не було перебору ґрунту при копанні котловану, оскільки його перебір може призвести до порушення природної структури.

Перед остаточним зачищенням дно котловану ретельно вивіряють візирками або нівеліром. Недобори ґрунту в котловані або траншеї не повинні бути більшими за 5 см.

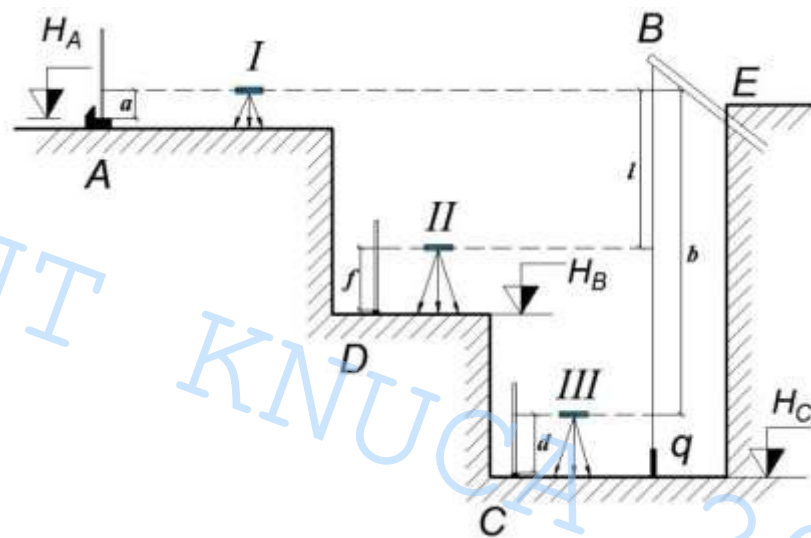


Рисунок 1.5 – Схема передачі позначки на дно котловану

При розробці широких і глибоких котлованів виникає потреба в установці тимчасових реперів на дні і на уступах. Позначки на робочі реperi передають за схемою представленою на рисунку 1.5. Згідно рисунку, у точці A поблизу брівки котловану встановлений робочий репер, а в точці E на протилежній бровці котловану закріплено похило дерев'яний брус, у точці B якого підвішена сталева рулетка з вантажем  $q$ . Необхідно на точки C і D, що служать тимчасовими реперами, передати позначки.

Для передачі позначки на дно котловану нівелір послідовно встановлюють на бровці та уступі котловану та беруть відліки по рейках та рулетці. Згідно рисунку позначка точки C буде дорівнювати:

$$H_C = H_A + a - (b + d), \quad (1.2)$$

а позначка точки  $D$  відповідно:

$$H_D = H_A + a - (l + f). \quad (1.3)$$

де  $a$ ,  $d$ , і  $f$  – відліки по рейках, встановлених відповідно в точках  $A$ ,  $C$  та  $D$ ;

$l$ ,  $b$  – відліки по рулетці.

Для контролю, на дно котловану передаються позначки від двох робочих реперів, змінюючи положення підвісу рулетки. Допускається виносити позначку на дно котловану з похибкою  $\pm 1$  см. Якщо необхідно передати позначку з підвищеною точністю, то у відліки по рулетці вводять поправки на компарування та на температуру, дотримуючись при цьому по можливості рівності плечей при нівелюванні.

Геодезичні роботи при зачистці дна та укосів котловану виконуються за допомогою нівелювання. По усій площі дна великого котловану розбивають сітку, яка утворюється від перетину поздовжніх і поперечних осей. У визначених місцях забивають кілки на таку глибину, щоб верхній зріз їх був якомога ближче до проектної позначки дна котловану. Потім нівелюванням визначають проектні позначки торців кілків, розташованих на відстані  $15 \div 20$  м. Між цими опорними кілками забивають кілки через  $3 \div 5$  м і за допомогою трьох візирок отримують проектні позначки дна котловану. Дві постійні візирки встановлюють на кілки з проектними позначками, а третю ходову візирку ставлять на кілок у створі між постійними візирками. Вдаряючи кілька разів по торцю кілка і ставлячи на нього після кожного удару ходову візирку, необхідно досягнути, щоб верх усіх трьох візирок знаходився на одній прямій.

Після остаточної зачистки дна котловану складають виконавчу схему, на яку наносять фактичні позначки дна. Для цього використовують натягнуті по осях дроти, і перетин поздовжніх і поперечних осей фіксують виском, зносячи таким чином точки на дно котловану. У точках перетину осей забивають кілки врівень із землею і нівелюють. В результаті складають виконавчу схему дна котловану.

При зачистці укосу котловану застосовують найпростіші прилади, такі як укісний прямокутний трикутник, лекала, направляючі дошки. При значних обсягах земляних робіт укоси котловану зачищають спеціальними планувальними машинами.

Геодезичний контроль за роботою екскаваторів необхідний коли котлован або глибока виїмка розробляють землерийними машинами. Риття виконується після того, як на місцевості розмічена вісь виїмки, а її межа встановлена за допомогою поперечників. Положення укосу, яке визначене за допомогою шаблонів, закріплюють направляючими траншеями, дно яких повинно відповідати проектній лінії укосу. Такі траншеї зазвичай розробляють за допомогою багатокішшевих екскаваторів. Відстань між направляючими траншеями 50÷60 м. Траншеї полегшують землерийним машинам проходку і сприяють підвищенню якості земляних робіт, не допускаючи переборів і недоборів ґрунту у схилах. Глибокі котловани розробляють у кілька ярусів (горизонтів).

Лінію нижньої бровки глибоких котлованів виносять на місцевість під час створення землерийними машинами лише нижнього горизонту. Проектний горизонт дна котловану перевіряють нівелюванням двічі: перед проходкою екскаватора для розробки нижнього ярусу та перед остаточною зачисткою дна котловану. При нівелюванні рейкові точки закріплюють кілками, у яких виписують величини зрізок ґрунту до проектної позначки.

Дно та укоси при малих обсягах зачищаються вручну, а при великих обсягах – бульдозерами або спеціальними планувальними машинами. Для підвищення механізації земляних робіт у практиці використовують низку пристроїв, які дозволяють систематично контролювати глибину забою.

Підрахунок обсягу земляних робіт виконуються до початку розробки котловану. Для цього використовуються плани топографічної зйомки в масштабах 1:500-1:1000 з перетином рельєфу горизонталями через 0,5-1 м. Для підрахунку обсягу на план наносять контур котловану і визначають чорні позначки у місцях перетину будівельних осей будівлі. За проектними відмітками

дна котловану та заданими укосами будують профілі по поздовжнім та поперечним осям. Горизонтальні та вертикальні масштаби профілів для спрощення підрахунку обираються однаковими. Однак практично обсяг земляних робіт перед риттям котловану визначається за результатами геометричного нівелювання, яке виконується по сітці квадратів. Котлован розбивають на найпростіші геометричні фігури за якими підраховують обсяги з урахуванням поздовжнього і поперечного ухилів місцевості та заданих величин укосів.

Вийнятий з котловану ґрунт підраховується за формулою:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times l, \quad (1.4)$$

де  $F_1$  та  $F_2$  – площі поперечних перерізів котловану;

$l$  – відстань між поперечниками.

Однак результати, розраховані за попередньою формулою, наближені і завжди більші за дійсні. Тому при великих обсягах земляних мас застосовують більш точну формулу:

$$V = \left[ F + \frac{m \times (H_1 - H_2)^2}{12} \right] \times l, \quad (1.5)$$

де  $F$  – середній поперечний переріз котловану (трапеції);

$H_1$  та  $H_2$  – висоти трапеції, а вираз  $\frac{m \times (H_1 - H_2)^2}{12}$  – поправка при крутизні укосу  $m$ .

Поправкою нехтують в тому випадку, якщо вона не перевищує заданої точності обсягу земляних робіт.

Також при розрахунках обсягу земляних мас враховують залишкове розпушування ґрунту. Залежність між обсягами розробленого ґрунту  $V_p$  та ґрунту в природному заляганні  $V_e$  виражається формулою:

$$V_p = V_e \times \left( 1 + \frac{K}{100} \right), \quad (1.6)$$

де  $K$  – коефіцієнт залишкового розпушення виражений у процентах (%).

Побудова поздовжнього та поперечного розрізів котловану є одним із важливих завдань розмічування котловану на місцевості. Позначення на поверхні межі його укосів дозволяє визначити початок і кінець забою

землерийних машин, а також місце для встановлення різних пристроїв, які використовуються для контролю правильності улаштування укосів.

Вихідними даними для побудови верхньої брівки укосу служить зазвичай топографічний план великого масштабу. На план наносять контур будівлі з усіма необхідними числовими даними, які містяться на генеральному плані: основні поздовжні та поперечні осі будівлі, чорні позначки по кутах будівлі, планувальні позначки дна котловану та вимощення, відстані між осями, величини укосів котловану, поздовжній та поперечний ухили тощо. Приклад схеми розмічування верхньої брівки котловану наведено на рисунку 1.6.

При складному рельєфі для уточнення положення лінії укосу закладення визначають додатково у характерних місцях з урахуванням величини заданого укосу.

При розробці котловану землерийними машинами положення верхньої брівки котловану закріплюють кілками, між якими прокладають канавку.

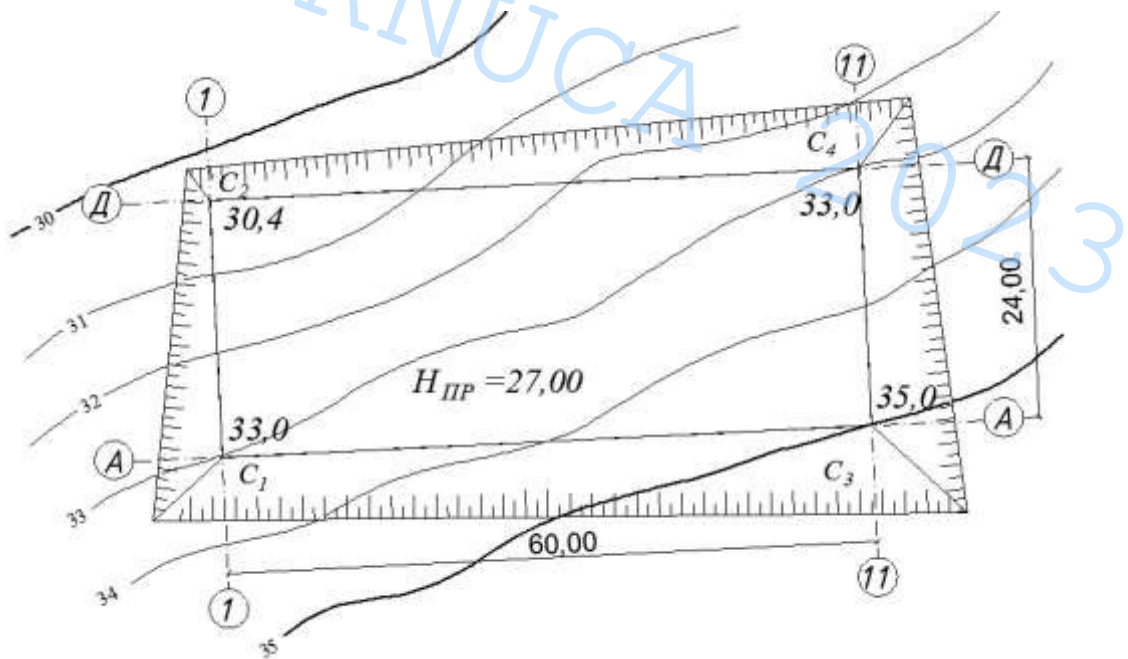


Рисунок 1.6 – Схема розмічування верхньої брівки котловану

Розмічування фундаментів – одна із відповідальних операцій, від якої залежить якість подальших будівельно-монтажних робіт. Помилки в закладці фундаменту впливають на стійкість усієї будівлі. Тому необхідно дотримуватися

встановленої точності розмічування в плані і висоті. Для кожного типу фундаментів існують свої методики розмічування. Найпоширеніші типи фундаментів: стрічкові; залізобетонні під колони.

По конструкції стрічкові фундаменти поділяють на два основні види: фундаменти (стрічки) для спирання суцільних несучих стін та фундаменти для спирання ряду колон, які несуть значне навантаження.

Найбільш поширеним видом стрічкових фундаментів під несучі стіни є збірні фундаменти, які складаються з блоків зовнішньої стіни, блоків внутрішньої стіни та блоків-подушок.

До складу розмічувальних робіт, стрічкових фундаментів входить розмічування вводів у будівлю підземних мереж, їх положення відзначається від поздовжніх та поперечних будівельних осей. Висотне положення вводів мереж визначають від робочих реперів, а при готовому фундаменті від верхнього обрізу фундаменту.

Після закладки стрічкового фундаменту із збірних елементів складають виконавчу схему, в якій показують проектні та дійсні розміри між будівельними осями, проектні та фактичні позначки обрізів фундаменту тощо.

Розбивка стрічкових фундаментів із монолітного залізобетону будується за допомогою опалубки, яка встановлюється у проектне положення від будівельних осей, закріплених на обносці. Перед укладанням бетонної суміші в опалубку контролюють її планове та висотне положення. Верхній обріз фундаменту розмічують на опалубці цвяхами, а положення у плані перевіряють від розмічувальних осей. Перенесення позначок на опалубку виконується від двох робочих реперів

Після бетонування фундаменту виконують контрольні вимірювання відстаней між осями та нівелювання поверхні фундаменту. В результаті вимірів складається виконавча схема, на якій показують відхилення від проектного положення. Воно при встановленні опалубки не повинно перевищувати наступних допусків: зсув осей опалубки від проектного положення: фундаментів – 15 мм; стін та колон – 8 мм; балок, прогонів та арок – 10 мм. Відхилення від

вертикалі або від проектного ухилу поверхні опалубки не повинно перевищувати 5 мм на 1 м висоти опалубки, але не більше 20 мм на всю висоту конструкції.

Залізобетонні фундаменти під колони застосовують переважно трьох типів: монолітні фундаменти під монолітні колони; монолітні фундаменти під збірні колони та збірні фундаменти під збірні колони. Фундаменти висотою більше 35 см споруджують ступінчастими, при цьому східці монолітних фундаментів мають горизонтальну поверхню, а збірних фундаментів – похилу.

Фундамент із монолітного бетону закладають за допомогою опалубки, яка ставиться одна на одну. У планове проектне положення опалубка встановлюється виском, який опускаються з дротів, які фіксують будівельні осі. Остаточню встановлену опалубку міцно закріплюють. На стіни опалубки виносять проектні позначки. Підколонник бетонують не до проектної позначки, а трохи нижче з розрахунком надалі, підливаючи бетонну суміш, доводять поверхню фундаменту до проектної позначки.

Щоб встановити колону на монолітний фундамент, на ньому теодолітом або тахеометром наносять поздовжні та поперечні будівельні осі, відзначаючи їхнє положення рисками на бетоні або на заздалегідь закладених металевих скобах та пластинах.

Якщо на фундаменті встановлюються металева колона з башмаком, який скріплюється анкерними болтами, то останні встановлюються ще до бетонування фундаменту. А потім ретельно перевіряються після укладки бетонної суміші ще до її схоплювання. Точне розташування анкерних болтів щодо розмічувальних осей досягають за допомогою кондукторів, які представляють собою жорсткі металеві рами з отворами для анкерних болтів.

При спорудженні фундаментів для встановлення технологічного обладнання анкерні болти зазвичай бетонують не на повну висоту, а в так званих колодязях. Наявність колодязя в фундаменті дозволяє при встановленні колон зміщувати її в необхідному напрямі для установки в проектне положення. Після вивіряння колони колодязі заповнюють бетонною сумішшю одночасно з башмаком колони. На установку анкерних болтів двічі складають виконавчу

схему: до та після бетонування на яких показують відхилення. Враховуючи високу точність установки колон у плані ( $\pm 5$  мм), необхідно, щоб похибки центрування приладу та редукції при виносі осей на фундаменти колон були близькими до нуля. Після виконання робіт складається виконавча схема перевірки фундаментів.

Розмічування збірних фундаментів для встановлення збірних колон починають з того, що по поздовжнім та поперечним будівельним осям, закріпленим на обносці, натягують дроти. Перетин осей виском переносять на дно котловану і розмічують положення трьох кутів фундаментного блоку кілками. Замість кілків також використовують шаблон, який виготовлений за розмірами типової фундаментної подушки, поєднуючи центр шаблону з точкою перетину осей колони. Ще до установки блоку поверхню землі вирівнюють та заповнюють піщаною або бетонною підготовкою до проектного рівня.

Найбільш поширеним збірним фундаментним блоком є блок стаканного типу. Геометричні розміри стакану перевіряють за допомогою шаблону. Перед встановленням колони дно стакану нівелюють і визначають товщину бетонної суміші, що підливається в стакан. Оскільки колони можуть бути зроблені з відступом від проектної довжини, то позначку дна стакану зазвичай занижують на 50-60 мм. Башмак колони на проектну позначку встановлюють з урахуванням підливу бетонної суміші в склянку.

Винесення будівельних осей на фундаменти виконується перед установкою колон і закладних частин. При цьому обов'язково контролюють планове та висотне положення фундаментів. Плановий контроль полягає в нанесенні на фундаменти поздовжніх та поперечних осей конструкцій та лінійних промірах кроку колон і прольотів. Винос будівельних осей на фундаменти виконується за допомогою теодоліта або тахеометра. Під час виконання робіт прилад встановлюється над створною, постійно закріпленою точкою і спрямовують зорову трубу на останню точку ряду, яка закріплює вісь. Після цього на всі фундаменти наносять риски у точках перетину візирного променя. Якщо при виготовленні блоків фундаментів у них були забетоновані

закладні деталі, то risks наносяться на їх поверхні. На кожному фундаменті кожен пару зазначених точок з'єднують прямою лінією, залишаючи слід на поверхні фундаменту або гранях стакану. Після цього, встановлюють прилад у створі наступної осі та аналогічно наносять осі на фундаменти, і так по всіх поздовжніх осях.

Осі на фундаментах виносять спочатку в одному напрямі, потім у напрямку перпендикулярному першому. Осі на поверхні фундаменту прокреслюють гострим інструментом, очищають від пилу і потім фарбують олійною фарбою. Спосіб контролю планового положення збірних фундаментів застосовується, коли довжина ряду фундаментів становить 120÷150 м. При великих довжинах ділянку перевіряють по окремих частинах, домагаючись того, щоб довжина візирного променя не перевищувала 150 м. В результаті перевірки складається виконавча схема.

#### **1.4 Проектні та польові геодезичні роботи при розмічуванні котловану**

Проектні роботи полягають у геодезичній підготовці до винесення проекту на місцевість. Перед винесенням проекту котловану на місцевість, виконується геодезична підготовка. Вона полягає у складанні розмічувальних креслень із зазначенням прив'язки основних осей до пунктів геодезичної основи. Матеріали, які необхідні для розмічування виконуються графічним, аналітичним або графоаналітичним (комбінованим) способами.

Графічний спосіб найчастіше застосовують, якщо проект будівлі або споруди не пов'язаний із забудовою. При цьому способі усі основні задачі планування вирішуються на плані графічно. Положення окремих точок або кутів будівель та споруд визначають за планом за допомогою циркуля, транспортиру та масштабної лінійки. Точність з якою будуть отримані координати точок на плані залежить від масштабу графічного матеріалу. Вона в свою чергу впливає і на точність розмічування будівлі або споруди на місцевості (чим більший масштаб, тим вища точність). Також великий вплив на точність графічного

методу має деформація паперу, на якому складено план. За отриманими графічно на плані прямокутними координатами шляхом вирішення зворотної геодезичної задачі, розраховується довжини та дирекційні кути окремих ліній.

Аналітичний спосіб проектування є найточнішим, оскільки всі проектні дані знаходять математично. При цьому координати окремих опорних точок (кути будівель, перетин осей проїздів, комунікацій тощо) визначають геодезичною прив'язкою в натурі. Застосування аналітичного способу особливо вигідне за наявності на будівельному майданчику геодезичної будівельної сітки. Тоді поздовжні та поперечні осі будівель та споруд розбивають відносно будівельної сітки так, щоб сума відрізків по осях давала довжини сторін квадрата або прямокутника сітки.

При графоаналітичному способі частину вихідних даних для проектування отримують графічно з топографічного плану, а всі інші дані визначають аналітично. Графоаналітичний метод найчастіше застосовують під час складання генеральних планів промислових підприємств, які підлягають реконструкції. Тоді ув'язування існуючих будівель та споруд із новими виконують аналітичним способом: визначають координати кутів існуючих будівель, колодязів інженерних мереж, точок перетину осей проїздів тощо, використовуючи на території пункти геодезичної основи.

Геодезична підготовка завершується складанням розмічувальної схеми, на якій показують: пункти геодезичної основи, опорні точки та основні осі будівель та споруд, всі аналітичні дані кутових та лінійних вимірювань, розміри будівель по осях тощо.

Польові геодезичні роботи при розмічуванні котловану полягають у винесенні проекту котловану на місцевість за матеріалами геодезичної проектної підготовки. До польових робіт належить винос: на місцевість характерних точок; прямих та кривих ліній; кутів; позначок та площин. Усі ці задачі вирішуються залежно від розміщення опорних геодезичних пунктів на будівельному майданчику, від розміру та форм будівель та споруд, від вимог щодо до точності геодезичних вимірювань, від наявності геодезичних приладів та інструментів

тощо. На практиці для винесення проекту на місцевість застосовують наступні способи:

- полярних та прямокутних координат;
- кутових, лінійних та створних засічок.

Спосіб полярних координат використовується на будівельних майданчиках, не забезпечених будівельною сіткою, а також де є можливість виконувати безпосередні лінійні виміри від пунктів опорної сітки до характерних точок будівель та споруд. Полярний спосіб широко застосовують і при міському будівництві визначення червоних ліній проїздів в умовах закритої місцевості або внутрішньо-квартальної забудови.

Сутність способу полягає у винесенні на місцевість за даними проекту координати точки споруди (рис. 1.7). Зазвичай поблизу споруди прокладається полігонометричний хід з пунктами. Довжину лінії та кут отримують при розв'язанні зворотної геодезичної задачі за відомими формулами.

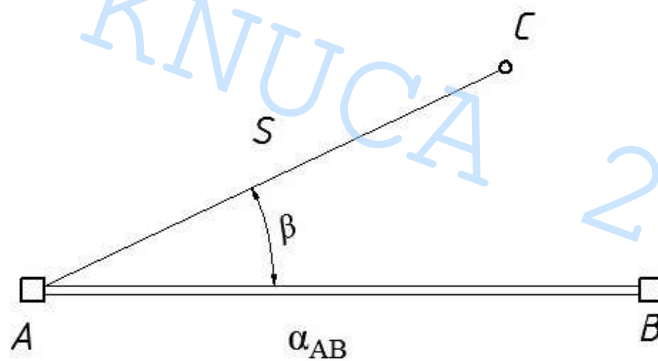


Рисунок 1.7 – Схема полярного способу

Положення точки на місцевості визначають теодолітом або тахеометром, які центрують над точкою  $A$  та орієнтують лімб по базисній лінії  $AB$  на точку  $B$  (рис. 1.7). Потім на лімбі горизонтального круга виставляється нуль. Далі обертаючи алідаду при закріпленому лімбі, прилад повертають на заданий кут, відклавши по цьому напрямку полярну відстань, одержують на місцевості проектне положення точки.

Точність розмічування точки при полярному способі залежить від точності побудови вихідних пунктів  $A$  і  $B$ , а також від точності побудови кута і вимірювання полярної відстані. Малі за величиною похибки побудови вихідних пунктів  $A$  і  $B$  не впливають на точність розмічування заданої точки. Середня квадратична похибка положення точки  $m_i$ , розраховується за формулою:

$$m_i = \sqrt{m_S^2 + m_\beta^2}, \quad (1.7)$$

де  $m_S$  – похибка при визначенні довжини лінії  $S$ ;

$m_\beta$  – похибка при вимірюванні кута  $\beta$ .

Спосіб прямокутних координат застосовується за наявності на будівельному майданчику будівельної сітки, у системі координат якої задано положення усіх характерних точок проекту. Суть способу полягає в тому, що всередині квадрата (рис. 1.8) будівельної сітки розмічують осі будівлі, координати яких задані проектом. Для отримання в натурі положення, одного з кутів будівлі, відкладають від опорного пункту будівельної сітки горизонтальне прокладання відрізка  $x$  (абсциса), потім, закріпивши в створі точку  $M$ , будують на цій точці теодолітом або тахеометром перпендикуляр  $y$  (ордината) і закріплюють точку  $N$ . Далі аналогічно виконують розмічування точки  $F$ , розташованої на основній поздовжній осі будівлі.

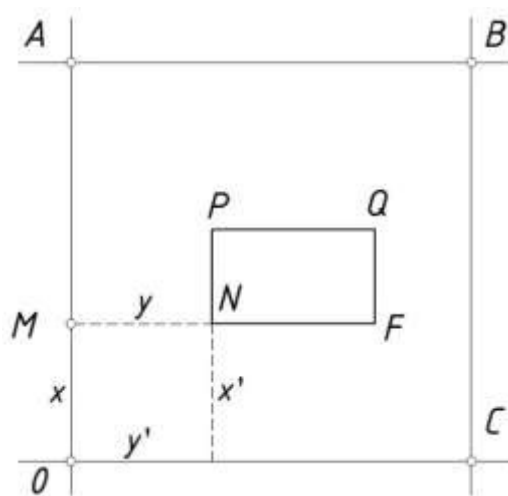


Рисунок 1.8 – Схема методу прямокутних координат

Довжину відрізка  $NF$  ретельно вимірюють та порівнюють з проектною довжиною. Відрізок  $NF$  є базисом, від якого детально розмічують усі інші частини будівлі. Контролем розмічування точок кутів будівлі можуть бути відстані, виміряні як доповнення до розмірів сторін будівельної сітки. Тому будь-яка точка будівлі може бути отримана двічі. Наприклад, положення точки  $N$  може бути визначено вдруге за координатами  $x'$  і  $y'$  (рис. 1.8).

Основне джерело похибок при розмічуванні способом прямокутних координат є: похибка відкладання абсциси  $x$  та ординати  $y$ , а також похибка побудови прямого кута на місцевості. Інші похибки: побудови вихідних опорних пунктів, центрування та редукції мало впливають на точність розмічування і їх можна не враховувати. Тому точність розбивки точки способом прямокутних координат оцінюється за формулою:

$$m = \sqrt{\left(\frac{m_s}{s}\right)^2 \times (x^2 + y^2) + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2}, \quad (1.8)$$

де  $m_s/S$  – середня відносна похибка відкладання абсцис та ординат;

$m_\beta$  – середня квадратична похибка побудови кута;

$\rho$  – радіан.

Аналіз числового виразу формули (1.8) показує, що найбільшою похибкою є  $m_s$ . Тому для підвищення точності розмічування підвищують точність лінійних вимірів.

Спосіб прямої кутової засічки найчастіше використовується за наявності місцевих перешкод, коли безпосередні вимірювання лінії неможливі або коли точки, що визначаються, розташовані на різних рівнях і віддалені від опорних пунктів на значні відстані. Такі умови нерідко спостерігаються під час будівництва мостів та гідротехнічних споруд. Сутність способу полягає в тому, що положення точки  $A$  (рис. 1.9) на місцевості визначається відкладанням кутів  $\alpha$  і  $\beta$  від напрямів IV-V і V-IV відповідно. У точці перетину продовження сторін

$a$  і  $b$  отримують шукану точку  $A$ . Значення кутів  $\alpha$  і  $\beta$  обчислюють, користуючись координатами двох опорних точок  $IV-V$  і запроєктованої точки  $A$ .

Точність розмічування цим способом залежить від точності визначення базису  $S$ , від точності побудови та значення кутів  $\alpha$  та  $\beta$ .

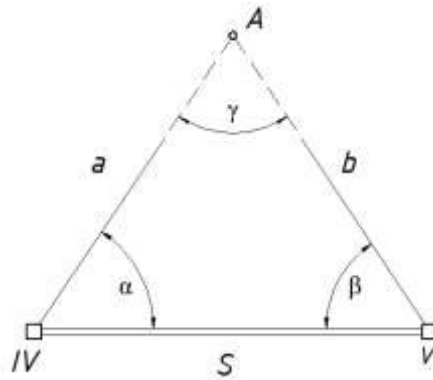


Рисунок 1.9 – Схема прямої кутової засічки

Нехтуючи похибками у положенні вихідних пунктів  $IV$  і  $V$ , середня квадратична похибка прямої кутової засічки  $m$  розраховується за формулою:

$$m = \frac{m_{\beta}}{\rho \cdot \sin(\alpha + \beta)} \times \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (1.9)$$

де  $m_{\beta}$  – похибка вимірювання кута приладом;

$$\rho = 206\,265'';$$

$a$  і  $b$  – довжини сторін засічки;

$\alpha$  і  $\beta$  – куты засічки.

Згідно формули (1.9) можна зробити висновок, що найменше значення середньої квадратичної похибки  $m$  буде при  $\sin(\alpha + \beta) = 1$ . Похибка зростатиме при прагненні  $\sin(\alpha + \beta)$  до нуля. Дослідженнями встановлено, що найбільша точність визначення положення точки  $A$  (рис. 1.9) коли кут засічки  $\gamma = 109^{\circ}28'$  і  $\alpha = \beta = 35^{\circ}16'$ . У всіх інших випадках похибка при визначенні точки способом прямої кутової засічки буде більшою.

Спосіб лінійної засічки застосовують, коли відстані до проекрованої точки  $C$  (рис. 1.10) від двох опорних точок  $A$  і  $B$  не перевищують довжину мірного приладу, а кути  $\alpha$  і  $\beta$  будуть не менше  $40^\circ$  і не більше  $140^\circ$ .

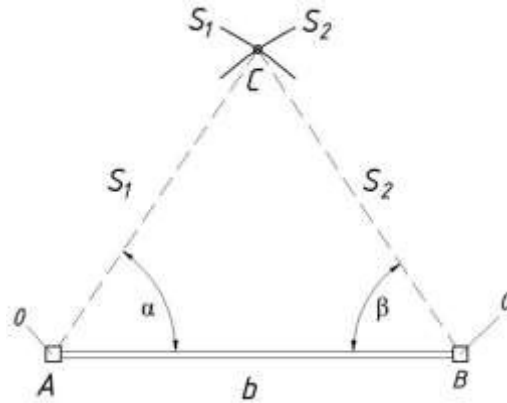


Рисунок 1. 10 – Схема лінійної засічки

Суть лінійної засічки полягає у тому, що на початку обчислюються за координатами значення сторін. Далі два мірні прилади, нульові штрихи яких прикладають до точок  $A$  і  $B$  втримують їх. Мірні стрічки розтягують так, щоб вони перетнулися в точках відліків  $S_1$  та  $S_2$ . Точку перетину  $C$  відзначають кілком.

Отримана в результаті лінійної засічки точка  $C$  контролюється від третьої опорної точки, при цьому сторони трикутника похибок не повинні перевищувати 1-2 см. В іншому випадку положення точки визначають наново.

Точність розбивки способом лінійної засічки оцінюють за формулою:

$$m = \frac{m_S}{S} \times \frac{S_1 + S_2}{2} \times \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{p \times (p - S_1) \cdot (p - S_2) \cdot (p - b)}}, \quad (1.10)$$

$$\text{де } p = \frac{S_1 + S_2 + b}{2}.$$

Якщо відрізки  $S_1$  та  $S_2$  перетинаються під прямим кутом, точність оцінюється за спрощеною формулою:

$$m = \frac{m_s}{s} \times \sqrt{S_1^2 + S_2^2}. \quad (1.11)$$

Спосіб створної засічки широко використовується при розмічуванні промислових, гідротехнічних, житлових та інших будівель та споруд, де осі перетинаються переважно під прямим кутом. Положення проектної точки  $C$  (рис. 1.11) знаходять перетином двох ліній, отриманих візуванням по двох створах 1–2 та 3–4. Координати точки  $C$  ( $X_C$  та  $Y_C$ ) отримуються із відомих рівнянь.

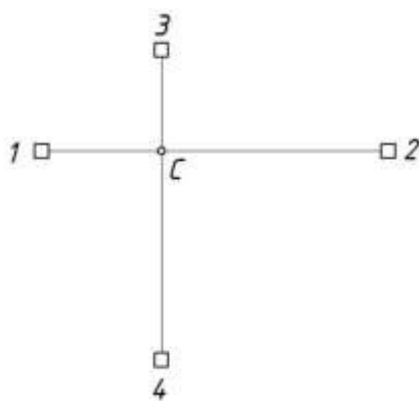


Рисунок 1.11 – Схема створної засічки

Середня квадратична похибка побудови створу розраховується за формулою:

$$m_{\text{ств}}^2 = m_{\text{Д}}^2 + m_{\text{Ц}}^2 + m_{\text{Р}}^2 + m_{\text{В}}^2 + m_{\text{Ф}}^2 + m_{\text{НУ}}^2, \quad (1.12)$$

де  $m_{\text{Д}}$  – похибка вихідних даних;

$m_{\text{Ц}}$  і  $m_{\text{Р}}$  – похибка відповідно центрування приладу і редукування візирної цілі;

$m_{\text{В}}$  – похибки візування;

$m_{\text{Ф}}$  – похибка на зміну фокусування зорової труби;

$m_{\text{НУ}}$  – похибки, які виникають внаслідок впливу навколишніх умов.

Багаторічні дослідження показують, що найбільш істотний вплив на точність засічки створює похибка зовнішніх умов  $m_{\text{НУ}}$ , зокрема вплив бічної рефракції. Остання виникає внаслідок різної температури повітря на лінії візування. Цим дослідженням встановлено, що в умовах будівельного

майданчика положення середньої точки при створних спостереженнях в ранковий та вечірній часи може коливатися до 5 мм при довжині створу 300 м.

Геодезичні роботи на будівельному майданчику у підготовчий період також включають в себе побудову на місцевості заданих горизонтальних кутів та виносу в натуру проектної довжини.

При побудові на місцевості кута дається лише один напрям, інший необхідно знайти. При цьому похибка колімаційна і за нахил осі обертання труби теодоліту доводиться до можливого мінімуму, що дозволяє будувати кут при одному положенні вертикального круга. Сутність побудови на місцевості заданого кута полягає у наступному.

Встановивши теодоліт або тахеометр над точкою (вершина кута), поєднують алідаду з лімбом на нульовому відліку та орієнтують прилад по лінії заданого напрямку. Закріпивши лімб, відкріплюють алідаду, відкладають заданий кут і відзначають точку під час першого прийому. Далі будується на місцевості заданий кут при іншому положенні вертикального круга. За наявності колімаційної похибки у приладі на місцевості буде відзначено точку у другому прийомі, яка не буде співпадати з першою. Далі відрізок (відстань між двома шуканими точками) ділять навпіл і намічають шукану точку. Таким чином побудований на місцевості проектний кут буде вільний від впливу колімаційної похибки.

Винос у натуру проектної довжини полягає у побудові на місцевості відрізка заданої довжини. Для цього від опорної точки відкладають горизонтальне прокладання, рівне проектному значенню. При цьому поправки в лінію вводять безпосередньо в процесі вимірювання, тоді як при звичайних нерозмічувальних геодезичних роботах похибки визначаються після вимірювання. У цьому полягає особливість і деяка складність розмічувальних робіт, оскільки дані, якими визначають поправки, або невідомі, або можуть бути отримані приблизно. Тому при винесенні заданої довжини на місцевість застосовують той самий прийом, що і при побудові кутів: спочатку відкладають та закріплюють деяку проектну відстань, яку вимірюють із необхідною точністю.

Отримавши після камеральної обробки довжину виміряного відрізка і порівнявши її з проектним значенням, знаходять лінійну поправку, яку відкладають від кінцевої точки відрізка з урахуванням знаку поправки.

GISUT KNUCA 2023

## 2 ОПИС ОБ'ЄКТУ РОБІТ

### 2.1 Характеристика об'єкту робіт

Комплекс інженерно-геодезичних вишукувань на об'єкті «Будівництво житлового будинку по вул. Броварської сотні, 16, м. Бровари, Київської області» виконувався з метою отримання точних, повних та достовірних даних про стан місцевості, необхідних для комплексної оцінки природних умов, які впливають на проектні рішення.

Місце розташування об'єкта: Україна, Київська область, Броварський район, місто Бровари (рис. 2.1). Інженерно-геодезичні вишукування виконані згідно з Завданням замовника – Комунальне підприємство «Міське управління капітального будівництва».



Рисунок 2.1 – Місце розташування об'єкту

Ділянка робіт для проведення інженерно геодезичних вишукувань в адміністративному відношенні розташована на території населеного пункту: Київська область, Броварський район, місто Бровари, та відноситься до помірно-континентального кліматичного району.

Згідно фізико-географічної карти України, ділянка вишукувань відноситься до Причорноморської низовини. Клімат області помірно-континентальний, з жарким літом і малосніжною, переважно теплою зимою, характеризується чітко означеною посушливістю. Середня температура липня  $+23^{\circ}\text{C}$ , січня  $-4^{\circ}\text{C}$ . Максимум опадів випадає влітку. У квітні-травні-суховії, періодично – «чорна буря». На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів – 448 мм.

До складу об'єкта дослідження входить міський двір, та прилегла територія II технічної категорії загальною площею 0,7381 га.

На земельній ділянці проведення інженерно-геодезичних робіт розташовані наступні інженерні комунікації: водопровід; каналізаційна мережа; мережа теплофікації; кабелі зв'язку; лінії електромережі та мережею газопостачання.

Абсолютні позначки висот коливаються від 60 до 62 метрів.

## **2.2 Вихідні дані для проектування котловану будівлі**

Проектування котловану будівлі виконувалося на топографічному плані масштабу 1:500 (рис. 2.2), який був сформований на досліджуваній об'єкт по вул. Броварської сотні, 16, м. Бровари, Київської області для комплексної оцінки та проектування.

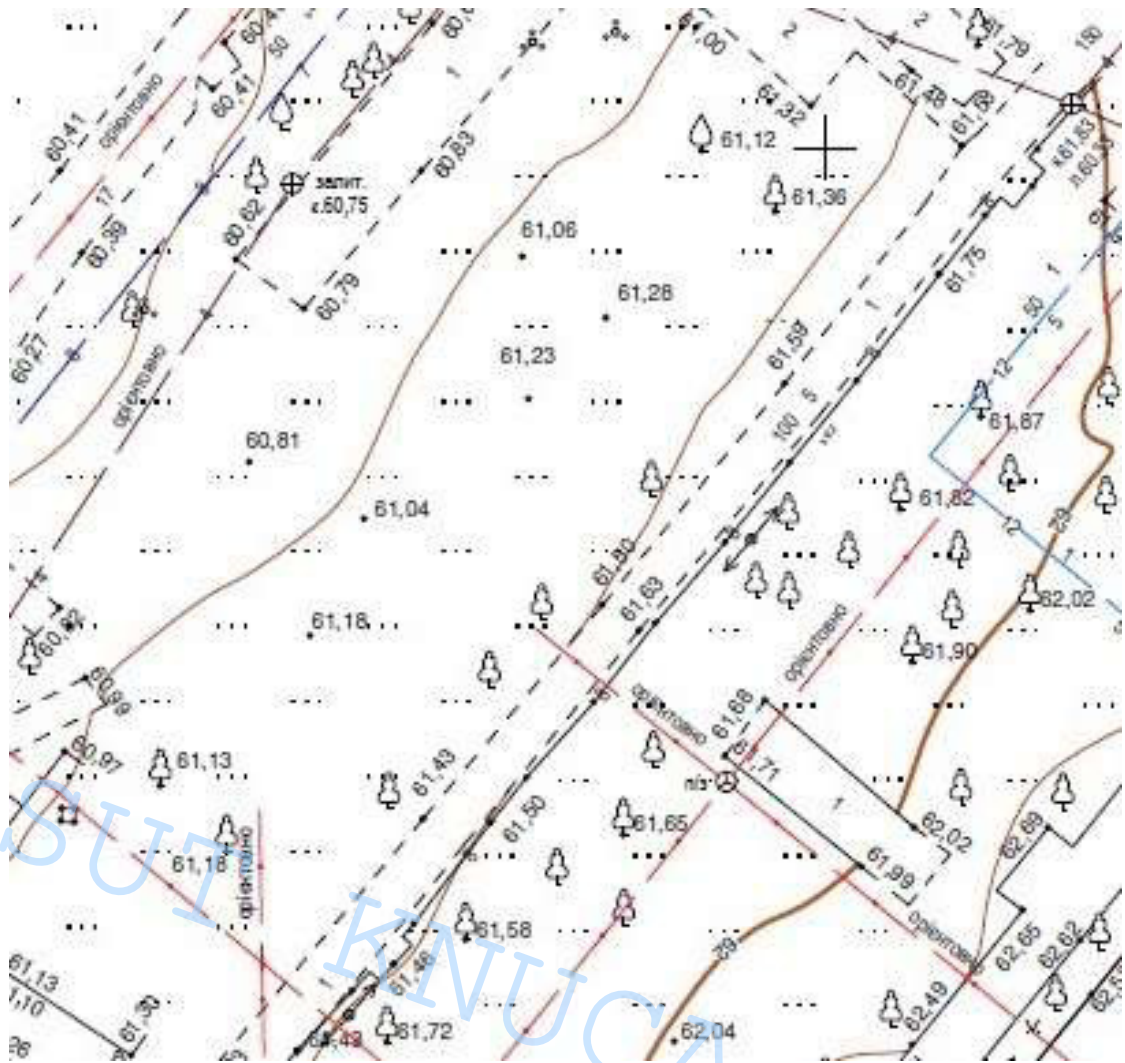


Рисунок 2.2 – Фрагмент топографічного плану М 1:500 на об'єкт робіт

Для проекту топографічної зйомки при проведенні інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва використовувався космічний знімок Esri World Imagery на територію об'єкта масштабу 1:5000 (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Космічний знімок території об'єкта виконання робіт

Також безпосередньо для проекту розмічування котловану використовувалися архітектурні креслення на будівництво будівлі: план фундаменту масштабу 1:200 (рис. 2.4); розріз 1-1 масштабу 1:100, фрагмент якого представлений на рисунку 2.5.

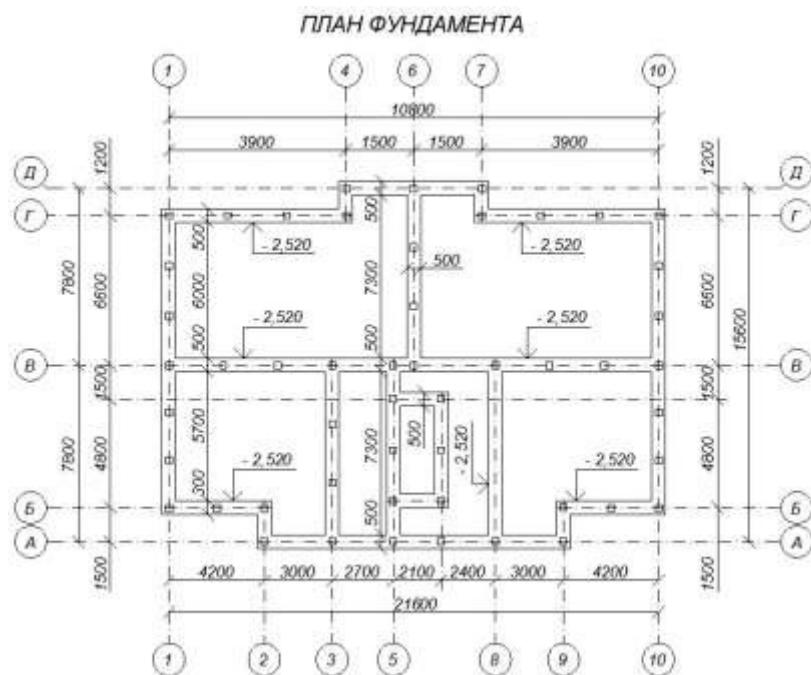


Рисунок 2.4 – План фундаменту на позначці -2,520 м

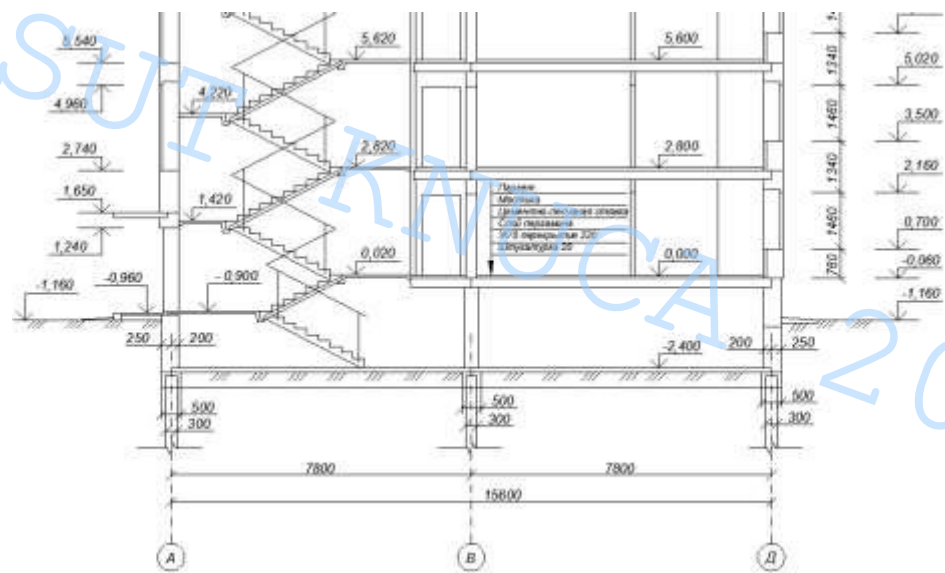


Рисунок 2.5 – Фрагмент розрізу 1-1

Будівля для якої виконується проектування котловану, має наступні характеристики: типовий проект дванадцяти поверхового житлового будинку із великих блоків; тип конструкції – неповний каркас; тип фундаменту – пальовий.

### **2.3 Характеристика геодезичного обладнання для інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва будівель**

Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва будівель, виконуються за допомогою сучасних електронних тахеометрів та глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS).

Тахеометр – це геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній і перевищень. Наявність мікропроцесора з потужним програмним забезпеченням дозволяє виконувати необхідні вимірювання і розрахунки швидко і з мінімальною похибкою, а також запам'ятовувати і обробляти великий обсяг інформації. Тахеометр використовується для виконання наступних інженерно-геодезичних робіт: розмічування; визначення координат і висот точок місцевості; топографічна зйомка місцевості; винесення на місцевість висот і координат проектних точок. Винесення проектних точок на місцевість (позначки висот або координати) в основному виконується непрямыми методами вимірювань, використовуючи прямі і зворотні засічки, тригонометричне нівелювання тощо.

Види тахеометрів класифікуються за їх властивостями і представлені на схемі (рис. 2.6).

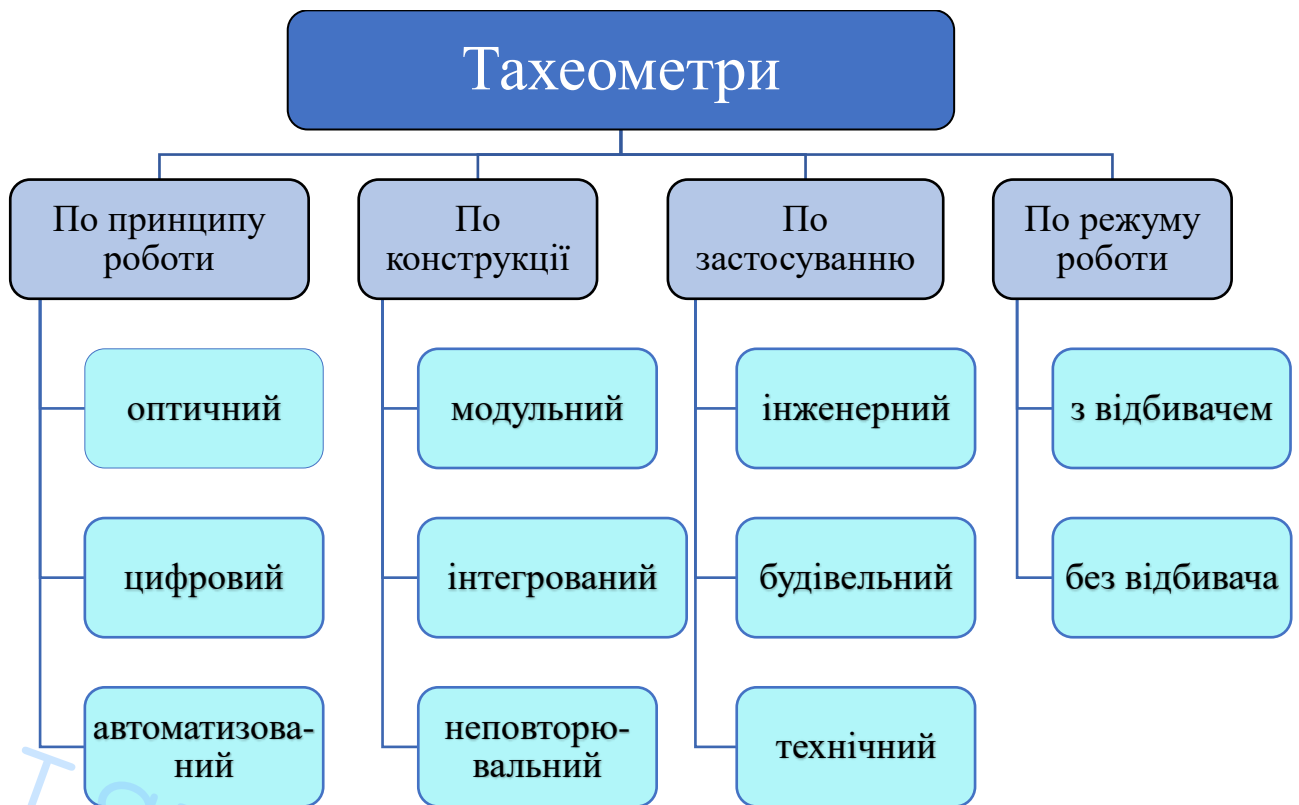


Рисунок 2.6 – Класифікація тахеометрів

Згідно представленої класифікації тахеометри по застосуванню поділяються на: будівельні; технічні; інженерні. Будівельні і технічні тахеометри використовуються у будівництві для проведення традиційної зйомки та оснащені далекоміром і дисплеєм. Алідада в цих приладах відсутня.

Інженерні прилади мають більшу точність і функціональність, яка набагато вища ніж у технічних і будівельних аналогів. На будівництві через велику кількість «рутинних» операцій перевагу віддають більш дешевим технічним приладам, а при виконавчих зйомках і більш складних розмічувальних роботах необхідні моделі інженерного класу.

Типи тахеометрів також мають відмінність за принципом роботи. Номограмні (оптичні) тахеометри забезпечені спеціальним номограмним кругом і призначені для вимірювання на місцевості горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній та їх горизонтальних проєкцій.

Цифрові тахеометри – це електронно-оптичні прилади для геодезичних робіт з далекоміром без відбивача, нескінченними навідними гвинтами і зміною градації лімба відповідно до класу виконання робіт.

Автоматизовані тахеометри – це тахеометри з сервоприводом і системами розпізнавання, захоплення і спостереження за ціллю, які дозволяють виконувати роботи одному спостерігачеві та забезпечують додаткову гарантовану точність вимірювань.

Принцип роботи тахеометра заснований на фазовому або імпульсному методах. У першому випадку вимірюється різниця фаз між променями: що проектується і поверненими, а в другому – час проходження променю до відбивача і назад.

По конструкції виділяють:

- модульні – тахеометри, які складаються з окремо сконструйованих елементів (кутомірних, віддалемірних, зорової труби, клавіатури і процесора);
- інтегровані – тахеометри, в яких всі пристрої (оптичний теодоліт, світловіддалемір і система GPS) поєднані в єдиний механізм.

Неповторювальні прилади – тахеометри, в яких лімби наглухо закріплені з підставкою і мають лише закріпні гвинти або пристосування для повороту і закріплення його в різних положеннях.

Діапазон вимірювання відстаней залежить від режиму роботи тахеометра:

- відбивний – до 5 кілометрів (при декількох призмах ще далі);
- без відбивача – до 1,5 кілометрів.

Моделі тахеометрів, які мають режим без відбивача можуть вимірювати відстані практично до будь-якої поверхні. На точність тахеометра при вимірюваннях істотно впливають умови роботи: температура, вологість, тиск, тип поверхні тощо.

Випуск електронного тахеометра AGA-136 (Швеція), у якому оптична система відліку кутів була замінена на електронну, став потужним поштовхом в геодезичному приладобудуванні. Завдяки цього відкрилися широкі можливості у автоматизації роботи інженерів-геодезистів.

Глобальна навігаційна супутникова система GNSS (Global Navigation Satellite System) – це супутникові системи (найбільш поширені GPS і ГЛОНАСС), які використовуються для визначення місця розташування в будь-якій точці земної поверхні з застосуванням спеціальних навігаційних або геодезичних приймачів. GNSS-технології знайшли широке застосування в:

- розвиток опорних геодезичних мереж усіх рівнів (глобальні, знімальні);
- виконанні нівелірних робіт;
- поширенні єдиної високоточної шкали часу;
- дослідженні сейсмічної активності і вулканізму, рухів полюсів, земної поверхні, гірських порід і льодовиків тощо;
- забезпеченні видобутку корисних копалин;
- геодезичному забезпеченні будівництва, прокладки кабелів, шляхопроводів, ЛЕП, і інших інженерно-прикладних робіт;
- кадастрові та землепорядні роботи;
- картографії та геоінформації.

Основними перевагами сучасних GNSS-технологій є:

- не потрібна пряма видимість між пунктами;
- автоматизація вимірювань зводить до мінімуму помилки спостерігачів;
- цілодобове визначення за будь-яких погодних умов координат об'єктів;
- точність GNSS-визначень мало залежить від погодних умов;
- скорочуються терміни проведення робіт в порівнянні з традиційними методами;
- результати вимірювань представляються в цифровому вигляді і можуть бути легко експортовані в картографічні або географічні інформаційні системи (ГІС). Класифікація GPS- приймачів представлена на схемі (рис. 2.7).

Сучасний геодезичний GPS-приймач складається з трьох основних елементів: приймача, антени, контролера.

Основний пристрій – це приймач, який отримує інформацію від супутників, обробляє її, а також проводить запис в пам'ять або на зовнішній носій. Приймаючий елемент – це антена, а контролер дозволяє керувати роботою приймача.

Складність технічних рішень і обсяг апаратних витрат впливає на розподіл супутникових приймачів на одноканальні та багатоканальні.

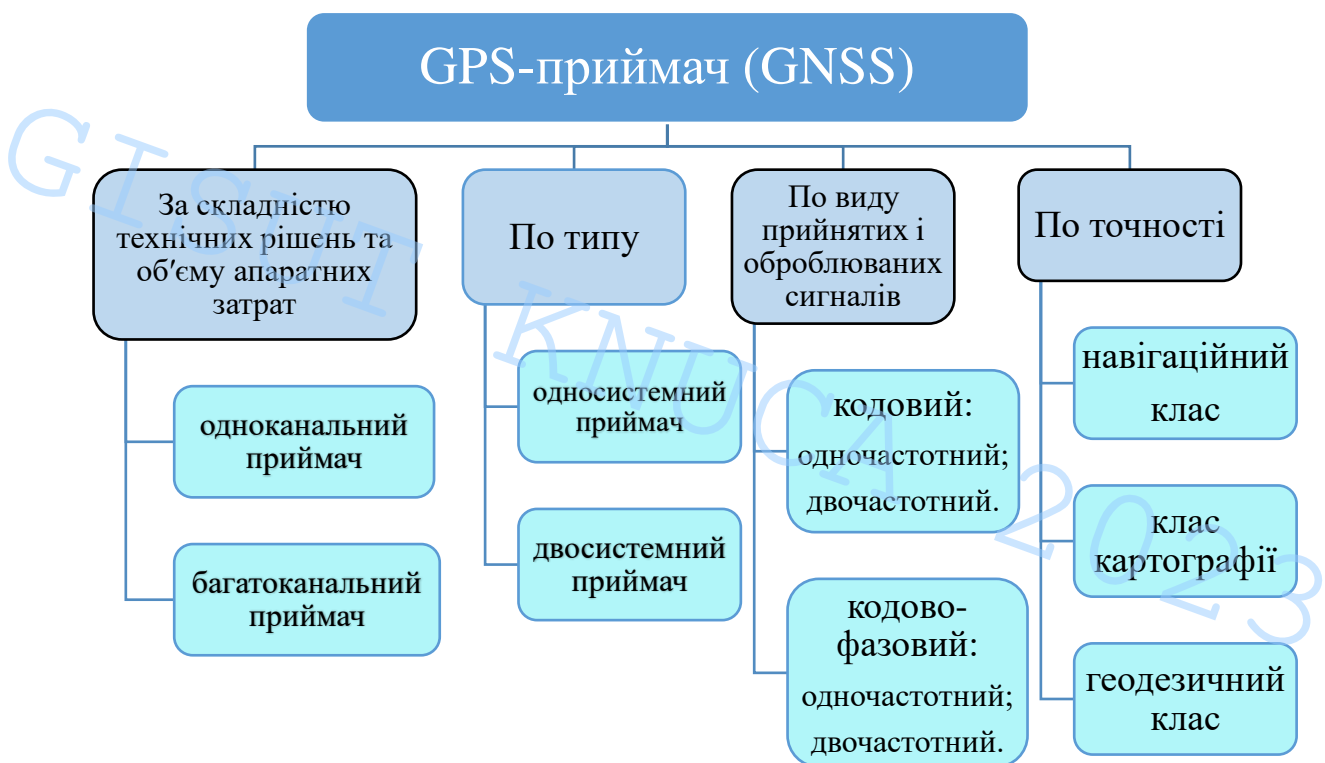


Рисунок 2.7 – Класифікація GPS приймачів

Одноканальний приймач – дозволяє в кожний поточний момент часу вести прийом і обробку сигналу тільки одного супутника, а багатоканальний навпаки одночасно приймати та обробляти сигнали з декількох супутників. На даний час в основному випускаються багатоканальні приймачі. Також приймачі можна розділити на два типи:

- односистемний, який приймає сигнали тільки GPS;

– двосистемний, який може приймати сигнали ГЛОНАСС і GPS.

Залежно від виду прийнятих сигналів і сигналів що обробляються приймачі діляться на кодові та кодово-фазові, які в свою чергу можуть бути одночастотними або двочастотними.

Кодові приймачі призначені для визначення тривимірного положення точки, швидкості і напрямку руху. Вони дозволяють визначати планове положення точки, як правило, з точністю до одиниць в метрах, а висотне положення визначається з точністю близько 10 м. (Двочастотні кодові приймачі забезпечують субметрову точність). Для підвищення точності висотних вимірювань в них вбудовують баровисотомір. Ці приймачі використовуються при виконанні польових географічних і геологічних робіт. Результати зйомки накопичуються і зберігаються в пам'яті приладу, а потім вводяться в комп'ютер для подальшої обробки.

По точності визначення координат супутникові приймачі поділяються на три класи:

- навігаційний клас –  $150 \div 200$  м;
- клас картографії та ГІС –  $1 \div 5$  м;
- геодезичний клас – до 1 см ( $1 \div 3$  см в кінематичному режимі, до 1 см при статичних вимірах).

При вимірюваннях в геодезії використовують мінімум два приймача. І відповідно щодо необхідної точності та об'ємів робіт, застосовують наступні види зйомки: статика; швидка статика; кінематика «Stop & go»; кінематика; кінематика в реальному часі (RTK).

Класичним методом зйомки є зйомка у статичному режимі, який добре підходить для всіх розмірів базисів (коротких, середніх і довгих). Суть зйомки полягає у тому, що дві антени приймачів, які центровані над пунктами, одночасно збирають дані вимірювань на кінцях базису за встановлений період часу. Вони повинні для цього режиму спостережень одночасно відстежувати мінімум чотири і більше супутників, записувати дані з однаковим періодом і мати однакові значення кута граничного підвищення. Тривалість сеансу

вимірювань в цьому режимі може тривати від декількох хвилин до декількох годин.

Оптимальна тривалість сесії обсервації визначається дослідним шляхом і залежить від наступних чинників:

- довжини вимірюваної базової лінії;
- кількості супутників в полі зору;
- геометричного фактору (Dilution of Precision, DOP);
- розташування антени;
- рівня активності іоносфери;
- типу використовуваних приймачів;
- вимог щодо точності;
- необхідності вирішення неоднозначності несучої фази.

Одночастотні приймачі в основному використовуються для базисних ліній, довжина яких не перевищує 15 км. Для базисних ліній довжиною понад 15 км застосовуються двочастотні приймачі.

На сьогоднішній день перевага надається двочастотним приймачам. Тому що вимірювання виконується за двома частотам, що дозволяє майже повністю усунути іоносферні похибки вимірювання фази коду і несучої та забезпечити більшу точність, ніж одночастотні приймачі при визначенні довгих базисів і під час підвищеної активності іоносфери (іоносферних штормів). Також скоротилися сеанси вимірювань для отримання визначень заданої точності.

Режим зйомки Швидка статика відрізняється від Статики тільки тим, що час зйомки однієї точки зменшується до 10÷15 хвилин.

Режими вимірювань «стою-йду» (stop & go) і кінематичний дозволяють швидко відстежувати велику кількість точок, при виконанні умови, що приймач утримує захват супутників протягом усього часу переміщення між точками.

Режим вимірювань «стою-йду» є ідеальним для малих площ, на яких точки спостережень розташовані поруч одна з одною і на яких відсутні перешкоди для проходження радіосигналів від супутників. У цьому режимі, як правило,

необхідно використовувати польовий контролер для перемикання між режимами «stop» і «go», а так само для контролю процесу зйомки.

При визначенні траєкторії рухомого приймача щодо іншого нерухомого супутникового приймача, використовується Кінематичний (Kinematic) режим вимірювань. Для цього режиму місця розташування точок обчислюються із заздалегідь установленими інтервалами часу. Він є ідеальним при відстежуванні траєкторії рухомих транспортних засобів наприклад: профілювання доріг; суден що рухаються; визначення місць розташування винесених у відкрите море платформ; позиціонування літаків, що летять тощо.

При геодезичній зйомці у режимі Кінематична зйомка в реальному часі (RTK), диференціальні поправки передаються від базового приймача одному або декільком рухомих приймачам для визначення місцезнаходження спостережуваного об'єкта у режимі реального часу. Для цього режиму необхідно, щоб базовий приймач мав вбудований (УКВ) або зовнішній (GSM) модем для передачі поправок на приймач, що рухається, який, теж повинен мати відповідний модем для прийому цих поправок. Метод Кінематична зйомка в реальному часі є найшвидшим методом зйомки супутниковими приймачами, але менш точним. Він ідеально підходить для топографічної зйомки, межування земель, виносу точок в натуру тощо.

## 3 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ НУЛЬОВОГО ЦИКЛУ БУДІВНИЦТВА З РОЗМІЧУВАННЯ КОТЛОВАНУ БУДІВЛІ

### 3.1 Технологічна схема геодезичних робіт розробки проекту нульового циклу будівництва житлового будинку

На початку розробки проекту котловану під житловий будинок, розроблена технологічна схема виконання геодезичних робіт. Весь нульовий цикл будівництва будівлі складеться з двох основних етапів: польові роботи (інженерно-геодезичні вишукування) та проектного підготовчого (розмічувальні роботи котловану). Кожен із основних етапів складеться із окремих видів геодезичних робіт, які необхідно виконувати згідно розробленої технологічної схеми перед початком роботи (рис. 3.1).

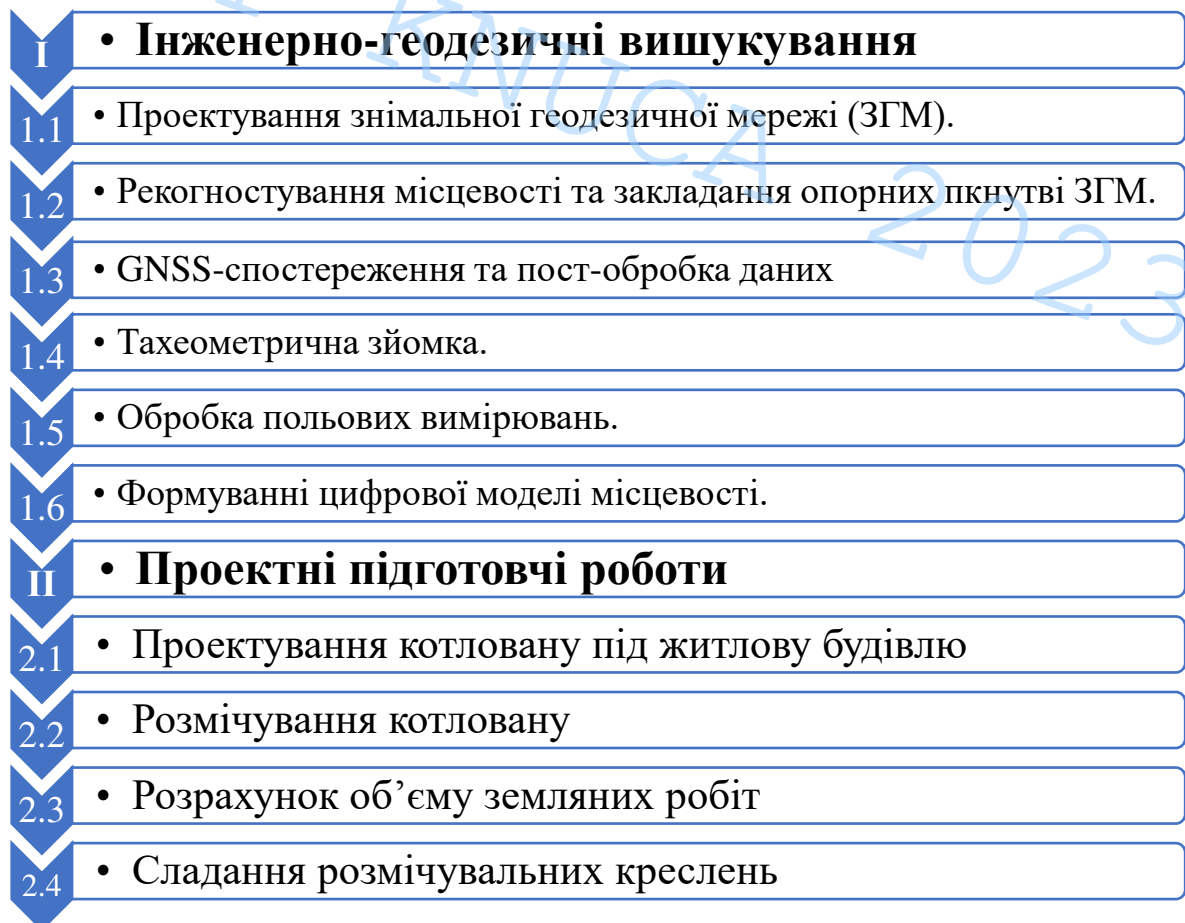


Рисунок 3.1 – Технологічна схема нульового циклу будівництва будівлі

Перший основний етап – це інженерно-геодезичні вишукування для створення планово-висотного обґрунтування будівництва. На основі цього етапу приймаються оціночні рішення та виконується проектування будівлі. Роботи, які проводяться під час виконання першого етапу: проектування зйомочної геодезичної мережі (далі ЗГМ); рекогностування місцевості та закладання опорних пунктів мережі згущення; GNSS-спостереження та пост обробка; виконання тахеометричної зйомки; обробка польових вимірювань; формування цифрової моделі місцевості.

Проектування мережі згущення ЗГМ виконувалось на космічному знімку масштабу 1:5000. Територія об'єкту дослідження має пологий рельєф і не забудована, тому мережа згущення складається з двох опорних пунктів, які слугують базисом для виконання тахеометричної зйомки місцевості.

Під час рекогностування місцевості виконано закладання опорних пунктів на які складені картки за місцем розташування. У подальшому ці пункти використовують для виносу проекту на місцевість і обслуговування будівельно-монтажних робіт.

При визначенні координат опорних пунктів ЗГМ виконувалися GNSS-спостереження статичним методом у режимі RTK. Режим RTK дозволяє отримати координати у реальному часі, тому тахеометрична зйомка виконувалася відразу після GNSS-спостережень. Також при виконанні тахеометричної зйомки велись абриси та збиралася інформація про об'єкти території, яка вносилася під час формування цифрової моделі місцевості.

Обробка польових вимірювань та складання топографічного плану на досліджувану територію, виконувалася у програмному комплексі Delta/Digitals з використанням модулів «Геодезія» та «Сбір».

Другий основний етап – це проектні підготовчі роботи, які проводяться у камеральних умовах в результаті яких виконуються розрахунки та розмічувальні креслення. До складу проектних робіт входять: проектування котловану під житлову будівлю; розмічування котловану; розрахунок об'єму земляних робіт; складання розмічувальних креслень.

Перед початком проектування цифрова модель місцевості була експортована із програми Delta/Digitals у програму AutoCAD, в середовищі якого виконувалися усі проектні роботи підготовчого етапу.

Для розрахунку розмічувальних елементів котловану, виконано проектування основних осей будівлі, на цифровій моделі, згідно вимог нормативних документів та плану фундаменту.

Далі виконано розрахунок розмічувальних елементів котловану зі складанням розмічувального креслення. На основі розмічувального креслення розрахований об'єм земляних робіт при виїмці ґрунту та складено розмічувальне креслення винесення котловану на місцевість.

### **3.2 Вибір геодезичного обладнання для виконання інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва.**

Інженерно-геодезичні вишукування на підготовчому етапі польових робіт для проектування котловану будівлі, виконувались GNSS приймачем SOUTH S660P (рис. 3.2). Цей двочастотний прилад для статичної геодезичної зйомки у RTK режимі з пост-обробкою, був обраний згідно вимог Постанови КМ [20], які висуваються до точності при побудові мереж згущення та знімальної мережі для топографічної зйомки.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вид GNSS RTK приймача South S660P з контролером H3 plus та сервісом Surv X [21]

South S660P має унікальне технічне рішення серед GNSS приймачів для RTK зйомки, яке засноване на технологіях компанії Trimble (Pacific Crest) – OEM модулів BD930. 220 каналів стеження у трьох частотних діапазонах систем GPS та ГЛОНАСС, а також у двох частотних діапазонах систем Beidou та Galileo, забезпечують ефективне практичне застосування з високими характеристиками по точності та швидкодії. Основні характеристики наведені у таблиці 3.1.

У приймач SOUTH S660P інтегрована високоточна професійна GNSS плата, антена зі згладжуванням несучої фази, загальний двонаправлений модуль зв'язку Bluetooth, високочастотна плата живлення, батарея великої ємності та інтелектуальна система керування. Зв'язок з контролером здійснюється за допомогою бездротового з'єднання Bluetooth.

Усі приймачі South S660 з платою Trimble BD940 з 1 січня 2020 року поставляються з безкоштовним сервісом South Slink Assist, який дозволяє працювати до 5 хвилин з сантиметровою точністю при втраті поправок від базової станції. Забезпечує отримання сантиметрової точності у статичному режимі, режимі реального часу (RTK), а також у мережевому режимі (VRS, FKP, MAC, NRS).

Таблиця 3.1 – Основні характеристики GNSS приймача South S660P

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
GNSS приймач South S660P (Trimble BD930)	
Кількість каналів	220
GPS	L1 C/A, L2E, L2C, L5
ГЛОНАСС	L1 C/A, L2 C/A
BDS	B1, B2
Galileo	E1, E5A, E5B, E5AAItBoc
QZSS	L1 C/A, L1SAIF, L2C, L5
SBAS	L1 C/A, L5
Вихід даних	NMEA-0183, TSIP
Формат прийому поправок	RTCM 2.x, RTCM 3.x, RTCA, CMR
Темп надання даних	1 Гц
Холодний старт	до 30 сек
Характеристики по точності	
Автономний режим	< 2.0 м
SBAS	план: 0,5 м, висота: 0,85 м

DGNSS	план: 0,25 м + 1 ppm, висота: 0,25 м + 1 ppm
RTK	план: 0,8 см + 1 ppm, висота: 1,5 см + 1 ppm
Характеристики зв'язку	
Підключення до ПК	Mini USB 2.0
Bluetooth	Bluetooth v.2.1, 4.0, підтримка EDR
Живлення	
Вбудовані акумулятори	6800 мА/ч, 3.7 В, Li-ion
Час безперервної роботи	більше 11 годин
Характеристики корпусу	
Захист	IP67
Захист від падіння	1,5 м на жорстку поверхню
Робоча температура	-20...+60°C
Фізичні характеристики	
Габарити	10 см × 10 см × 3,5 см
Вага	380 гр.

Основні особливості приймача GNSS S660P наступні:

1 Роздільна конструкція приймача дозволяє уникати електромагнітних перешкод між КПК та GNSS антеною, що призводить до більш стабільного пошуку сигналів супутників та отримання більш надійної точності.

2. Вбудований модуль Bluetooth 4.0 дозволяє застосовувати приймач у широкому діапазоні завдань і надає можливість контролювати весь процес з КПК (мобільного телефону/планшета на базі ОС Android/iOS) та завантажувати або вивантажувати дані дистанційно, що робить роботу більш зручнішою.

3. Мінімалістичний дизайн, всього 10 см × 10 см × 3,5 см, приймач дуже зручно носити із собою. Комплектуючі дуже легкі та займають мінімум місця.

4 Приймач здатний опрацювати від акумулятора від 11 і більше годин.

5. Підтримує роботу з різними пристроями на різних ОС: Android; iOS; Windows 7/8 та Windows Mobile. Смартфон, планшет або КПК – поєднуються для роботи з приймачем [22].

Контролер H3 Plus – це контролер нового покоління для збору та візуалізації польових даних вимірювання. Призначений для роботи з приймачами GNSS RTK. Контролер H3 Plus працює під операційною системою

Android 6.0 і оснащений потужним процесором 1,3 ГГц. Захист від вологи та пилу відповідає стандарту IP67, крім того, вбудована Li-ion акумуляторна батарея ємністю 6300 мА/год забезпечує тривалий час роботи в полі. N3 Plus має слот для двох SIM карт та обладнаний модулем GNSS приймача, здатним приймати сигнали від супутників GPS, ГЛОНАСС, SBAS в діапазоні L1[21].

Для роботи в режимі RTK, контролер який містить вбудований GPRS модем працює разом з приймачем S660P. Робота приймача здійснюється за допомогою програмного забезпечення G1Star (під Android або iOS), а також за допомогою програмного забезпечення Carlson SurvCE/SurvPC (Windows Mobile, Windows XP/7).

Для виконання тахеометричної зйомки земельної ділянки при інженерно-геодезичних вишукуваннях обрано електронний тахеометр NTS-362R6L South (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Зовнішній вид електронного тахеометра NTS-362R6L South [21].

Електронний тахеометр South NTS-362R6 на даний час є сучасним високоточним інструментом, який відповідає по застосуванню інженерному класу. Кутова точність тахеометра становить 2". Дальність вимірювання в режимі без відбивача до 600 м. Також є можливість заміни далекоміра тахеометра

(600 м) до R1500 (1500 м). При збільшенні дальності, далекомір є надійним і безшумним у роботі. Тахеометр South NTS-362R6 має велику, розширену алфавітно-цифрову клавіатуру, двосторонній LCD-дисплей. Формат виведення даних – Topcon (.gt6, gt7). Велика дальність виміру на призму до 5000 метрів. Висока точність 2+2 мм/км на відбивач. Має порти USB, RS-232C та знімну SD-карту для швидкої та зручної передачі даних на комп'ютер. Модуль Bluetooth дозволяє працювати з тахеометром, використовуючи польовий контролер з програмним забезпеченням MicroSurvey FieldGenius наведення на ціль здійснюється лазерним ціле-показником. Невеликий розмір лазерної плями забезпечує точне наведення для прицілювання: 5/35/50м – 3/12/16мм.

Також тахеометр обладнаний лазерним центром та великим шестирядним чорно-білим дисплеєм з розширеною літерною-цифровою клавіатурою з обох боків. Високу ступінь автоматизації усунення помилок під час установки приладу забезпечує довгоосьовий компенсатор. Має розширений набір вбудованих інженерно-геодезичних програм: робота за відомими координатами; зворотна засічка; полярний метод; визначення висоти об'єкта (REM); розмічувальні роботи (MLM); обчислення площ; вимірювання щодо базису; програми трасування [21].

### **3.3 Польові роботи інженерно-геодезичних вишукувань для нульового циклу**

У період підготовчих робіт для нульового циклу будівництва, були виконані польові роботи з інженерно-геодезичних вишукувань. Метою вишукувань було отримання повних достовірних даних про місцевість, на якій планується проводити будівництво житлової будівлі. Після завершення виконання цих робіт, створений топографічний план на об'єкт є основним документом для оцінки і прийняття проектних рішень

Роботи виконувались на основі реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» Постанови Кабінету Міністрів України № 646, в якій наголошується, що геодезичні пункти

Державної геодезичної мережі є вихідними пунктами для побудови геодезичних мереж спеціального призначення. Геодезичні мережі спеціального призначення будуються методами супутникових геодезичних спостережень, а також традиційними лінійно-кутовими методами [20].

Під час створення геодезичних мереж з визначенням координат геодезичних пунктів на основі GPS-спостережень, застосовуються наступні методи знімання:

- статичний (статичне знімання);
- кінематичний (кінематичне знімання);
- псевдокінематичний (статичний переривчастий).

У представлений дипломній роботі інженерно-геодезичні вишукування з розвитку геодезичної мережі згущення виконувалось за допомогою GNSS-спостережень та проведені згідно чинних нормативно-правових актів. Виконання робіт можна розбити на чотири етапи:

- проектування;
- рекогностування;
- закладка пунктів зйомочної мережі згущення;
- польові роботи (GPS-знімання, тахеометрична зйомка);
- обробка польових знімань та отримання координат зйомочної мережі згущення.

На першому етапі виконувалось проектування GPS-знімань на космічному знімку масштабу 1:5000 згідно з вимогами Інструкції з топографічного з топографічного знімання. Знімальну геодезичну мережу згущення було запроектовано у кількості 2 станцій GNSS (тверді точки ЗГМ1, ЗГМ2). На наступному етапі ці станції використовувались як тверді точки базису для топографічної зйомки території об'єкта дослідження.

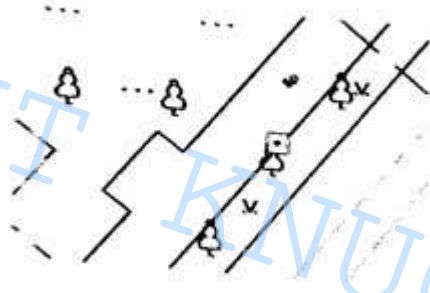

Під час проведення другого етапу проводились рекогностування місцевості з уточненням положення закладення центрів зйомочної мережі згідно проекту GPS-мережі. При рекогностуванні враховувалися наступні вимоги:

- пункти необхідно встановлювати в зоні безперешкодного огляду неба;

– поблизу пунктів не повинно бути об'єктів, які відбивають радіосигнали від супутників (металева споруда, огорожа, потужний радар, телепередавачі тощо).

На третьому етапі були закладені центри пунктів планово-висотного обґрунтування. У якості центрів використовувався сталеві арматура  $\varnothing 12$  мм з насічкою центра пункту. На кожен пункт складені картки закладання, які представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Закладання пунктів знімальної геодезичної мережі

ЗГМ 1	Картка закладки знімальної геодезичної мережі	Тип центру
		<p>Сталева арматура <math>\varnothing 12</math>. Рік закладки 2021</p>
<p>Опис розташування пункту</p>	<p>Знаходиться на кромці брущатки</p>	<p>Картку склав: Дяченко Є. О.</p>
ЗГМ 2	Картка закладки знімальної геодезичної мережі	Тип центру
		<p>Сталева арматура <math>\varnothing 12</math>. Рік закладки 2021</p>

Опис розташування пункту	В 10,57 м від кромки асфальту	Картку склав: Дяченко Є. О.
--------------------------	-------------------------------	--------------------------------

Знімальне планово-висотне обґрунтування для подальшого згущення знімальної геодезичної мережі до щільності, необхідної для виконання зйомки, виконано за допомогою супутникової GNSS приймача S660P.

Перед початком спостережень на кожному пункті антена GPS-приймача центрувалася над пунктом оптичним центриром та вимірювалася висота до по колу основи антени. Висота вимірювалася двічі – до початку спостереження і після їх закінчення. Один прийом вимірювання висоти складається із трьох вимірів, які проводять відносно до трьох точок, рівномірно розміщених на антені. Розходження між результатами вимірювань не повинні перевищувати 1 см. Також проводилися необхідні метрологічні спостереження на кожному пункті: температура повітря, тиск і вологість. Результати вимірювань занесені до журналу спостережень.

На кожному пункті після закінчення сесії в журнал занесена необхідна інформація: назва пункту; ідентифікатор станції, який використовувався у назві файлу; прізвище оператора; серійні номери приймача і антени; висота антени; момент початку і кінця спостережень; номери супутників, які спостерігались; інші питання, які виникали в процесі спостережень.

Основним документом, який регламентує порядок роботи на пункті при виконанні GPS-спостережень та обробку результатів спостережень, є інструкція оператора супутникової геодезичної системи GPS.

Розвиток геодезичної знімальної мережі виконано за допомогою GNSS-спостережень. Для визначення координат геодезичних пунктів мережі згущення застосовувався статичний метод GPS-знімання у RTK режимі. RTK (Real Time Kinematic) дозволяє отримувати поправки до вимірювань та встановлювати місцезнаходження з сантиметровою точністю в режимі реального часу за в мережі постійно діючих референцних GNSS станцій.

Інженерно-геодезичні вишукування виконані в УСК-2000 (місцевій координат Київської області – МСК-80). Система висот – Балтійська 1977 року.

Таблиця 3.3 – Каталог координат запроєктованих пунктів

№	Назва пункта	X	Y	H
1	2	3	4	5
Планово-висотне обґрунтування				
1	ЗГМ 1	5216562,867	301156,839	62,669
2	ЗГМ 2	5216577,437	301117,931	61,043

Топографо-геодезичні роботи виконувались за допомогою електронного тахеометра NTS – 362R6L. Зйомка велась із точок знімальної геодезичної мережі, яких було достатньо для проведення тахеометричної зйомки на не забудованій території. Під час виконання зйомки вівся детальний абрис для подальшої камеральної обробки. Інженерні підземні комунікації знімалися по виходах на поверхню. Визначено призначення прокладок, їх кількість, діаметр та матеріал. Достовірність нанесених підземних комунікацій підтверджена в експлуатуючих організаціях.

Операційний контроль проводився кожним безпосереднім виконавцем робіт. По повноті охоплення операційний контроль виконавцями робіт був суцільними і полягав у виконанні контрольних обчислень.

Вибірковий операційний контроль якості виконання польових робіт і ведення польової документації проводився сертифікованим геодезистом. При цьому перевірялося дотримання технології виконання робіт, дотримання вимог нормативних документів, правил експлуатації обладнання і приладів, дотримання графіка виконання робіт.

### **3.4 Побудова топографічного плану місцевості об'єкту робіт**

Обробка топографічної зйомки, проведеної під час виконання інженерно-геодезичних вишукувань, у подальшому слугувала основою для створення

цифрової моделі місцевості і випуском плану на паперовій основі. Вона виконувалася за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення з елементами геоінформаційних систем (Delta/Digitals).

Створення цифрової моделі місцевості виконувалося у два етапи. На першому етапі виконується формування файлу даних з розширенням txt при завантаженні пікетних точок із тахеометра на персональний комп'ютер. Далі сформований файл завантажується у програму Delta/Digitals – модуль «Геодезія», в якому у вікні «Вихідні дані» вносяться координати вихідних пунктів знімальної геодезичної мережі та параметри виконання зйомки. Після цього, якщо необхідно, формується звіт з математичної обробки тахеометричної зйомки, якщо звіт не потрібний відразу пікети експортуються у модуль «Збір» програми Delta/Digitals.

Далі у модулі «Збір» формується цифрова модель місцевості на територію виконання будівельних робіт, згідно вимог, які висуваються для створення таких моделей. Основні вимоги наступні: умовні знаки повинні бути відповідно до масштабу плану; обов'язково необхідно вносити всю інформацію про зображений об'єкт. Інформація вноситься відповідно окремо кожного об'єкта, наприклад, для будівлі (рис. 3.4) необхідно ввести наступну інформацію: довжини ліній; ID шару; ID об'єкта; площа; стан; матеріал будівлі; характеристики будівлі тощо. Слід зауважити, що інформація, яка вводиться відрізняється в залежності від об'єкта, але поле ID шару та ID об'єкта присутні для кожного об'єкта і ці поля повинні обов'язково заповнюватися інформацією.

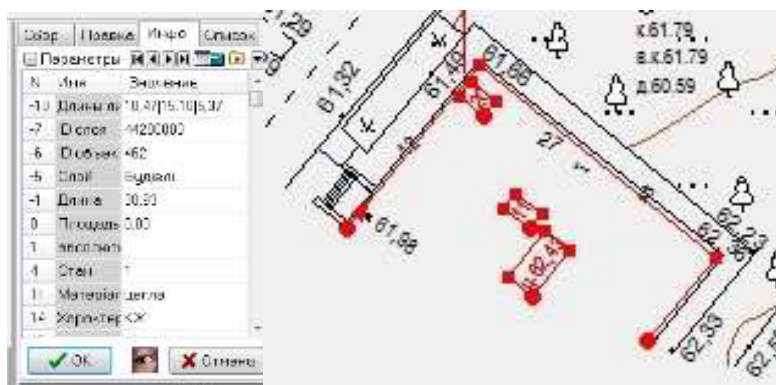


Рисунок 3.4 – Приклад заповнення інформації на об'єкти при створенні цифрової моделі місцевості

Далі аналогічно згідно складених польових абрисів формується цифрова модель території будівельного майданчика, для проектування котловану під житлову будівлю. Яка відображає точне планове і висотне положення усіх елементів ситуації і рельєфу, інженерних комунікацій з показниками їх основних технічних характеристик. Цифрова модель місцевості була створена у місцевій системі координат «МСК 14» і в подальшому використовувалася як підсонова для проведення підготовчих робіт нульового циклу – розмічування котловану (Додаток А).

### **3.5 Проектування та розрахунок розмічувальних елементів котловану житлової будівлі**

Проектування котловану житлової будівлі у дипломній роботі, виконувалося на топографічному плані будівельної ділянки масштабу 1:500, який був створений на попередньому етапі при виконанні інженерно-геодезичних вишукувань у програмі «Digitals» – модуль «Карта». Взагалі, традиційно проектування виконується на твердих носіях, тобто паперових топографічних планах, але в даній роботі використовувався цифровий топографічний план місцевості, який був експортований у програму «AutoCAD» для подальшої роботи.

Попередньо на топографічному плані були запроектовані основні осі житлової будівлі (рис. 3.5) згідно плану фундаменту додержуючись встановлених норм і правил. Розмічування котловану полягає відкладанні проектних відрізків (розмічувальних елементів) від основних осей будівлі та отримання таким чином нижньої та верхньої брівки котловану.

Також вихідними даними служать: проектна позначка дна котловану  $H_d$ , крутість укосу  $k = 1/m$ , ширина пазух  $l_{II}$  і відстані  $l_C$  від осей до зовнішньої грані фундаменту. Усі необхідні дані беруться з архітектурних креслень будівлі, на плані фундаменту та перерізі яких вказані відносні позначками висот, які

служать для розрахунку проектної позначки дна котловану.

У дипломній роботі маємо наступні вихідні дані для проектування: топографічний план з нанесеними основними осями будівлі (рис. 3.5); позначка дна котловану  $H_{Д} = 58,5$  м; коефіцієнт крутості укосу  $k = 1/1,5$  ( $i_0 = 1/1,5 = 0,667$ ); ширина пазух для подальшого виконання робіт з улаштування фундаменту обрана  $l_{п} = 1,10$  м; відстань від осей до зовнішньої грані фундаменту згідно креслень становить  $l_c = 0,30$  м.

Напочатку для побудови контуру нижньої брівки на плані відкладається від основних осей відстані  $d_n = l_c + l_n = 0,30 + 1,10 = 1,40$  м (на рисунку 3.5 нижній контур котловану позначений пунктиром).



Рисунок 3.5 – Фрагмент топографічного плану для проектування котловану

Згідно топографічного плану ухил місцевості в районі будівлі – рівномірний, тому визначення відстаней між нижньою і верхньою брівками здійснюють у наступній послідовності.

1. На план наносяться проміжні осі будівлі 2–2, 4–4, 7–7, 9–9 та відповідні відстані між осями 4,2, 3,6 та 6,0 метрів і в точках 1–12 визначають за горизонталями позначки  $H_i$  цих точок. При визначенні позначок їх визначають з точністю до 0,01 м. Усі отримані позначки точок записують у графу 2 відомості обчислень розмічувальних елементів контурів верхньої брівки котловану

(табл. 3.4).

2. Від отриманих точок по осях будівлі або паралельно їм відкладають відстані  $l_i$  та одержують допоміжні точки 1'-12' і відповідно визначають позначки цих точок  $H_i'$ .

Відстані вибираються так, щоб точки розташовувалися обов'язково за верхньою брівкою котловану, по можливості ближче до неї. Для цього обчислюють глибину котловану  $h = H_i - H_D$  і з урахуванням нахилу укосу  $k = h/d'$  обчислюють наближене значення відстані між нижньою і верхньою брівками  $d' = h/k$ .

Наприклад, для найвищої точки 7 на південній стороні будівлі маємо  $H_7 = 61,64$ ;  $h = 61,64 - 58,50 = 3,14$  і  $d' = 3,14/0,667 \approx 4,75$  м. Оскільки ці розрахунки не враховують підвищення лінії місцевості 7-7, то з певним запасом приймаємо  $l_{nd} = 6,5$  м. Це значення розповсюджують на всі лінії по південній стороні будівлі. Аналогічним чином одержані для північної сторони  $l_{nn} = 5,5$  м, для східної  $l_c = 5,5$  м та західної сторін  $l_z = 6,5$  м.

Значення  $l_i$  записується у графу 4; а позначки точок  $H_i$  – у графу 3 відомості обчислень.

3. Обчислюють ухили ліній місцевості за формулою:

$$i_l = \frac{H'_i - H_i}{l_i}, \quad (3.1)$$

а результати заносяться до графи 5 таблиці 3.4. Наприклад, для лінії 1-1' маємо:

$$i_{1-1'} = (60,43 - 60,68) / 5,5 = -0,0418.$$

4. Відстані (горизонтальні прокладання) між нижньою та верхньою брівками обчислюють за формулою:

$$d_i = \frac{H_i - H_D}{i_0 - i_l}. \quad (3.2)$$

У дипломній роботі для лінії 1-1' у нашому маємо горизонтальне прокладання:

$$d_{1-1'} = (60,68 - 58,5) / [0,667 - (-0,0418)] = 3,11 \text{ м.}$$

Результати обчислень записують до графи 6 таблиці 3.4.

5. Відстань  $d_i$  відкладаються у відповідному масштабі на плані від точок контуру нижньої брівки, отримані точки з'єднують ламаною лінією, яка позначає контур верхньої брівки котловану. Для подальшого визначення обсягів земляних робіт обчислюються позначки  $H_i^0$  точок верхньої брівки (точок нульових робіт) за формулою:

$$H_i^0 = H_D + i_0 \cdot d_i. \quad (3.3)$$

У дипломній роботі для лінії 1-1' маємо:  $H_{1-1'} = 58,5 + 0,667 \times 3,11 = 60,57$  м, усі інші позначки розраховуються аналогічно. Отримані значення позначок заносяться у графу 7. Далі для контролю визначаються позначки точок верхньої брівки за планом і порівнюються з обчисленими значеннями. Таке порівняння дозволяє виявити грубі промахи при обчисленні або побудові брівки на плані.

Таблиця 3.4 – Відомість розрахунку розмічувальних елементів верхньої брівки котловану

Назва лінії	Позначки, м		Довжина лінії $l_i$ , м	Ухил лінії $i_l$ $= \frac{H_i' - H_i}{l_i}$	Відстань між бровками, м $d_i$ $= \frac{H_i - H_D}{i_0 - i_l}$	Позначка верхньої брівки, м $H_i^0$ $= H_D - i_0 \cdot d_i$
1	2	3	4	5	6	7
1-1'	60,68	60,43	5,5	-0,0418	3,11	60,57
1-1''	60,68	60,76	6,5	0,0077	3,34	60,73
2-2'	60,63	60,39	5,5	-0,0436	3,00	60,50
3-3'	60,63	60,39	5,5	-0,0436	3,00	60,50
4-4'	60,70	60,50	5,5	-0,0364	3,13	60,59
5-5'	60,73	60,52	5,5	-0,0382	3,16	60,61
6-6'	60,75	60,54	5,5	-0,0364	3,21	60,64

6-6"	60,75	60,81	5,5	0,0108	3,45	60,80
7-7'	61,40	61,64	6,5	0,0292	4,63	61,59
7-7"	61,40	61,46	5,5	0,0015	4,44	61,46
8-8'	61,40	61,64	6,5	0,0369	4,60	61,57
9-9'	61,38	61,50	6,5	0,0185	4,44	61,46
10-10'	61,33	61,54	6,5	0,0323	4,46	61,47
11-11'	61,32	61,52	6,5	0,0308	4,43	61,46
12-12'	61,32	61,50	6,5	0,0262	4,40	61,44
12-12"	61,32	61,31	6,5	-0,0031	4,21	61,31

У дипломній роботі для верхньої брівки по лінії 1-1' плану маємо  $H_i^0=60,57$ . У даному випадку значення повністю збіглися, тому що розрахунки проводились на цифровому топографічному плані, але за нормативним документом допускається розбіжності у позначках до 0,1 м.

Відстані  $d_0$  по верхній брівці до кута контуру котловану (рис. 3.6) визначаються за формулою:

$$d_0 = \frac{d_1 - (d_2 - d_1) \cdot d_{01}}{d_{12}}, \quad (3.4)$$

де  $d_1$  і  $d_2$  – відстані між брівками котловану в найближчій та наступних точках;

$d_{12}$  – відстань між цими точками по нижній бровці;

$d_{01}$  – відстань між брівками, яка примикає до відстані, що визначається.

Для північно-східного кута контуру котловану маємо: у напрямку поздовжньої осі будівлі:

$$d_{0\text{повзд}} = 3,21 - (3,16 - 3,21) \cdot 3,45 / 5,6 = 3,24 \text{ м};$$

у напрямку поперечної осі будівлі:

$$d_{0\text{попер}} = 3,45 - (4,44 - 3,45) \times 3,21 / 18,40 = 3,28 \text{ м}.$$

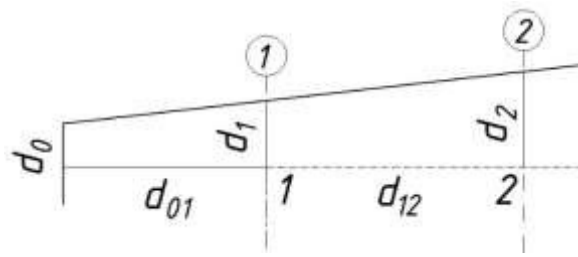


Рисунок 3.6 – Схема визначення відстаней у кутах котловану

Відповідно аналогічно розраховані інші кути:

- північно-західний кут:  $d_{0новзд} = 3,18$  м;  $d_{0нопер} = 3,19$  м;
- південно-східний кут:  $d_{0новзд} = 4,65$  м;  $d_{0нопер} = 4,69$  м;
- південно-західний кут:  $d_{0новзд} = 4,45$  м;  $d_{0нопер} = 4,44$  м.

Для побудови контурів котловану на місцевості складається розмічувальне креслення (Додаток Б), на якому показані основні осі будівлі, контури нижньої та верхньої брівки котловану, виписані значення усіх розмічувальних елементів (відстаней від осей будівлі до нижньої брівки, відстані між нижньою та верхньою брівками та відстані до кутів контуру котловану). Для орієнтування креслення стрілкою показано напрямок північ-південь.

### 3.6 Визначення об'єму земляних робіт при виїмці ґрунту з котловану

Для визначення обсягів земляних робіт контур котловану розбивають на прості тіла.

У дипломній роботі контур котловану розбитий на прямокутники 1, 2 3, 4, і 5, трапеції 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17,18, 19,21 та чотирикутники 6, 12, 14, 20 (рис. 3.7). Для розрахунку обсягів на схему котловану (рис. 3.7) виписують відстані між брівками котловану та відстані між точками нижньої брівки котловану. Відстані між брівками вибирають із відомості обчислень розмічувальних елементів(табл. 3.4, графа б), а відстані між точками нижньої брівки – з розмічувального креслення. В представленій роботі, наприклад, для фігури 7 з відомості обчислень розмічувальних елементів для сторін 1–1 та 2–2 з графі 6 виписуються на схему відстані  $d_1 = 3,11$  та  $d_2 = 3,00$  м, а з розмічувального креслення – відстані між точками 1 та 2 , що дорівнює  $3,20 + 1,40 = 5,60$  м.

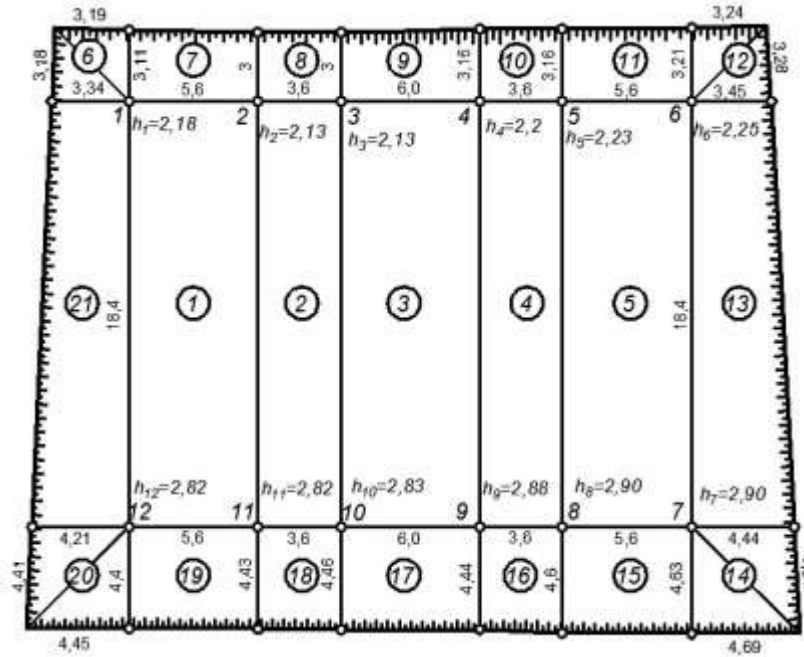


Рисунок 3.7 – Схема контуру котловану для розрахунку об’ємів земляних робіт

Для всіх точок нижньої брівки котловану обчислюють робочі позначки і виписують їх на схему. Робочі позначки обчислюють за такою формулою:

$$h_i = N_i - N_D, \quad (3.4)$$

де  $N_i$  – позначка поверхні землі в  $i$ -ої точки, вибирається з графі 2 таблиці 3.4. Наприклад, робоча позначка точки 1 дорівнює  $h_1 = 60,68 - 58,5 = 2,18$  м.

При визначенні обсягів земляних робіт тіла, утворені в результаті розбивки контуру котловану на фігури, з деякою похибкою приймаються тіла правильної геометричної форми, а обчислення об’ємів здійснюють за відомими з геометрії формул (рис. 3.8).

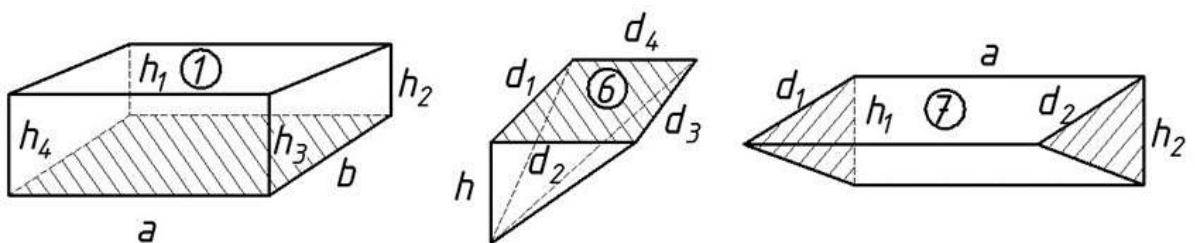


Рисунок 3.8 – Визначення об’ємів земляних робіт при виїмці ґрунту

Об'єми тіл у фігурах 1, 2, 3, 4 і 5 визначаються як об'єми прямокутних паралелепіпедів, розташованих у основі котловану. На рисунку 3.8 показаний прямокутний паралелепіпед для фігури 1. Основа паралелепіпеда заштрихована. Площа основи обчислюється як добуток сторін  $S = a \times b$ , а в якості висоти  $a$  паралелепіпеда береться середнє значення з робочих позначок на межах запроєктованого котловану:  $h_{cp} = (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)/4$ . Об'єм призми визначається як добуток площі основи на висоту:

$$V_1 = a \cdot b \times \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4}. \quad (3.5)$$

Для запроєктованого котловану, приклад, для фігури 1 за формулою 3.5:

$$V_1 = 18,4 \times 5,6 \times (2,18 + 2,13 + 2,82 + 2,82)/4 = 256,312 \text{ м}^3.$$

Результати обчислень записуються у відомість (табл. 3.5).

Об'єм тіл у фігурах 6, 12, 14 та 20 обчислюються як об'єм чотирикутних пірамід, розташованих у кутах котловану. На рисунку 3.8 зображено тіло для фігури 6, яке можна прийняти за піраміду із заштрихованою основою у вигляді чотирикутника і висотою  $h_1$ . Для визначення площі основи чотирикутник приймається за прямокутник із середніми сторонами  $(d_1 + d_2)/2$  і  $(d_2 + d_4)/2$ . Тоді  $S = (d_1 + d_3) \times (d_2 + d_4)/4$ . Об'єм піраміди обчислюється як добуток площі основи на третину висоти:

$$V_i = \frac{(d_1 + d_3) \times (d_2 + d_4) \times h}{12}. \quad (3.6)$$

У представлений роботі, наприклад, для фігури 6 за формулою 3.6 отримаємо:

$$V_6 = \frac{(3,11 + 3,18) \times (3,34 + 3,19) \times 2,18}{12} = 7,462 \text{ м}^3.$$

Усі інші фігури розраховуються аналогічно, результати обчислень об'ємів пірамід записуються у відомість (табл. 3.5).

Об'єми тіл у фігурах 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19 та 21 визначаються як об'єми трикутних призм. На рисунку 3.8 зображена трикутна призма для фігури 7. Основа призми заштрихована. Оскільки площі основ у реальних тіл дещо різняться, то за розрахунками обчислюють їхнє середнє значення за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \times \left( \frac{h_1 d_1}{2} + \frac{h_2 d_2}{2} \right). \quad (3.7)$$

Об'єм призми розраховується як добуток площі  $S$  основи на висоту  $a$ :

$$V_i = \frac{(h_1 d_1 + h_2 d_2) \times a}{4}. \quad (3.8)$$

Для фігури 7 у представленій роботі за формулою 3.7:

$$V_7 = \frac{(2,18 \times 3,11 + 2,13 \times 3,0) \times 5,6}{4} = 18,434 \text{ м}^3.$$

Результати обчислень об'ємів пірамід записують у відомість (табл. 3.5).

Загальний об'єм земляних робіт при виїмці ґрунту розраховується за формулою:

$$V = \sum_1^n V_i. \quad (3.9)$$

Таблиця 3.5 – Відомість розрахунку об'ємів земляних робіт котловану

Номер фігури	Назва тіла	Номер формули в тексті	Числові значення величин, що входить у формулу, м	Об'єм тіла, м <sup>3</sup>
1	Прямокутний паралелепіпед	(3.5)	18,4 × 5,6 ×	256,312
2			(2,18+2,13+2,82+2,82)/4	164,275
3			18,4 × 3,6 ×	277,104
4			(2,13+2,13+2,83+2,82)/4	169,078
5			18,4 × 6,0 ×	264,813
			(2,13+2,20+2,88+2,83)/4	
			18,4 × 3,6 ×	
			(2,20+2,23+2,90+2,88)/4	
			18,4 × 5,6 ×	
			(2,23+2,25+2,90+2,90)/4	
6	Чотирикутна піраміда	(3.6)	(3,11+3,18) × (3,34+3,19) ×	7,462
12			2,18/12	8,141
14			(3,21+3,28) × (3,45+3,24) ×	20,453
20			2,25/12	17,929
			(4,63+4,64) × (4,44+4,69) ×	
			2,90/12	
			(4,44+4,41) × (4,21+4,45) ×	
			2,82/12	

Продовження таблиці 3.5

7			$(2,18 \times 3,11 + 2,13 \times 3,0) \times 5,6/4$	18,434
8			$(2,13 \times 3,0 + 2,13 \times 3,0) \times 3,6/4$	11,502
9			$(2,13 \times 3,0 + 2,20 \times 3,16) \times 6,0/4$	20,487
10			$(2,20 \times 3,16 + 2,23 \times 3,16) \times 3,6/4$	12,599
11			$(2,23 \times 3,16 + 2,25 \times 3,21) \times 5,6/4$	19,977
12			$(2,25 \times 3,45 + 2,90 \times 4,44) \times$	94,937
15	Трикутна	(3.8)	18,4/4	37,474
16	призма		$(2,90 \times 4,63 + 2,90 \times 4,60) \times 5,6/4$	23,514
17			$(2,90 \times 4,60 + 2,88 \times 4,44) \times 3,6/4$	38,113
18			$(2,88 \times 4,44 + 2,83 \times 4,46) \times 6,0/4$	22,603
19			$(2,83 \times 4,46 + 2,82 \times 4,43) \times 3,6/4$	34,861
21			$(2,82 \times 4,43 + 2,82 \times 4,40) \times 5,6/4$	88,106
			$(2,82 \times 4,21 + 2,18 \times 3,34) \times$	
			18,4/4	
Всього сума об'єму виїмки ґрунту $\sum \approx 1608,2 \text{ м}^3$				1608,174

### 3.7 Розмічувальні роботи виносу на місцевість котловану житлової будівлі

Розмічування на місцевості котловану житлової будівлі виконується за принципом «від загального до часткового», тобто спочатку розмічують основний контур дна котловану, а потім контур верхньої брівки.

У дипломній роботі вихідними даними для розмічування котловану слугують пункти зйомочної мережі згущення, які були створені на підготовчому етапі інженерно-геодезичних вишукувань.

Для розмічування котловану використовувалось робоче креслення будівлі – план фундаменту, з якого були отримані наступні дані:

- розміри по осях;
- вихідні геодезичні пункти лінії;

– необхідні кутові і лінійні величини для прив'язки осей до пунктів опорної геодезичної сітки.

Розмічування на місцевості запроектованого котловану виконується способом полярних координат, методом безпосереднього розмічування.

Метод безпосереднього розмічування полягає в безпосередній побудові розмічувальної величини з заданою точністю, який застосовується при роботах невеликої точності до яких в свою чергу відноситься розмічування котловану.

Розмічування котловану полягає у визначенні на місцевості його характерних точок і ліній, по яких в процесі будівництва за допомогою відповідних пристроїв, виконується розробка ґрунту. Спосіб перенесення точок на натуру аналогічний способу визначення положення точок при зйомці.

Спосіб полярних координат був обраний, тому що він застосовується на відкритій і порівняно рівній місцевості, що відповідає умовам будівельного майданчика. Котлован, що розмічається знаходиться поблизу опорних пунктів зйомочної геодезичної мережі.

При цьому способі необхідно побудувати заданий полярний кут  $\beta$  і довжину радіус-вектора  $d$ . Значення, яких отримують розв'язанням оберненої геодезичної задачі (рис. 3.9). Наприклад, по координатах опорного пункту зйомочної геодезичної мережі  $P_1$  і проектної точки дна котловану  $D$  за формулами:

$$\operatorname{tg} \alpha_{P_1 D} = \frac{Y_D - Y_{P_1}}{X_D - X_{P_1}}, \quad (3.10)$$

$$d = \frac{Y_D - Y_{P_1}}{\sin \alpha_{P_1 D}} = \frac{X_D - X_{P_1}}{\cos \alpha_{P_1 D}}, \quad (3.11)$$

$$\beta = \alpha_{P_1 D} - \alpha_{P_1 P_2}. \quad (3.12)$$

Послідовність побудови точки  $D$  на місцевості наступна:

- встановити тахеометр в пункті  $P_1$  і навести зорову трубу на пункт  $P_2$ , далі встановити нуль на горизонтальному крузі;
- відкріпляють алідаду і відраховують проектний кут при КП, потім при КЛ, при кожному відкладанні кута будують лінію за проектною довжиною  $d$ ;
- шукана точка  $D$  розмічається по центру лінії  $D_1D_2$ .

Кут  $DP_1P_2$  – проектний кут  $\beta$ ,  $P_1D$  – проектна відстань  $d$ .

Основні похибки полярної побудови, не враховуючи похибки опорних пунктів  $P_1$  і  $P_2$ , центрування тахеометра і редукції візирних марок:

- похибка побудови проектного кута  $m_\beta$
- похибка відкладання проектної відстані  $m_d$ ;
- похибка фіксації точки  $D$  на місцевості  $m_\phi$ .

Загальна середня квадратична похибка побудови точки  $D$  дорівнює:

$$m_D = \sqrt{m_d^2 + m_\phi^2 + d^2 \times \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}, \quad (3.13)$$

де  $\rho = 206265''$  – число секунд в радіанах;  $d$  – довжина лінії.

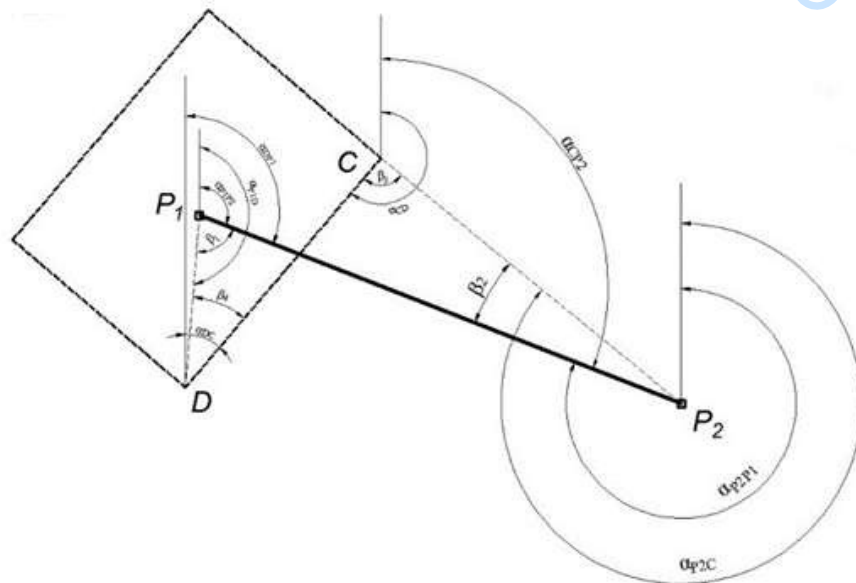


Рисунок 3.9 – Схема до визначення полярних координат і контролю обчислення дирекційних кутів

При перенесенні на натуру контуру дна і верхньої брівки котловану полярним способом, підготовка початкових даних виконувалася графоаналітичним способом у певній послідовності.

1. Виконують розрахунок розмічувальних елементів.

Розрахунок розмічувальних елементів дна котловану (рис. 3.9) полягає у багаторазовому розв'язуванні оберненої геодезичної задачі, який виконують в наступній послідовності: визначають тангенси румбів за координатами опорних пунктів ЗГМ за формулою 3.10:

$$tgr_{P_1P_2} = \frac{Y_{P_2} - Y_{P_1}}{X_{P_2} - X_{P_1}};$$

$$tgr_{P_1D} = \frac{Y_D - Y_{P_1}}{X_D - X_{P_1}};$$

$$tgr_{P_2C} = \frac{Y_C - Y_{P_2}}{X_C - X_{P_2}};$$

$$tgr_{DC} = \frac{Y_C - Y_D}{X_C - X_D}.$$

За відомим значеннями тангенса румба визначають величини румбів та дирекційних кутів відповідних напрямів. Назву румба та величину дирекційного кута  $\alpha$  визначають за знаками приростів координат.

Величину оберненого дирекційного кута наприклад, напрямку  $P_2P_1$  визначають за формулами:

$$\alpha_{P_2P_1} = 180^\circ + \alpha_{P_1P_2} \quad (\text{при } \alpha_{P_1P_2} < 180^\circ); \quad (3.14)$$

$$\alpha_{P_2P_1} = 180^\circ - \alpha_{P_1P_2} \quad (\text{при } \alpha_{P_1P_2} > 180^\circ). \quad (3.15)$$

Далі визначаються полярні кути  $\beta$  відповідних напрямів за формулою 3.12. Для схеми на рисунку 3.9 полярні кути:

$$\beta_1 = \alpha_{P_1D} - \alpha_{P_1P_2};$$

$$\beta_2 = \alpha_{P_2C} - \alpha_{P_2P_1};$$

$$\beta_3 = 180^\circ + \alpha_{CP_2} - \alpha_{CD};$$

$$\beta_4 = 180^\circ + \alpha_{DP_1} - \alpha_{DC}.$$

Контролем визначення кутів для замкненого чотирикутника є рівність їх теоретичної  $\sum \beta_T$ , та фактичної  $\sum \beta_\phi$  сум:

$$\sum \beta_T = \sum \beta_{\text{пр}}; \quad (3.16)$$

$$\sum \beta_T = 180^\circ \times (n - 2) = 360^\circ 00'; \quad (3.17)$$

$$\sum \beta_{\text{пр}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4. \quad (3.18)$$

Визначаються горизонтальні відстані. Наприклад, для схеми (рис. 3.9) за формулою 3.11, напрям  $P_1D$ :

$$d'_1 = d'_{P_1D} = \frac{Y_D - Y_{P_1}}{\sin r_{P_1D}};$$

$$d''_1 = d''_2 = \frac{X_D - X_{P_1}}{\cos r_{P_1D}};$$

$$d_1 = d_{P_1D} = 0,5 \times (d'_{P_1D} + d''_{P_1D}).$$

Далі розраховується точність визначення положення точки способом полярних координат оцінюється за середньою квадратичною похибкою. У дипломній роботі для виносу на місцевість точки  $D$  тахеометром NTS-362R6L South середня квадратична похибка складає згідно формули 3.13:

$$m_D = \sqrt{0,02 + 0,02 + 13,96^2 \times \frac{2^2}{206265^2}} = 0,04 \text{ м} = \pm 4 \text{ см.}$$

Розрахована середня квадратична похибка при побудові точки  $D$  задовольняє умовам, які становлять  $\pm 5$  см при проведенні земляних робіт з розмічування котловану.

2. Складається розмічувальне креслення для винесення котловану (Додаток Б).

3. Виконується винесення котловану житлової будівлі на місцевість.

Розмічування контурів дна та верхньої брівки котловану виконують відповідно до вимог побудови проектних кутів і ліній на місцевості:

- переносять на натуру полярним способом точки  $C$  і  $D$ ;
- виконується контроль їх розмічування вимірюванням кутів  $\beta_3$  і  $\beta_4$  та довжини лінії  $DC$ , потім порівнюється результат з розрахунковими даними;
- з точок  $D$  і  $C$  лінії  $DC$  при КП та КЛ встановлюють перпендикуляри і відкладають по них відстані  $d_5$  та  $d_6$  закріплюючи точки  $E$  і  $F$ ;
- вимірюючи лінії  $d_3$ ,  $d_4$ ,  $d_5$ ,  $d_6$ ,  $d_7$ ,  $d_8$  і, порівнюючи їх з розрахунковими даними, виконується контроль винесення контурів котловану на натуру.

4. Виконується розрахунок точності розмічувальних робіт.

Контроль розмічування котловану повинен бути таким, щоб повністю виключити можливість залишити непоміченими неприпустимі помилки в розмічуванні.

5. Складають виконавчу схему розмічування контурів котловану після виїмки ґрунту. Контури дна і верхньої брівки котловану закріплюється на місцевості тимчасовими кілками, на які натягують шнур або шпагат. Спочатку розробляється контур дна котловану, після цього формуються укуси верхньої брівки котловану.

Усі розраховані розмічувальні елементи виносу котловану на місцевість розраховані у програмі Excel і показані на кресленні розмічування котловану для виносу на місцевість (Додаток В).

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Техніка безпеки при проведенні геодезичних робіт

До топографо-геодезичних робіт допускаються особи віком не менше 18 років, які пройшли медичне обстеження, навчання за фахом, вступний та первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці, з обов'язковим записом про це в журналах реєстрації інструктажів [25].

Фахівці та робітники, зайняті на польових геодезичних роботах, повинні:

- бути забезпечені спецодягом та спецвзуттям згідно з нормативами;
- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати тільки ту роботу, по якій проведено інструктаж;
- не припускати перебування на робочому місці сторонніх осіб;
- нести особисту відповідальність за виконання правил охорони праці, пожежної безпеки, за безпеку колег по роботі та виробничу санітарію;
- бригада, яка виконує топографо-геодезичні роботи, повинна складатися не менше як із двох виконавців;
- в період тимчасового відпочинку не лягати під стоячий автотранспорт чи біля нього;
- перевезення бригад, які виконують топографо-геодезичні роботи, дозволяється тільки в спеціально обладнаних автомобілях (рис. 4.1).  
Перевезення в автомобілі осіб, які не мають ніякого відношення до виконуваної роботи, заборонено.

Перед виконанням робіт підвищеної безпеки (згідно з Переліком робіт з підвищеної небезпеки затвердженим Наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005р. № 15) з працівниками відділу проводиться цільовий інструктаж та оформляється наряд-допуск [26].

До виконання робіт підвищеної небезпеки допускаються працівники, які пройшли спеціальне навчання з правил безпечного виконання цих робіт та медичний огляд.

Працівники, які виконують топографо-геодезичні роботи на об'єктах

підвищеної небезпеки, повинні бути ознайомлені під підпис з небезпечними зонами та ділянками. Усі працівники повинні пройти інструктаж за вимогами безпеки у конкретних умовах роботи та повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).



Рисунок 4.1 – Спеціально обладнаний автомобіль [27]

При виконанні робіт у біологічно небезпечних зонах та районах осередкового захворювання усім робітникам повинні бути зроблені спеціальні щеплення або вакцинація.

#### **4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи**

До початку топографо-геодезичних робіт виконавці повинні:

- ознайомитися на місцевості з маршрутом руху, виділити небезпечні місця, а старшому групи вибрати маршрут безпечного виконання робіт;
- одягти передбачений нормами одяг, спецвзуття та головні убори;
- перевірити наявність та справність інструменту, приладів, обладнання;
- перевірити наявність медичної аптечки для надання першої медичної допомоги і термосу з питною водою;
- про виявленому у колег або особистому нездужанні повідомити керівника робіт і чекати його вказівок.

### 4.3 Вимоги безпеки під час виконання робіт

Маршрути пересування повинні відповідати розробленим схемам виконання робіт або повинні бути погоджені з керівництвом техвідділу.

З настанням непогоди (снігопад, гроза, затяжний дощ, густий туман тощо) під час пересування (переходів) необхідно перервати рух, сховатися в небезпечному місці та пережити непогоду. Переходи та пересування бригади повинні виконуватися тільки в світлий час доби.

При виявленні обірваного проводу діючої лінії забороняється наближатися до нього на відстані менше ніж на 10 м.

Пересуватися тільки по добре видимій місцевості тому, що в густій траві можуть бути дренажні та інші колодязі без верхнього огорожувального кільця. Не наступати на кришки люків та різні перекриття ям, каналів і котлованів.

Не палити в автомобілі та на полях, де дозрівають культури, а також біля скирд.

Влітку, під променями сонця, необхідно працювати з покритою головою (рис. 4.2). В найбільш жаркі години дня необхідно переривати роботу і переносити її на ранок чи передвечір'я.

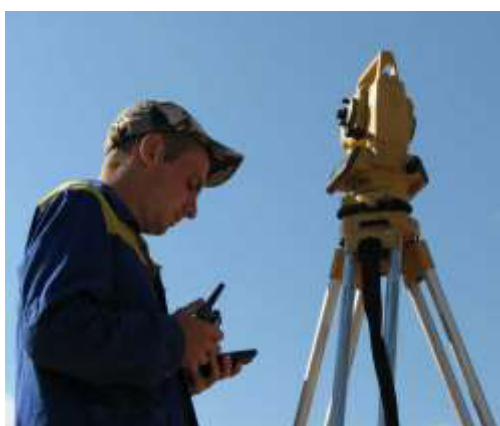


Рисунок 4.2 – Форма одяжі при роботах літню [28]

При виконанні польових робіт забороняється: знаходитися в алкогольному та наркотичному сп'янінні; пити воду з джерел, непередбачених для цього;

лягати на вогку землю; стрибати і купатися в не призначених для цього місцях; за своєю ініціативою здійснювати контакти з представниками тваринного світу; приймати їжу брудними руками.

Переходи уздовж автомобільної дороги (на роботу чи в процесі роботи) дозволяється виконувати тільки по узбіччю земляного полотна назустріч руху транспорту.

Місце роботи облаштувати тимчасовими дорожніми знаками та огороження, також робітники бригад повинні бути одягнені в сигнальні жилети (рис. 4.2).

Автомобільну дорогу поза населеним пунктом необхідно переходити тільки на ділянках, де вона добре проглядається в обидві сторони.

Пункти планово-висотного обґрунтування повинні закріплюватися штирями, які забиваються на рівні з полотном дороги.

При виконанні промірів сторін планово-висотного обґрунтування стрічкою чи рулеткою повинні бути виключені випадки затягання стрічки чи рулетки на проїжджій частині дороги. Не залишати на дорогах без нагляду геодезичні інструменти та обладнання.

До робіт на залізничних дорогах допускаються особи з добрим слухом та зором. Перехід уздовж лінії залізничної дороги до місця роботи і назад дозволяється під наглядом керівника робіт тільки по узбіччю земляного полотна або в стороні від колії на відстані не менше 2 м від крайньої рейки.

Забороняється переходити чи перебігати колію, знаходитися на залізничній колії або сусідній колії під час маневрування потягу, піднімати нівелірну рейку, віху та інші інструменти до проводу лінії електропередачі до контактної мережі залізничних доріг на відстані ближче чим 2 м.

На об'єктах залізничних доріг при виконанні геодезичних робіт, працівники зобов'язані переходити уздовж колії тільки по узбіччю, або посередині між колії, при цьому слідкувати за рухом потягу.

Працюючи на залізничному мості при наближенні потяга переходити на спеціальні площадки або виходити за межі мосту.

Переправи в брід на автомобілях дозволяються на невеликій швидкості і тільки на ділянках з твердим та рівним дном.

Переправи через водні перешкоди здійснювати тільки переконавшись в безпеці переправи.

Переправи в брід пішки здійснювати при температурі води не нижче  $+12^{\circ}$  по рівному і нев'язкому дну глибиною до 1 м.

Перевірена ширина полоси броду повинна бути не менше 3 м, при цьому забороняються переправи:

- по виступаючим із води камінням;
- без взуття і шесту;
- через водні перешкоди різної ширини під час сильного дощу, снігу, туману, вітру і великих хвиль.

При необхідності використання плавучих засобів (човна, понтонного плоту) необхідно:

- користуватись справними плавучими засобами;
- знати визначену вантажопідйомність та місткість кількості пасажирів даного плавзасобу;
- забезпечити комплектування плавзасобів рятувальними жилетами, кругами та мотузками для страхування.

Пересуватись по тросу, стоячі в човні і триматись за трос руками забороняється. При роботі з тросом пересуватись по ньому на плавзасобах можна за допомогою петлі або гака. Якщо човен закріплено за трос у носовій частині, переміщення по тросу дозволяється тільки при наявності на кормі рульового. Наближення плавучих засобів до тросу при швидкості течії понад 3 м/с дозволяється тільки з низового боку.

Працівники, які переміщуються до місця роботи човном та проводять роботи з понтонного плоту, повинні дотримуватись правил поведінки на воді.

Для запобігання від укусів отруйних комах (каракуртів тощо), а також змії працівникам забороняється:

- ходити в легкому відкритому взутті;

- під час роботи перевертати каміння і обладнання без попереднього їх огляду;

- мити автомобілі біля водних джерел (річки, канали, ставки тощо).

Перед переправою по льоду необхідно уважно оглянути та визначити загальну придатність льодового покриву для переправи. Місце переправи по льоду повинно мати:

- зручні пологі спуски на лід;

- добре сполучення льоду з берегом;

- рівний та надійний по міцності льодовий покрив без ополонки та тріщин.

При виконанні робіт на територіях нафтогазопроводів необхідно виконувати наступні правила:

- місця відкритого виділення газу обходити з навітряного боку;

- не розташовуватись на відпочинок і для прийняття їжі поблизу газонебезпечних місць;

- спуск в колодязі, траншеї та ємкості категорично забороняється;

- не допускати відкритого полум'я на території;

- паління дозволяється тільки в спеціально відведених місцях.

При топографічних зйомках підземних інженерних комунікацій керівник підрозділу зобов'язаний до початку роботи ознайомити робітників з роботами в колодязях, колекторах з інструкцією по охороні праці при цих роботах і перевірити їх знання, одночасно проводити постійний контроль з дотримання її вимог.

#### **4.4 Вимоги безпеки по закінченню роботи**

По закінченню роботи необхідно дотримуватися наступних вимог:

- прибрати з робочого місця інструменти та обладнання;

- прибрати огороження з дороги, колодязів і колекторів;

- здати інструмент, обладнання та індивідуальні засоби захисту в назначені місця.

Спецодяг та спецвзуття очистити від пилу і бруду та вимити руки і обличчя водою з милом.

Про всі зауваження і неполадки, виявлені під час роботи, повідомити керівника робіт. Вимоги інструкції є обов'язковими для працюючих. За невиконання вимог інструкції вони несуть персональну відповідальність. Керівник підрозділу несе відповідальність за забезпечення всіх працюючих інструкціями та своєчасне проведення інструктажу.

#### **4.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

При виникненні аварійної ситуації, коли один із членів бригади нездатний самостійно пересуватися, потерпілому необхідно надати медичну допомогу і доставити його в найближчий медпункт, а також повідомити керівника робіт.

У випадку виникнення пожежі негайно повідомити керівника робіт і пожежну охорону за телефоном та розпочати гасіння пожежі підручними засобами.

Для того, щоб почати роботу у містах, необхідно отримати дозвіл на право виконання робіт і погодити вимоги безпеки в органах, керуючих даною територією, висунуті місцевими органами до проведення геодезичних робіт.

Перед початком робіт на автомагістральних дорогах з рухом транспортних засобів або ж перед виходом бригади на автостради, керівник зобов'язаний провести інструктаж робітників з використання умовної сигналізації, яка подається жестами або прапорцями, а також про порядок руху на маршруті.

Приступати до виконання робіт на автомобільних дорогах дозволяється тільки після облаштування місця роботи усіма необхідними тимчасовими дорожніми знаками та огорожами.

При виконанні геодезичних робіт на полотні автодороги на працюючих повинні бути одягнені сигнальні оранжеві жилети.

При переході з приладом з одного місця роботи на інше дозволяється, при відсутності тротуару, йти по проїжджій частині вулиці автодороги назустріч

руху транспорту.

Під час роботи на автодорожніх мостах до 50 м повинні виділятися з числа робітників регулювальники-сигнальники, які зобов'язані спостерігати за рухом транспорту і подавати сповіщаючи сигнали робітникам.

Працюючі при отриманні сигналу про рух транспортних засобів повинні йти з проїжджої частини моста або небезпечного місця за межі моста.

При роботі на мостах більш 50 м працюючі повинні переховуватись на спеціальних майданчиках, які є в конструкціях мостів.

При виконанні геодезичних робіт в тунелі керівник повинен вказати кожному працюючому, куди вони повинні ховатись при пропуску транспорту.

Перед початком роботи на воді на суднохідних водних шляхах повинен бути проведений техогляд всіх плавзасобів та отриманий дозвіл на їх експлуатацію.

Забороняється використовувати підвісні човникові мотори підвищеної потужності, які не відповідають вантажопідйомності і стійкості човна.

Підвісні мотори повинні додатково кріпитися до човнів страхувальними канатами. На моторних човнах повинні бути в запасі справні гребні весла.

Для усунення можливих пробіїв та тріщин на човнах повинні бути необхідні матеріали.

Плоти повинні бути міцно зв'язані і мати необхідне обладнання.

У всіх випадках транспортування бригад по воді, особливо при подоланні небезпечних ділянок, рятувальні засоби (жилети, нагрудники, пояси) повинні бути надіті на людей, а рятувальні круги і інші засоби при їх наявності на плавзасобі повинні бути розміщені на видному і легко доступному місці.

При посадці та висадці людей, човни та інші плавзасоби повинні ставитись вздовж берега.

Під час роботи повинно бути організовано безперервне спостереження погодних умов з врахуванням місцевих ознак погіршення погоди.

При необхідності виконання робіт на полотнині залізниці варто виставляти сигнальників (один перед по ходу, інший позаду) на таких місцях, звідки можна

знайти і попередити геодезиста умовним знаком про наближення потяга, на відстані не менш 1 км. Усі члени бригади повинні працювати в жовтогарячих демаскуючих жилетах.

На автомобільних дорогах сигнальніки-регулювальники вставляються за 50–100 м з обох сторін від місця роботи геодезиста. Побачивши сигнал про наближення потяга, робітники повинні піти зі шляху на узбіччя (знаходитися на відстані 2 м від крайньої рейки).

Небезпечно працювати на шляхах залізних і шосейних доріг у грозу, заметіль, туман. При наближенні грози, працюючі на дорогах завчасно повинні піти з полотна дороги в намети табору. Не можна залишати на дорогах без нагляду геодезичні прилади, штативи, рейки й інше устаткування. При вимірах ліній сталевую стрічкою чи рулеткою поблизу рейок електрифікованої залізниці не можна допускати зіткнення стрічки з рейками.

При вишукуваннях і зйомках мостових переходів часто приходиться робити водяні переправи на катерах, човнах, плотах, понтонах тощо. У цих випадках працюючі повинні мати брезентові костюми і гумові чоботи, крім того, необхідно мати наготові рятувальні засоби, а при складних обставинах і тривалій роботі – рятувальний пояс чи жилет повинний бути одягнений на кожного виконавця робіт. Такими засобами працюючих, забезпечує особа, яка займає відповідну посаду, та займається організацією на початку робіт, якщо роботи виконуються поблизу мостового переходу.

Під час будівництва мостів при зведенні мостових опор, геодезист спочатку визначає і закріплює палею або віхою центр кожної опори. Потім до центра кожної опори підвозиться плавучий агрегат для опускання оболонки понтона для опускання колодязів. Для безпеки обслуговування будівництва уздовж осі моста від кожного берега до глибини 3–4 м роблять на палях тимчасові надійні помости шириною не менш 1,5 м з огорожею, а на глибоких ділянках, на фарватері, установлюють розвідні плавучі понтонні містки. Ці тимчасові помости забезпечують безпеку усіх геодезичних робіт; по розбивці центрів опор; визначенню їхнього контуру; контролю за опусканням колодязів кесона тощо.

При проведенні будівництва опор на водою, необхідно кількаретовим вимірюванням контролювати будівництво до проектної висоти. Після цього визначаються відстані між осями фактично побудованих опор для надання заводу замовлення на виготовлення суцільнозварних мостових ферм. Виконуючи ці роботи, геодезична бригада неодноразово робить переправи з берега до опор, піднімається по сходах на опори, працює на них.

Верхні площадки мостових опор звичай бувають вузькі (1,5–2,0 м), тому на площадках необхідно ставити тимчасові поручні для запобігання випадків падіння з опор.

Вертикальні підземні сходи на опорах повинні мати огороження у виді кілець з повздовжніми зв'язуваннями і бути випробувані на підйом вантажу масою 200 кг, а також надійно закріплені в бетон опори. При підйомі по драбині руки робітників повинні бути вільні. У рюкзаку за спиною вантаж не повинний перевищувати 5 кг. Прилади й устаткування на площадку опори піднімають канатом.

Геодезичне обслуговування будівельно-монтажних робіт зі зборки й установки пролітних будівель моста передбачає розбивку тимчасових опор і риштування, спостереження за осіданням їх, виміру при зборці і монтажі ферм, контрольні виміри при пересуванні пролітних будівель, контрольні виміри зрушень і прогинів ферм. Виконання вимірів на висоті дозволяється тільки при страховці працюючих ланцюгом запобіжного поясу.

Для проведення вимірів з ферм моста необхідно заздалегідь зробити надійні і міцні підмости, що забезпечують безпеку роботи. Бригада геодезистів повинна працювати на мосту в рятувальних жилетах і застрахованими застережним поясом до конструкції моста. При виконанні вимірів узимку по льоду попередньо вимірюють товщину льоду в декількох місцях по створі, паралельно осі моста, вище на 20 м, і визначають вантажопідйомність льоду і надійність його.

При мостовому будівництві геодезисти повинні вивчати зимовий режим річки і льодоставу: спостереження за змінами товщини льоду, виміру місць і

розмірів ополонки, спостереження за рухом льоду. Для виміру товщини льоду користаються спеціальною рейкою з укосиною, що дозволяє виключити надлишок намерзання льоду на краю лунки [29].

#### **4.6 Техніка безпеки при проведенні камеральних робіт**

Усі види та процеси камеральних робіт повинні виконуватися у суворій відповідності до затверджених технічних проектів, що виключають можливий вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів, речовин та матеріалів. Під час виконання камеральних робіт забороняється застосування несправних приладів, інструментів та технологічного обладнання, а також виконання робіт при відключенні контрольно-вимірювальних приладів.

У кожній професії є свої певні вимоги стосовно безпеки використання тих чи інших пристроїв, які експлуатуються в роботі. Для експлуатації ЕОМ існують правила і вимоги, які затверджені комітетами по нагляду за охороною праці та іншими органами, які відповідають за безпеку життєдіяльності.

Електрообладнання, яким доводиться користуватися працівникам, являє собою потенційну небезпеку. Багато нещасних випадків відбувається при обслуговуванні найбільш поширеного електрообладнання, розрахованого на напругу 127–380 В.

##### **4.6.1 Вплив електричного струму на організм людини**

Проходячи крізь тіло людини, електричний струм чинить на нього складний вплив:

- термічний – нагрівання тканини живого організму;
- біологічний – подразнення і збудження нервових волокон та інших тканин організму;
- електролітичний – розпад крові і плазми.

Будь-яка з цих дій може призвести до електричної травми, тобто до

пошкодження організму дією електричного струму. Тяжкість ураження електричним струмом залежить від цілого ряду чинників: значення сили струму; електричного опору тіла людини і тривалості протікання через нього струму; роду і частоти струму (змінний, постійний). Характеристика дії електричного струму на організм людини залежно від його виду та величини наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика дії електричного струму на організм людини

Сила струму, мА	Змінний струм частотою 50 Гц
0,6 – 1,5	Початок відчуття: слабе свербіння, пощипування шкіри
2 – 4	Відчуття поширюється на зап'ястях, злегка зводить м'язи
5 – 7	Больові почуття посилюються у всій кисті, судороги, слабкий біль у руці до передпліччя
8 – 10	Сильний біль, судороги у руці, руки важко відірвати від джерела струму
10 – 15	Нестерпний біль у всій руці. Руки не можна відірвати від джерела струму
20 – 25	Сильний біль. Руки миттєво паралізуються, відірвати їх від джерела струму неможливо, дихання ускладнене
50 – 60	Параліч дихання. порушується робота серця
80 – 100	Параліч дихання. При тривалості дії струму 3 сек.
300	Те саме, за менший строк

#### 4.6.2 Технічні засоби електронезбезпеки

Технічні засоби електронезбезпеки включають: ізоляцію струмопровідних частин, захисне заземлення, замулення, захисне вимикання, малу напругу, вирівнювання потенціалів, електричне розділення, загороджувальні пристрої, запобіжну сигналізацію, блокування, знаки безпеки, засоби індивідуального захисту та інші.

Ізоляція – захист струмоведучих елементів обладнання, що забезпечує її нормальну роботу і захист від ураження електричним струмом.

У нормальних виробничих умовах ізоляцію мережі слід перевіряти не менше одного разу на рік. Опір ізоляції силових і освітлювальних електропроводів має бути не менше 0,5 МОм.

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання металевих неструмопровідних частин електрообладнання, які можуть опинитися під напругою із заземлюючим пристроєм.

Приміщення з ЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ України від 20.11.97 N 779 ( z0567-97 ) і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28.11.97 за N 567/2371, та СНіП 2.04.09-84 "Пожарная автоматика зданий и сооружений" з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20 кв. м площі приміщення з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні [30].

#### **4.7 Задача 1 «Освітленість робочого місця»**

Рівень освітленості робочих місць у приміщеннях камеральної обробки геодезичних вимірювань, повинен відповідати вимогам СНіП II-4-79 «Природне та штучне висвітлення. Норми проектування».

Джерела світла, світильники та інші світлотехнічні вироби повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.13-88 «ССБТ. Лампи електричні. Вимоги безпеки».

Основним джерелом штучного освітлення в приміщенні відділу камеральної обробки є люмінесцентні лампи типу ЛДЦ. Необхідно

обґрунтувати, чи можуть забезпечити такі лампи відповідні санітарно-гігієнічні вимоги до умов зорової роботи працівників відділу при обробці геодезичних вимірювань.

Для вирішення цієї задачі використовується метод коефіцієнта використання світлового потоку  $\Phi$ . для розрахунку при цьому методі використовується наступна формула:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

де  $E$  – нормативне значення освітленості в приміщенні,  $E = 300$  лк;

$N$  – кількість світильників,  $N = 10$  шт;

$n$  – кількість ламп у світильнику,  $n = 4$  шт;

$S$  – площа освітлюваного приміщення,  $S = 51,7$  м<sup>2</sup>;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $z = 1,1$ ;

$k_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості через забруднення і старіння ламп,  $k_3 = 1,5$ ;

$\eta$  – коефіцієнт використання освітлювального пристрою.

Коефіцієнт використання освітлювального пристрою залежить від типу світильника, індексу приміщення й коефіцієнту відбиття світла від стін, стелі й підлоги приміщення.

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{L \cdot B}{h_{\text{п}} \times (L + B)}, \quad (4.2)$$

де  $L$  і  $B$  – відповідно довжина і ширина приміщення;

$h_{\text{п}}$  – висота підвісу світильників.

За умовами задачі довжина і ширина приміщення:  $L = 11$  м,  $B = 4,7$  м, а висота підвісу світильника  $h_{\text{п}} = 2,2$  м. Індекс приміщення згідно формули (4.2):

$$i = \frac{11 \cdot 4,7}{2,2 \times (11 + 4,7)} = 1,5.$$

Коефіцієнти відбиття світла від стін, стелі, підлоги приміщення визначається за ДБН В.2.5-28-2006. У даній задачі коефіцієнти мають наступні значення:

$\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ ,  $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$ . Таким чином, коефіцієнт використання освітлювального пристрою складає  $\eta = 0,63$ .

Світловий потік люмінесцентної лампи для заданої задачі визначений за формулою (4.1):

$$\Phi = \frac{300 \cdot 63 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{10 \cdot 4 \cdot 0,63} = 1237,5.$$

У даному випадку найближче до одержаної розрахункової величини значення світлового потоку має лампа типу ЛБ потужністю 20 Вт. Використання таких ламп дозволить створити в приміщенні відділу необхідні умови зорової роботи. В приміщенні відділу для створення штучного освітлення використовують саме такі лампи, отже, можна зробити висновок, що штучне освітлення у відділі відповідає нормативним вимогам стандартів.

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що санітарно-гігієнічні умови праці в приміщенні відділу відповідають нормативним вимогам. Схема розташування розміщення ламп у приміщенні наведена на рисунку 4.3.

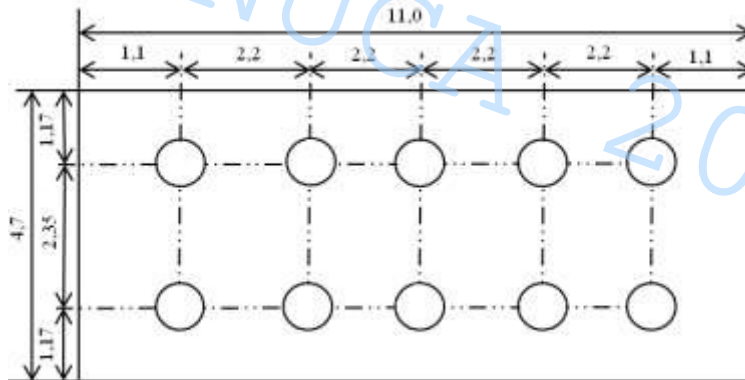


Рисунок 4.3 – Схема розміщення ламп у приміщенні [31]

4.8 Задача 2 «Розрахунок системи вентиляції в приміщенні за надлишком тепла»

З метою забезпечення в приміщенні необхідного повітрообміну, а також підтримки відповідних параметрів мікроклімату використовують природну організовану вентиляцію. У задачі необхідно перевірити відповідність типу експлуатованої системи вентиляції вимогам до забезпечення санітарно-гігієнічного стану повітря в приміщенні.

Кількість тепла, яка надходить у приміщення від обладнання за розраховується формулою:

$$Q_{об} = N_1 \times n_{об1} + N_2 \times n_{об2}, \quad (4.3)$$

де  $N_1$  – потужність комп'ютера,;

$n_{об1}$  – кількість комп'ютерів,;

$N_2$  – середня потужність одиниці додаткового обладнання (принтера, ксерокса тощо);

$n_{об2}$  – кількість одиниць додаткового обладнання.

За умовами задачі  $N_1 = 100$  Вт,  $n_{об1} = 6$  шт,  $N_2 = 50$  Вт,  $n_{об2} = 2$  шт. Таким чином, кількість тепла, яка надходить у приміщення від обладнання, згідно формули (4.3) складає:

$$Q_{об} = 6 \times 100 + 2 \times 50 = 700 \text{ Вт.}$$

Надходження тепла в приміщення від людей визначається за формулою:

$$Q_{л} = W \times n_{л}, \quad (4.4)$$

де  $n_{л}$  – кількість людей;

$W$  – енерговитрати людини залежно від категорії виконуваних робіт.

За умовами задачі:  $n_{л} = 6$  працівника;  $W = 139$  Вт. Надходження тепла в приміщення визначаємо за формулою 4.4:

$$Q_{л} = 6 \times 139 = 834 \text{ Вт.}$$

Надходження тепла в приміщення від ламп освітлювання визначається за формулою:

$$Q_{лп} = h \times N_{лп} \times t, \quad (4.5)$$

де  $h$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

$N_{лп}$  – потужність лампи;

$t$  – кількість ламп у приміщенні.

За умовами задачі:  $h = 0,5$ ;  $N_{лп} = 30$  Вт;  $t = 33$  шт., за формулою (4.5) розраховуємо кількість тепла у приміщенні від ламп освітлювання:

$$Q_{лп} = 0,5 \times 30 \times 33 = 492 \text{ Вт.}$$

Далі розраховується кількість надходження тепла в приміщення від сонячної радіації, яка визначається за наступною формулою:

$$Q_c = q \times S_B \times k_{в.п.}, \quad (4.6)$$

де  $q$  – тепловий потік, який надходить у приміщення через  $1 \text{ м}^2$  одинарного скла;

$S_B$  – площа вікон;

$k_{в.п.}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації.

Згідно умови задачі:  $q = 171,9 \text{ Вт/м}^2$ ;  $S_B = 11 \text{ м}^2$ ;  $k_{в.п.} = 0,53$ . Розрахунок надходження тепла від сонячної радіації, виконуємо за формулою (4.6):

$$Q_c = 171,9 \times 11 \times 0,53 \approx 1002 \text{ Вт.}$$

Суму тепловиділень визначається як сума надходження тепла у приміщення від різних джерел:

$$\Sigma Q_{\text{твд}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{лп}} + Q_c. \quad (4.7)$$

У поставленій задачі загальна сума тепловиділень у приміщенні згідно формули (4.7) складає:

$$Q_{\text{твд}} = 700 + 834 + 492 + 1002 = 3028 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через стіни приміщення визначають за формулою:

$$Q_{\text{ст}} = k \times S_{\text{ст}} \times (t_1 - t_2) \times n, \quad (4.8)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі стін;

$S_{\text{ст}}$  – площа стін;

$n$  – коефіцієнт, який враховує положення зовнішніх огорожувальних конструкцій відносно зовнішнього повітря;

$t_1, t_2$  – відповідно температури, при яких повітря видаляється й надходить у приміщення.

Вихідні дані для задачі:  $k = 1,23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ ;  $S_{\text{ст}} = 86,8 \text{ м}^2$ ;  $n = 1$ ;  $t_1 - t_2 = 10^\circ\text{C}$ . за формулою (4.8) маємо:

$$Q_{\text{ст}} = 1,23 \times 86,8 \times 10 \times 1 \approx 1068 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через вікна визначаються за формулою:

$$Q_B = k \times S_B \times (t_1 - t_2) \times n, \quad (4.9)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі вікон;

$S_B$  – площа вікон;

$n$  – коефіцієнт, який враховує положення зовнішніх огорожувальних

конструкцій відносно зовнішнього повітря.

Таким чином, маємо:  $k = 3,26 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;  $S_{\text{в}} = 11 \text{ м}^2$ ;  $n = 1$ . За формулою (4.9) розраховуємо тепловтрати через вікна:

$$Q_{\text{в}} = 3,26 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 1 \approx 359 \text{ Вт.}$$

Загальну суму тепловтрат у приміщенні визначається за формулою:

$$\sum Q_{\text{тепловтрат}} = Q_{\text{с}} + Q_{\text{в}}, \quad (4.10)$$

Для даної задачі, загальна сума тепловтрат у приміщенні згідно формули (4.10) складає:

$$\sum Q_{\text{тепловтрат}} = 1068 + 359 = 1427 \text{ Вт.}$$

Кількість надлишкового тепла визначається за формулою:

$$Q_{\text{над}} = \sum Q_{\text{тепловиділень}} - \sum Q_{\text{тепловтрат}}. \quad (4.11)$$

За формулою (4.11) розрахована кількість надлишкового тепла в приміщенні становить:

$$Q_{\text{над}} = 3028 - 1427 = 1601 \text{ Вт.}$$

Кількість повітря необхідного для боротьби з надлишковим теплом розраховується за формулою:

$$L = \frac{Q_{\text{над}} \times 3600}{c \times (t_1 - t_2) \times \rho}, \quad (4.12)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря;

$\rho$  – густина повітря;

$t_1, t_2$  – відповідно температури, при яких повітря віддається й надходить у приміщення.

Для вирішуваної задачі маємо наступні дані:  $c = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $\rho = 1,17 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $t_1 - t_2 = 10^\circ \text{ С}$ . В даній задачі за формулою (4.12) кількість необхідного повітря складає:

$$L = \frac{1601 \times 3600}{1000 \times 10 \times 1,17} = 492 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Тип вентиляції обрається, після визначення кратності повітрообміну у приміщенні за формулою:

$$n = \frac{L}{V}, \quad (4.13)$$

де  $V$  – об'єм приміщення.

На останньому етапі вирішення задачі, за формулою (4.3) при  $V = 198 \text{ м}^3$ , маємо:

$$n = \frac{493}{198} \approx 2.5.$$

Отже, в приміщенні відділу для забезпечення відповідної чистоти повітря та підтримки нормативних значень параметрів мікроклімату слід застосовувати організовану природну вентиляцію (рис. 4.4), що відповідає дійсному становищу.

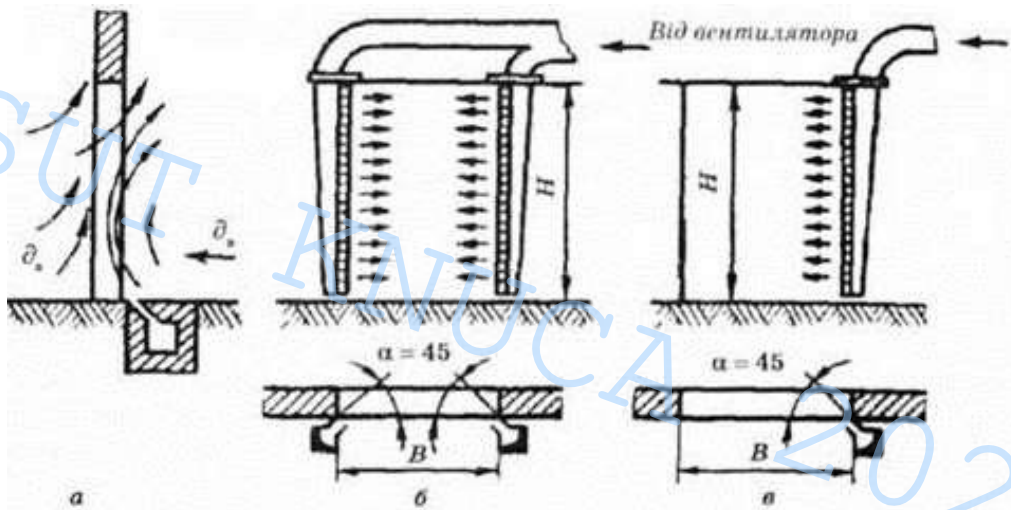


Рисунок 4.4 – Повітряно-теплові завіси:

- а) з нижньою подачею повітря; б) з боковою двосторонньою подачею повітря;
- в) з боковою односторонньою подачею повітря [32]

На підставі проведених розрахунків можна зробити висновок, що санітарно-гігієнічні умови праці в приміщенні відділу відповідають нормативним вимогам.

## ВИСНОВОК

У бакалаврській роботі створено проект виконання геодезичних робіт нульового циклу будівництва.

Після виконання представленої роботи можна зробити наступні висновки, які полягають у тому, що сучасне проектування за допомогою систем автоматизованого проектування та використання сучасних електронних геодезичних приладів, дозволяє прискорити процес виконання геодезичних робіт нульового циклу будівництва і уникнути грубих помилок під час розмічування і розрахунків.

У роботі представлена технологічна схема виконання геодезичних робіт нульового циклу, яка включає наступні основні етапи:

- виконання інженерно геодезичних вишукувань для будівництва;
- проектні підготовчі геодезичні роботи.

Під час проведення першого етапу, виконувались інженерно-геодезичні вишукування до складу яких входили наступні роботи: проектування та створення зйомочної мережі згущення; GNSS-спостереження та пост обробка; тахеометричне знімання та ведення абрисів; обробка польових вимірювань; формування цифрової моделі місцевості.

На другому етапі було запроектовано котлован житлової будівлі, виконано розмічування котловану, розраховано об'єм земляних робіт та складання розмічувального креслення для виносу котловану на місцевість.

Координати зйомочної геодезичної мережі згущення, яка складається із двох опорних пунктів, отримані за допомогою GNSS-спостережень. Тахеометрична зйомка виконувалася електронним тахеометром. Після чого проведено обробку польових робіт та сформовано цифрову модель місцевості. Проектування і розмічування котловану виконувалося на створеній моделі місцевості. Також виконано розрахунок об'єму земляних робіт та заключний етап – підготовка котловану для виносу на місцевість. Отже у дипломній роботі представлено і виконано повний нульовий цикл геодезичних робіт у будівництві.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність. – [Чинний від 23–12–1998]. – Київ : Верховна Рада України; Закон № 353-XIV.
2. Закон України Про метрологію та метрологічну діяльність. – [Чинний від 05–06–2014]. – Київ : Верховна Рада України; Закон № 1314-VII.
3. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. – [Чинний від 21–01–2010]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с.
4. ДБН В.1.3-2:2010 Зміна №1 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. – [Чинний від 06–01–2018]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 32 с.
5. Постанова Кабінету Міністрів України Про авторський та технічний нагляд під час будівництва об'єкта архітектури. – [Чинний від 11–07–2007]. – Київ : Кабінет Міністрів України; Постанова № 903.
6. ДБН В. 1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. – [Чинний від 01–01–2008]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 16 с.
7. ДБН В.1.2-12-2008 Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. – [Чинний від 01–01–2009]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 34 с.
8. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. – [Чинний від 01–08–2018]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 128 с.
9. ДБН А.2.2-3:2012 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. – [Чинний від 01–10–2014]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 36 с.

10 ДБН А.3.1-5-2016 Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва . – [Чинний від 01-01-2017]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 34 с.

11. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – [Чинний від 01-04-2012]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 9 с.

12. ДСТУ-Н Б А. 1.3-1:2016 Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови. Загальні вимоги. – [Чинний від 13-06-2016]. – Київ : Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ, 2016. – 34 с.

13. ДСТУ-Н Б В. 1 2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. – [Чинний від 29-06-2016]. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 62 с.

14. ДСТУ-Н Б В. 1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. – [Чинний від 01-10-2014]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2014. – 128 с.

15. ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови. . – [Чинний від 01-07-2003]. – Київ : Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики, 2003. – 79 с.

16. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів. Система проектної документації для будівництва – [Чинний від 23-01-2009]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 34 с.

17. ДСТУ Б А.2.4-5:2009 СПДБ Загальні положення. – [Чинний від 01-01-2010]. – Київ : Закрите акціонерне товариство інститут «ГІПРОЦИВІЛЬПРОМБУД», 2009. – 34 с.

18. ДСТУ Б А.2.4-37:2008 СПДБ Позначення характеристик точності. – [Чинний від 27-06-2008]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.

19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – [Чинний від 01–11–2011]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 130 с.

20. Постанова Кабінету Міністрів України № 646 Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність». – [Чинний від 07–08–2013]. – Київ : КМУ України, 2023.

21. Офіційний сайт «Геодезичне, тепловізійне та навігаційне обладнання світових виробників» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://geoagronavt.com.ua/p671948322-gnss-rtk-priemnik.html>.

22. Посібник користувача для приймача GNSS S650/S660 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://southinstrument.kz/f/rukovodstvo-s660.pdf>.

23. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. – [Чинний від 04–02–1998]. – Київ : Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України, 1998. – 45 с.

24. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 2. : навчальний посібник / [Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 99 с.

25. Закон України Про охорону праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/269412?test=XX7MfyrCSgkyW3kIZiL1e2a1HI47Is80msh8Ie6>.

26. Офіційний сайт «Освіта UA» Техніка безпеки при проведенні геодезичних робіт – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/bjd/22817/>.

27. Спеціалізований автомобіль для геодезичних бригад «АС-Гео» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inruscom.com/catalog/5/200>

28. Офіційний сайт «ГЕОТОР КИЇВ» <https://geotor.kiev.ua/geodeziya.php>

29. Вимоги з техніки безпеки для геодезичних робіт – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ohranatrud-ua.ru/instruktsiji-z-okhoroni-pratsi/2309-instruktsiya-z-okhoroni-pratsi-pri-vikonanni-ikonuyut-topografo-geodezichnikh-robot.html>.

30. Наказ Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15/stru#Stru>

31. Офіційний сайт «Irren» схеми освітленості – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://irren.com.ua/rozrahunok-osvitlenosti-prymishhennya-formuly-i-metody.html>

32. Офіційний сайт «Навчальні матеріали онлайн» місцева вентиляція – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pidru4niki.com/1355091538282/bzhd/mistseva\\_ventilyatsiya](https://pidru4niki.com/1355091538282/bzhd/mistseva_ventilyatsiya)

33. Державне управління охороною праці та організація. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://studopedia.su/9\\_46755\\_ohoroni-pratsi-na-pidpriemstvi.html](http://studopedia.su/9_46755_ohoroni-pratsi-na-pidpriemstvi.html).

34. Строительство и стройматериалы Общие правила и нормы по строительству и стройматериалам ГОСТ 23407-78: Техника безопасности. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.g-ost.ru/002/007/000/007/>. – 10.05.2018 р. – Загол. з екрану. Пожежна безпека ГОСТ 12.3.009-91. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uadoc.zavantag.com/text/16717/index-1.html>. – 10.05.2018 р. –

ДОДАТОК А  
ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

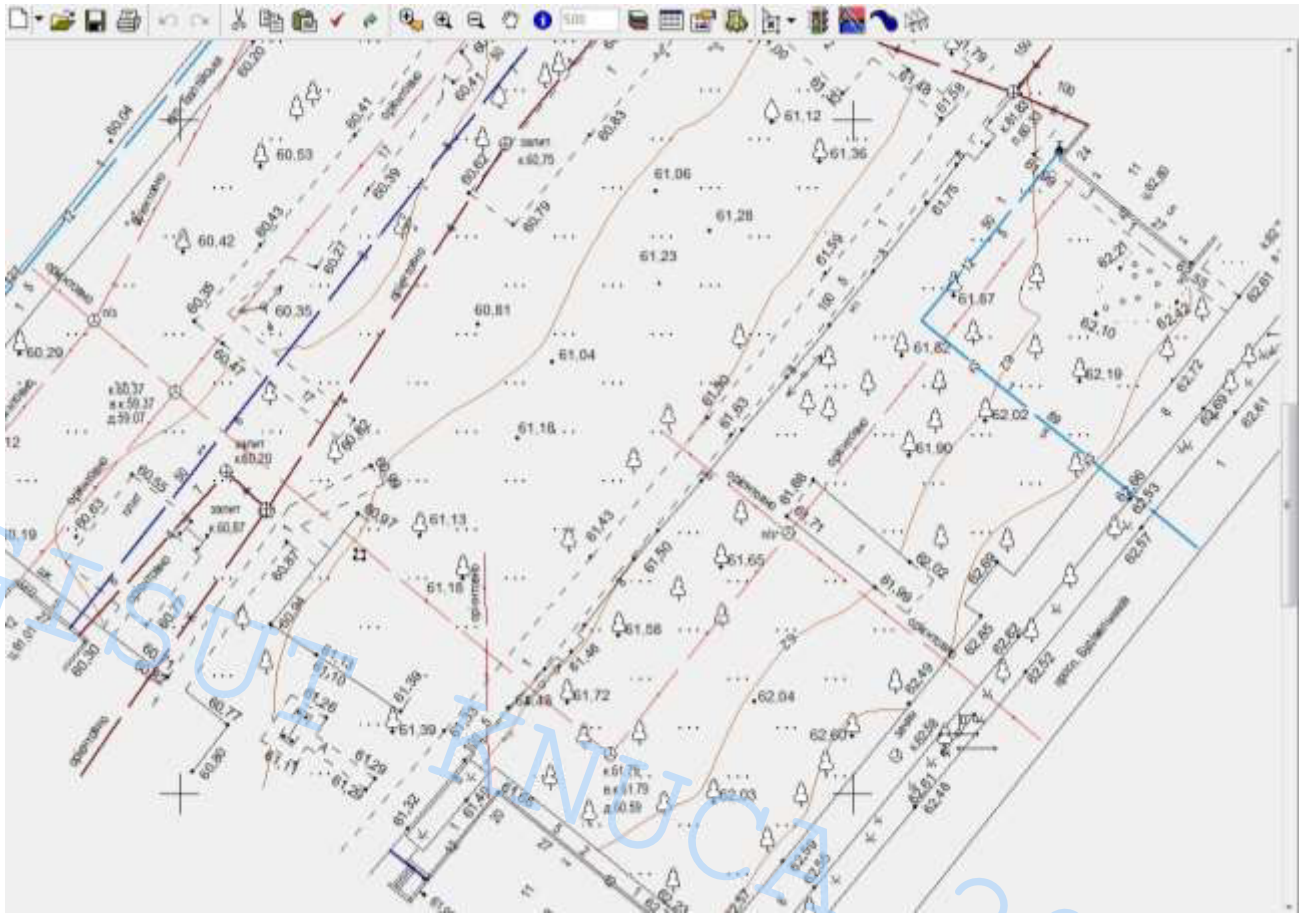


Рисунок А1 – Цифрова модель місцевості масштабу 1:500 на об’єкт виконання будівельних робіт нульового циклу у м. Бровари

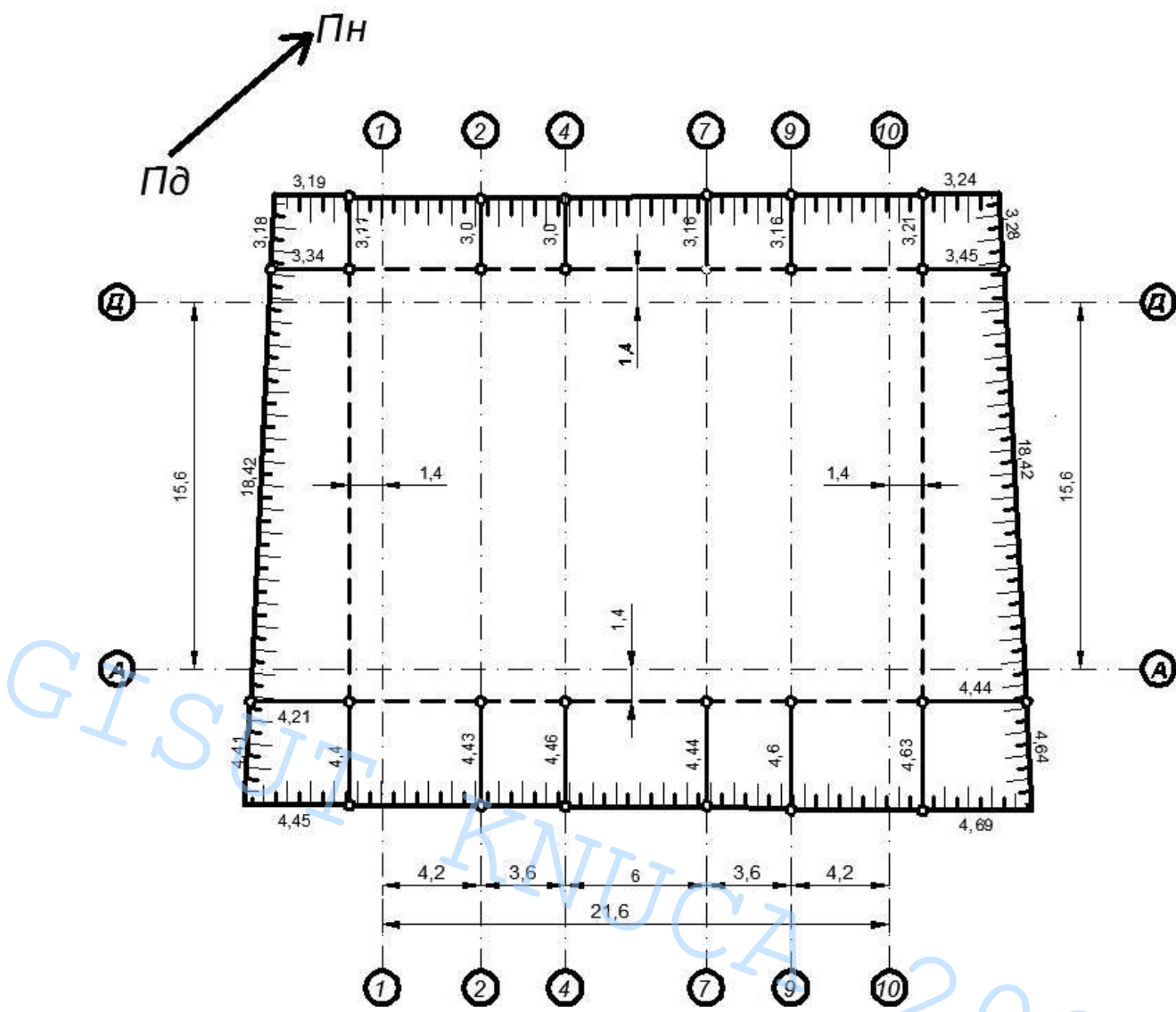


Рисунок А2 – Розмічувальне креслення для побудови контурів котловану

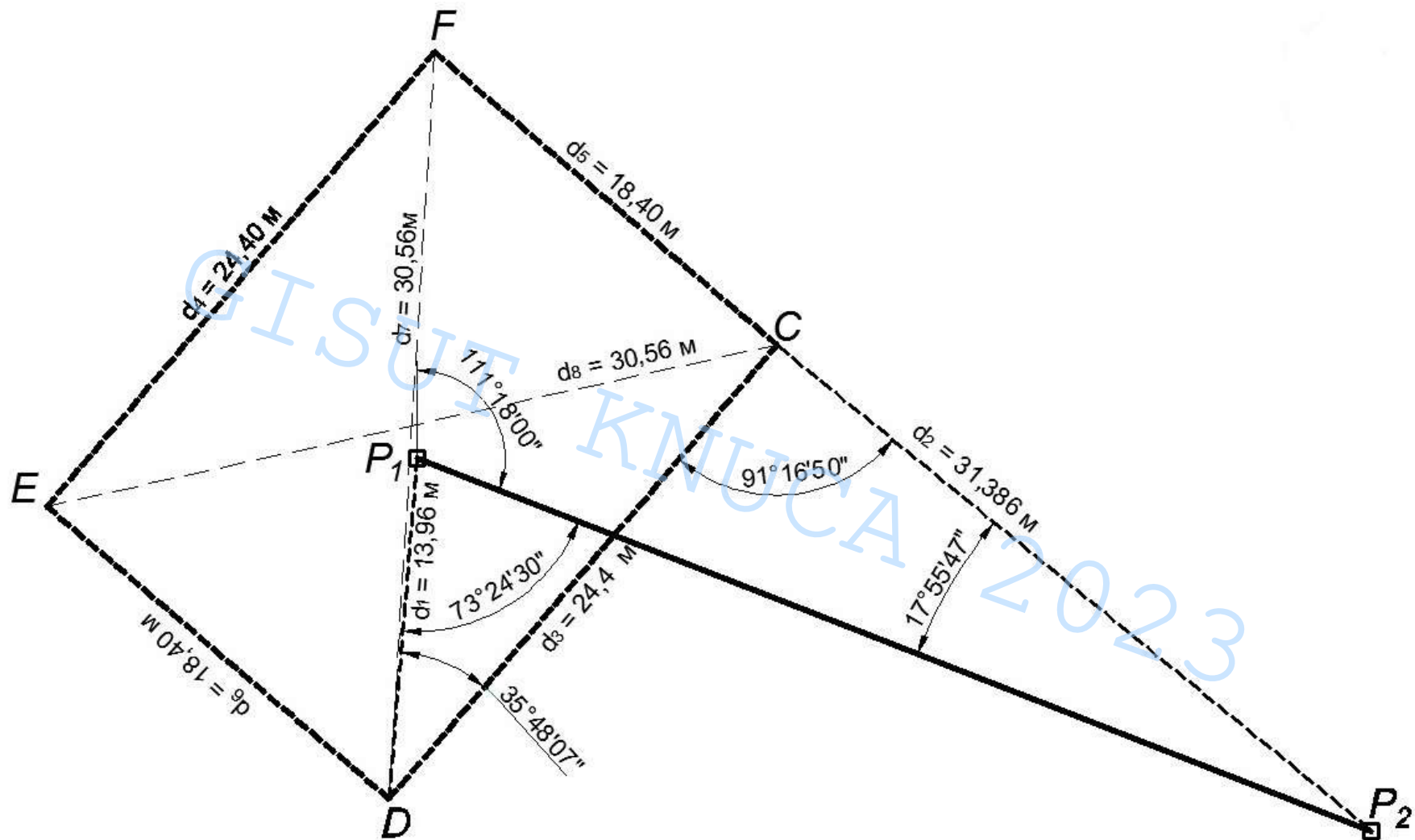


Рисунок А3 – Креслення розмічування виносу на місцевість дна котловану

