

**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 МАГІСТРА**

на тему:

«Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва споруд

лінійного типу»

Малинка Іван Вікторович

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дем'яненко Р.А.

“ ___ ” _____ 20__
року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬНОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

«Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва споруд
лінійного типу»

Виконав студент групи зГД-61 м
спеціальність 193 – «Геодезія та
землеустрій

спеціалізація «Геодезія»
Малинка Іван Вікторович

Керівник: Анненков А.О.

доктор технічних наук, професор

Ідентичність підтверджую

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: «Геоінформаційних систем та управління територіями»

Кафедра: «Інженерної геодезії»

Освітній рівень: «магістр за ОПП/ОНП»

Спеціальність: 193-«Геодезія і землеустрій»

Спеціалізація: «Геодезія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Нестеренко О.В.

“ ___ ” _____ 20___
року

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

Малинка Іван Вікторович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва споруд лінійного типу» затверджена наказом ректора КНУБА № 2529/2

від “24” жовтня 2023 року.

2. Керівник роботи: Анненков Андрій Олександрович
доктор технічних наук, професор
(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 про інженерні вишукування

Р. 2. Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва автомобільних доріг

Р. 3. Охорона праці і техніка безпеки

5. Графічний матеріал за розділами:

Р. 2.- приклад трасування на карті;

- кути повороту;
- кругова крива;
- розрахунок кругових кривих;
- повздовжній профіль траси.

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

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	до 07.11.2023
Розділ 2.	до 18.11.2023
Розділ 3.	до 25.11.2023
Остаточне оформлення роботи	до 30.11.2023
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	до 04.12.2023
Попередній захист роботи на кафедрі	до 14.12.2023

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

8. Дата видачі завдання: 29 вересня 2023 року

Зав. кафедри

(підпис)

Р.А.Дем'яненко
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

А.О.Анненков
(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

І.В.Малинка
(прізвище та ініціали)

Резюме(summary) <i>До атестаційної випускної роботи</i>		Малинка Іван Вікторович	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва та архітектури		
<i>Тема</i>	Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва споруд лінійного типу		
<i>Освітній ступінь</i>	Магістр за освітньо-науковою програмою		
<i>Факультет</i>	ГіСУТ		
<i>Кафедра</i>	Інженерної геодезії		
<i>Спеціальність</i>	193 «Геодезія та землеустрій»		
<i>Спеціалізація</i>	193,01 «Геодезія»		
<i>Керівник</i>	проф., д.т.н. Анненков А.О.		
<i>Обсяг роботи</i>	Пояснювальна записка	Розділів	Креслень формату А1
	86	3	0
<i>Розділ 1</i>	Загальні відомості про інженерні вишукування		
<i>Розділ 2</i>	Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва автомобільних доріг		
<i>Розділ 3</i>	Охорона праці і техніка безпеки		
<i>Висновки по роботі:</i>	Інженерно-геодезичні дослідження дійсно відіграють важливу роль у будівництві, тому що вони дозволяють отримати точні дані про місцевість, на якій буде зводитися будівля або споруда. Точні дослідження можуть заощадити кошти та запобігти проблемам на пізніших етапах будівництва.		
<i>Ключові слова:</i> <i>Keywords:</i>	Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва споруд лінійного типу <u>Engineering and geodetic surveys for the construction of linear structures</u>		

Укладач _____

Малинка І.В.

Керівник _____

Анненков А.В.

2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ІНЖЕНЕРНІ ВИШУВАННЯ.....	9
1.1. Види інженерних вишукувань для будівництва.....	9
1.2. Завдання та цілі інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва автошляхів.....	11
2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....	19
2.1 Загальні положення.....	19
2.2 Камеральне трасування.....	21
2.3 Польове трасування.....	25
2.4 Камеральна обробка та побудова профілю траси автодороги.....	38
2.6 Згущення опорних геодезичних мереж.....	49
2.7 Розвиток знімальних мереж теодолітними ходами.....	49
2.8 Тахеометрична зйомка вздовж траси.....	52
2.9 Технічне та тригонометричне нівелювання.....	53
3. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	61
3.1 Загальні положення.....	61
3.2 Техніка безпеки при розвідці геодезичних мереж.....	62
3.3 Техніка безпеки при земляних роботах.....	65
ВИСНОВОК.....	72
Список використаних джерел.....	73
ДОДАТОК А.....	76
(обов'язкове).....	76
ДОДАТОК Б.....	80
(обов'язкове).....	80
ДОДАТОК В.....	83
(довідкове).....	83
ДОДАТОК Г.....	85
(довідкове).....	85
ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	86

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Одним із основних завдань Транспортної стратегії України до 2030 року є формування єдиного транспортного простору національної території. На даний час активно здійснюється будівництво нових об'єктів та реконструкція існуючих елементів дорожньої транспортної інфраструктури в Україні. Ключовим аспектом у створенні цього транспортного простору є забезпечення високої якості геопросторовими даними на всіх етапах будівництва та експлуатації: від проведення пошуків та проектування до будівництва та експлуатації автомобільних, залізничних доріг, тунелів, мостів.

Методи збирання геопросторових даних та технології інженерно-геодезичних робіт для лінійних об'єктів доріг та мостів залежать від конструктивних особливостей автомобільних доріг та залізниць. Різноманітні геодезичні інструменти для контролю геометричних параметрів включають електронні тахеометри, приймачі глобальних навігаційних супутникових систем, системи наземного і повітряного лазерного сканування, референсні станції, безпілотні літальні апарати.

На сьогоднішній день відсутня єдина система геодезичного забезпечення дорожньої транспортної інфраструктури, яка б враховувала останні наукові, технічні та технологічні досягнення. Крім того, потрібна розробка нових методів геодезичних робіт, що базуються на сучасних теоретичних принципах і здатних забезпечувати отримання більш високоякісних геопросторових даних.

Мета та завдання досліджень.

Мета даного дослідження полягає у проведенні як теоретичних, так і прикладних досліджень для розвитку теорії та методології геодезичних робіт у контексті інженерних досліджень лінійних об'єктів, таких як автомобільні та залізничні дороги, мости, тунелі.

Для досягнення мети дослідження було поставлено такі основні завдання:

- Здійснити аналіз поточного стану методів інженерно-геодезичних робіт, що застосовуються під час будівництва автомобільних доріг, залізниць та мостів.
- Шляхом систематизації наявних нормативних документів удосконалити методи геодезичного забезпечення інженерних вишукувань лінійних споруд транспортної інфраструктури.
- Розробити метод визначення просторової довжини траси у процесі проектування та будівництва автомобільних доріг.
- створити метод уточнення фізичної площі земельних ділянок для точного визначення площ водозбору.
- Розробити підходи для визначення нахилу та контролю планового положення опор мостів.

Об'єктом досліджень є методи геодезичних робіт для забезпечення інженерних досліджень лінійних споруд транспортної інфраструктури.

Предмет дослідження – методологічні та теоретичні розробки та розв'язання методів геодезичних робіт при дослідженнях, проектуванні, будівництві та експлуатації автомобільних доріг, залізниць та мостів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ

1.1. Види інженерних вишукувань для будівництва

Інженерні дослідження є важливим елементом будівельної індустрії, оскільки результати цих досліджень істотно впливають на вартість будівництва, а також на надійність і довговічність створених об'єктів. Під інженерними дослідженнями для будівництва слід розуміти комплексний виробничий процес, у результаті якого будівельне проектування збагачується початковими даними про природні умови у регіоні чи конкретній ділянці майбутнього будівництва.

Інженерні вишукування є важливою складовою процесу проектування та будівництва. Вони включають різні види досліджень для отримання необхідної інформації про район, де планується реалізувати будівельний проект. Ось основні види інженерних вишукувань:

- 1. Інженерно-геологічні дослідження:** Дозволяють вивчити геологічну будову району, визначити характеристики ґрунтів та гірських порід, а також виявити можливі геологічні особливості та ризики, пов'язані з ними.
- 2. Інженерно-геодезичні дослідження:** Включають у себе роботу зі створення топографічних карт, виконання геодезичних вимірів та встановлення геодезичних точок. Ці дані необхідні для точного планування та проектування.
- 3. Інженерно-екологічні дослідження:** Направлені на оцінку впливу будівництва на навколишнє середовище. Включають аналіз ґрунтів, водних ресурсів, атмосферних викидів та інших факторів, які можуть вплинути на екологію району.
- 4. Інженерно-гідрометеорологічні дослідження:** Важливі для оцінки кліматичних та метеорологічних умов на ділянці будівництва. Ці дані можуть використовуватися при проектуванні об'єктів, таких як мости та греблі.

5. Геофізичні дослідження: Включають використання методів геофізики для вивчення підземних структур і властивостей ґрунтів. Ці дані можуть бути корисними при проектуванні фундаментів та підземних споруд.

6. Інженерно-гідрогеологічні дослідження: Направлені на вивчення водних ресурсів, гідрогеологічних умов та підземних вод на ділянці будівництва. Це важливо для проектування систем водопостачання та водовідведення.

Кожен із цих видів досліджень надає унікальну інформацію, необхідну для успішної реалізації будівельних проектів та забезпечення їх надійності та безпеки. Після завершення пошуків проектувальник отримує:

- Детальну інформацію про геологічні та геотехнічні особливості ділянки, що дозволяє правильно оцінити необхідні фундаментні рішення.
- Дані про кліматичні умови, які є важливими при проектуванні та виборі матеріалів для споруд.
- Гідрографічні дані, включаючи інформацію про водоймища та водозбірні басейни, що важливо для проектування водовідвідних систем та мостів.
- Геодезичні виміри, які забезпечують точні геометричні дані для розробки проекту.
- Топографічний план, який надає інформацію про рельєф території та існуючу інфраструктуру, включаючи комунікації.
- Інженерно-геологічний звіт, що включає такі розділи:
- Геологічна будова району, що надає інформацію про геологічну структуру місцевості. Геоморфологічні характеристики та гідрогеологічні умови площі, що описують форми місцевості та розподіл підземних вод.
- Відомості про склад, стан та фізичні властивості ґрунтів, включаючи їх міцність, щільність та водопроникність.
- Аналіз можливих інженерно-геологічних та гідрогеологічних процесів, які можуть вплинути на будівництво та безпеку об'єкта. Звіт з екологічною оцінкою природнього середовища, який включає аналіз слідуючих аспектів:

- Ґрунтові характеристики, включаючи склад та якість ґрунту.
- Стан атмосферного повітря, у тому числі аналіз забруднення та викидів шкідливих речовин.
- Стан підземних та поверхневих вод, включаючи якість води та її вплив на довкілля.
- Аналіз геофізичних полів на ділянці, включаючи електромагнітні та гравітаційні вимірювання.

Ці дані інженерних досліджень надають важливі дані для розробки та проектування об'єктів з урахуванням навколишнього середовища та геологічних особливостей місцевості.

1.2. Завдання та цілі інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва автошляхів

Мета інженерно-геодезичних досліджень лінійних споруд полягає в зборі даних, необхідних для розробки проекту будівництва або реконструкції ділянки автомобільної дороги. Завдання інженерно-геодезичних пошуків включають такі:

1. Оцінка стану автомобільної дороги: Інженерно-геодезичні дослідження дозволяють оцінити поточний стан дороги, виявити пошкодження, деформації та інші проблеми, які можуть вимагати реконструкції або ремонту.

2. Вивчення характеру рельєфу: Інформація про рельєф місцевості є ключовою визначення оптимального маршруту дороги, проектування поворотів, підйомів і спусків, і навіть для розрахунків геометричних параметрів дороги.

3. Дослідження ситуації та інженерних комунікацій: Дослідження включають аналіз існуючих інженерних комунікацій на ділянці будівництва, таких як водопровід, каналізація, газопроводи та електричні мережі. Це дозволяє уникнути конфліктів під час будівництва та планувати перетинання існуючих комунікацій.

4. Збір точних геодезичних даних: Геодезичні виміри забезпечують точні геометричні дані місцевості, необхідні створення дорожнього проекту з високим рівнем точності.

5. Визначення зон ризику та безпеки: На основі даних інженерно-геодезичних досліджень можна виділити зони, де можуть виникнути небезпеки, такі як зсуви та повені. Це допомагає розробити заходи щодо забезпечення безпеки дорожнього руху.

Інженерно-геодезичні дослідження відіграють важливу роль у забезпеченні якісного та безпечного будівництва автомобільних доріг, а також у оптимізації витрат та ресурсів при проектуванні та будівництві.

На сьогоднішній час можна виділити наступні технології геодезичного забезпечення при створенні цифрових моделей об'єктів для вирішення прикладних задач вертикального планування:

- **Наземні інструментальні зйомки (Теодолітна та тахеометрична зйомки, геометричне нівелювання)** (рис. 1.3.1). Цифрова модель створюється геодезичними методами, як правило, за допомогою тахеометричної зйомки, за рахунок якої складаються топографічні плани. Отримані дані про топографію місцевості будуть аналогом цифрової моделі місцевості. Сутність технології полягає в наступному. Спочатку прилад встановлюють на точку, координати якої визначені в будь-якій системі координат. Потім, в залежності від типу використовуваних технічних засобів (електронного тахеометра або далекоміра, сумісного з теодолітом) вимірюються координати необхідних точок. При цьому зйомочні точки повинні рівномірно без пропусків покривати територію зйомки. Останнім етапом є отримання просторових координат і потім створення цифрової моделі за отриманими результатами. Основною перевагою даного методу є висока точність атрибутів моделі. Недоліками даного способу збору даних для побудови цифрової моделі наступні: великий об'єм польових робіт; значні трудовитрати при наборі необхідної кількості точок для реального

комунального господарства, склади і т. п.), транспортні об'єкти (залізничні і автомобільні дороги, трубопроводи, канали, аеродроми, акваторії, зони відпочинку, ділянки державного кордону та ін. Недоліком даної технології є обов'язкова наявність прямої видимості на супутники і залежність від їх просторового положення;

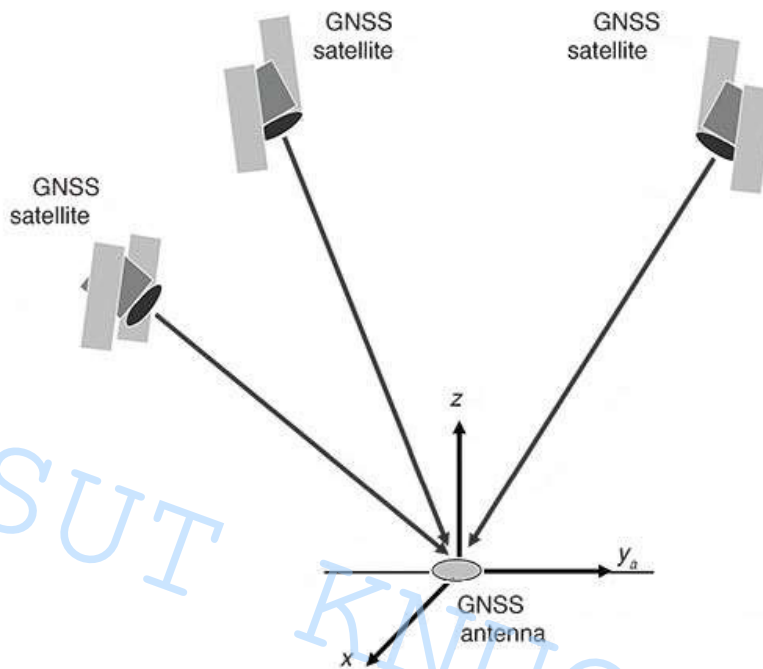


Рис. 1.3.2. GNSS зйомка

- **Аерофотограметричний метод** (рис. 1.3.3). Аерофотограметричний метод заснований на визначенні розмірів, форми і положення об'єктів по їх зображеннях на фотознімках з літальних апаратів (літаків, вертольотів, аеростатів і т.д.). Для визначення координат використовують аналітичний метод (пряма або зворотна геодезичні засічки), а також аналоговий метод (використання фотограметричного приладу - стереографія). Сутність аерофотозйомки в тому, що інформацію для створення цифрової моделі місцевості отримують по знімкам. Зйомка проводиться за допомогою аерофотоапарата або повітряної цифрової камери з будь-якого повітряного судна. В залежності від виду знімків (аналогові або цифрові) і наявних технічних засобів, вибирають спосіб (аналоговий, аналітичний або цифровий) отримання вихідної інформації для створення ЦМО. В наш час перевага віддається цифровому способу, так як він дозволяє

автоматизувати багато процесів обробки знімків. Перевагами є висока точність визначення координат великих територій місцевості, низькі трудовитрати на проведення польових робіт. Недоліком технології є великі матеріальні витрати на виконання льотно-знімальних робіт;

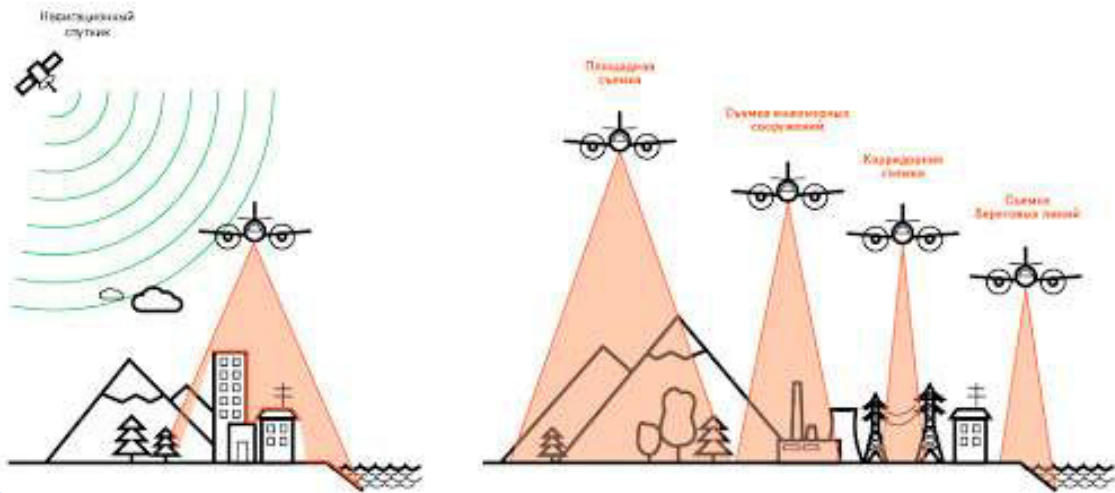


Рис. 1.3.3. Аерофотозйомка

- **Лідарна зйомка** (рис. 1.3.4). Робота будь-якого лазерного сканера повітряного базування заснована на вимірі похилої дальності від джерела випромінювання (лазера) до наземного об'єкта. Одночасно визначаються координати просторового положення носія (повітряного судна) за рахунок використання бортового приймача GPS/ГЛОНАСС, а також кути орієнтації зондувального променя (з використанням інерційної системи INS). Знання цих шести параметрів зовнішнього орієнтування дозволяє математично перейти до координат точки, що викликала відбиття. Основним результатом роботи лазерного локатора є отримання масиву точок з тримірними координатами, які описують територію. Головними характерними рисами лазерно-локаційних даних є висока ступінь чіткості одержуваних зображень в дрібних масштабах та оперативне моделювання об'єкту, тобто кожна точка в процесі зйомки відразу забезпечується трьома просторовими координатами. У цьому принципова відмінність і головна технологічна перевага лідарного методу в порівнянні з традиційними методами картографування, насамперед, зі стереофотографічним, де

перехід до тривимірного представлення сцени і забезпечення об'єктів координатами можливий в результаті складної фотограмметричної обробки [Помилка! Джерело посилання не знайдено., Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Недоліком методу є великі матеріальні витрати на виконання льотно-знімальних робіт;

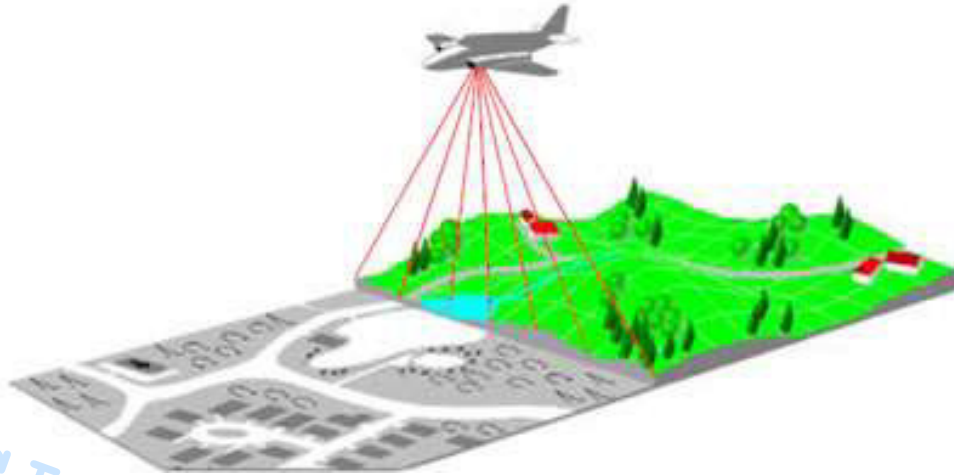


Рис. 1.3.4. Лідарна зйомка

- **Наземне лазерне сканування** (рис. 1.3.5). Лазерне сканування дозволяє створити цифрову модель навколишнього простору, представивши його набором точок з просторовими координатами. Перевага лазерного сканування перед тахеометричною зйомкою полягає в більш високій швидкості зйомки (тисячі вимірювань в секунду), високій щільності вимірювань (до декількох десятків точок на 1 см²). Недолік полягає в складності обробки великих масивів даних.



Рис. 1.3.5. Наземне лазерне сканування

- **Радіолокаційна зйомка** широко застосовується в рішенні прикладних задачах (рис. 1.3.6). Побудована модель місцевості на основі радіолокаційної зйомки майданчика є повністю тривимірним зображенням. Даний метод побудови цифрової моделі місцевості має великий потенціал в роботах вертикального планування, так як має високу точність, можливість визначення будь-яких геометричних параметрів рельєфу і може використовуватися для визначення обсягів земляних робіт, спостереження за зміщенням земної поверхні, ортотрансформування космознімків на дану територію, а також зменшити ряд задач, що стосуються у використанні інструментальних вимірювань, що дозволить скоротити час і витрати на виробництво польових геодезичних робіт.

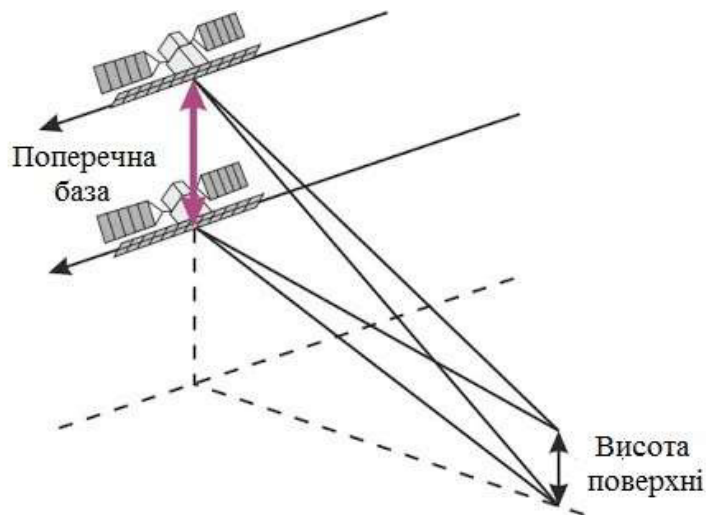


Рис. 1.3.6. Радіолокаційна зйомка

- Векторизація растрових карт** (рис. 1.3.7). Можна використовувати як метод для отримання цифрових моделей рельєфу. Так, наприклад, продукт КРЕДО дозволяє створювати цифрову модель місцевості і рельєфу шляхом оцифрованих ізоліній з топографічних карт. Недоліки полягають в трудомісткості і недостатньої точності моделювання, а також в недостатній актуальності одержуваної моделі. Перевагою є простота процесу отримання моделі.



Рис. 1.3.7. Векторизація растрових карт у програмі КРЕДО

2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ЛІНІЙНИХ СПОРУД ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

2.1 Загальні положення

Початковим етапом досліджень при будівництві автомобільних доріг є трасування осі дороги. Під час проведення геодезичного трасування лінійних об'єктів виконуються такі етапи:

- Здійснюється камеральне трасування, використовуючи доступні топографо-геодезичні дані та спеціальні матеріали, отримані при аерофотозйомці.
- Проводиться польове обстеження, яке включає рекогносцировку напрямків майбутніх трас і попередні геодезичні роботи.
- На території виконуються остаточні геодезичні роботи для уточнення траси.
- Зйомка топографічної смуги місцевості вздовж траси (або оновлення планів з урахуванням поточних змін).
- Виконується топографічна зйомка окремих ділянок, таких як переходи, перетинання та зближення траси з іншими об'єктами.
- Здійснюється координування основних елементів споруд та проводиться вимірювання зовнішніх параметрів будівель та споруд.
- Кути повороту та створні точки траси фіксуються на місцевості.

Відповідно до нормативних документів, процедури узгодження проектних рішень, пунктів, точок, а також питання, пов'язані з примиканням траси та технічними умовами перетинів інженерних комунікацій (як підземних, так і наземних), остаточним вибором варіанта траси та погодженням із землекористувачем та іншими аналогічними моментами, не входять до обов'язків інженерних дослідників.

Процедури виконання інженерних пошуків та проектування лінійних споруд зазвичай такі:

- Проектна організація, яка виконує проектування, повинна на основі доступних топографічних даних розробити проектну трасу та погодити її з відповідними організаціями.
- Розвідувальна організація, що займається інженерними дослідженнями, виконує зйомку проїздів у містах та необхідної смуги місцевості на незабудованій території, відображаючи всі існуючі інженерні мережі.
- На основі складеного топографічного плану проектна організація проектує або уточнює положення осі лінійної споруди з урахуванням наявності існуючих комунікацій.
- Якщо необхідно, розвідувальна організація виносить запроектовану вісь лінійної споруди на місцевості з урахуванням постійних контурів і складає поздовжній профіль по осі траси.

Інженерні дослідження не включають такі види робіт:

- Відведення земельних ділянок під будівництво.
- Вибір напрямків траси на картах.
- Рекогносцирувальні обстеження для оцінки варіантів траси.
- Узгодження трас лінійних споруд із заінтересованими організаціями.
- Отримання технічних умов відповідних органів.

Дослідники можуть брати участь у цих роботах лише для з'ясування можливих умов та положення проектованої лінійної споруди та одночасно узгодження планів щодо проведення самих інженерних вишукувань.

Якщо інженерам-вишукувачам доручено виконувати роботи з узгодження трас лінійних споруд, їх вартість слід враховувати як частину витрат за проектні роботи, оскільки узгодження траси із зацікавленими організаціями включено у вартість проектних робіт, а не розвідувальних.

Після закінчення польових робіт, інженерні дослідження передають замовнику акт, що включає інформацію про геодезичні знаки і репери, встановлені на трасі лінійних споруд під час досліджень. Інженерні вишукування не включають в себе наступні види робіт:

- Розбивка та закріплення на території осей споруди.

- Створення будівельних сіток.
- Перенесення в натуру трас позамайданних комунікацій.

Розвідувальна організація зобов'язана повідомити замовника за п'ять днів про місце та час зустрічі для передачі та приймання закріплювальних знаків на трасі магістральних трубопроводів та знаків геодезичного обґрунтування на майданчиках.

Якщо представник замовника не прибуває для приймання робіт протягом п'яти днів після встановленого строку, зазначеного в повідомленні від розвідки, складається односторонній акт, і робота із закріплення трас і майданчиків на місцевості вважається прийнятою.

2.2 Камеральне трасування

Камеральне трасування зазвичай виконується на стадії проектування з використанням наступних ресурсів: топографічних карт масштабу 1:25000 або 1:50000, фотосхем, цифрової моделі місцевості.

Для трасування топографічною картою, залежно від місцевих умов, застосовують два основних методи: метод проб і метод побудови лінії допустимого ухилу.

Метод проб застосовується у рівнинних місцевостях і включає такі кроки:

- Спочатку між заданими точками на карті знаходять найкоротший маршрут.
- Потім на основі цього маршруту створюється поздовжній профіль із проектною лінією майбутньої дороги.
- Шляхом аналізу цього профілю визначають місця, де доцільно зрушити трасу вправо чи вліво, щоб відповідати проектним відміткам місцевості.
- У цих місцях відбувається перегляд та корекція траси, що призводить до створення покращеного проекту траси.

Цей метод дозволяє врахувати рельєф місцевості та зробити трасу більш оптимальною та задовольняє проектним вимогам.

У разі місцевості зі складним рельєфом однією з найпоширеніших методів камерального трасування є побудова лінії гранично допустимого ухилу даної категорії траси у заданому напрямі на топографічній карті. Для цього використовується наступний підхід:

- На основі картки масштабу 1:М та інформації про висоту перерізу рельєфу (h) визначається величина α , яка відповідає гранично допустимому ухилу (іпр). Наприклад, для карти масштабу 1:25000 і h = 5 метрів, значення іпр можна розрахувати наступним чином:

$$i_{\text{пр}} = 0,020\alpha = 5000 : (0,020 \cdot 25\ 000) = 10 \text{ мм}$$

- Потім будується лінія на карті з урахуванням цієї величини α , яка є лінією гранично допустимого ухилу для траси.
- При цьому основною вимогою є забезпечення плавності та безпеки руху з урахуванням заданих швидкостей.

На автомобільних дорогах суворо регламентуються максимальні ухили та мінімальні радіуси кривих, що забезпечує безпеку та комфортний рух. Таблиця 1 містить відповідні норми та вимоги, які повинні дотримуватися під час проектування дорожніх трас.

Таблиця 1.

Показник	1	2	3	4	5
Найбільший поздовжній ухил	30	40	50	60	70
Найменший радіус кривий	1000	600	400	250	125
Опуклою	25000	15000	10000	5000	2500
Увігнутою	8000	5000	3000	2000	1500

На основі закладення α , визначеного на карті, виділяють ділянки трасування, які можна розділити на ділянки вільного ходу та ділянки напруженого ходу, залежно від характеру рельєфу та ухилу місцевості.

Ділянки вільного ходу: Це ділянки місцевості, на яких середній ухил місцевості (i_m) менший за гранично допустимий ухил ($i_{пр}$). На таких ділянках траса намічається найкоротшим шляхом, з урахуванням обходу тільки основних перешкод. При цьому прагнуть мінімізувати кути повороту траси, щоб зробити її максимально прямолінійною. Зазвичай кути повороту обмежують до 15-25 градусів.

Ділянки напруженого ходу: Це ділянки місцевості, на яких середній ухил місцевості (i_m) більший за гранично допустимий ухил ($i_{пр}$). На таких ділянках необхідно вживати заходів щодо дотримання граничного ухилу без необхідності проведення земельних робіт, таких як насипи або виїмки. І тому заздалегідь визначається лінія нульових робіт, де необхідний проектний ухил досягається без зміни рельєфу місцевості.

Наприклад, якщо необхідно провести трасу від точки А до точки Д із заданим гранично допустимим ухилом, то з використанням циркуля на карті можна визначити точки, де цей ухил досягається без земельних робіт. Це дозволяє планувати трасу так, щоб уникати значних змін рельєфу та забезпечувати безпечний рух.

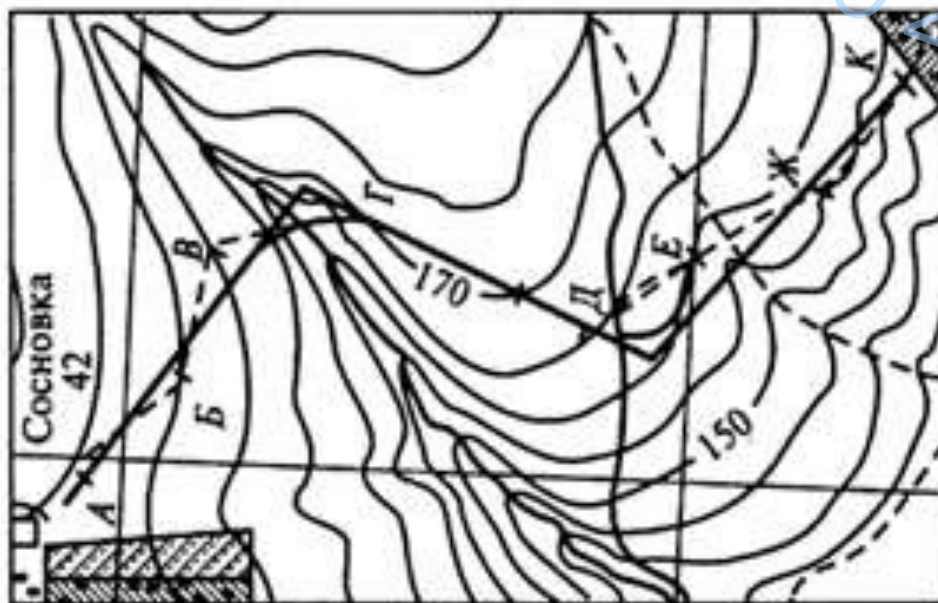


Рисунок 1 - приклад трасування на карті

Процес трасування та створення осі майбутньої дороги описується так:

1. Починаючи з точки Б, використовуючи розтин циркуля, засікають наступну горизонталь (точку) на карті. Цей процес продовжується далі (точки В, Г і так далі).
2. При перетині ярів (на ділянці ВГ) не спускаються до тальвегу (дну яру), а переходять на протилежний бік, засікаючи горизонталь з аналогічною назвою.
3. Аналогічно надходять при перетині річок, прагнучи зробити трасу приблизно перпендикулярною до течії річки.
4. В результаті цього процесу на карті отримують точки А, Б К, і так далі, які утворюють лінію нульових робіт. Однак ця лінія ще не може бути віссю майбутньої дороги, оскільки вона складається з безлічі коротких сегментів, і їх поєднання кривими неможливе через обмеження мінімальних радіусів.
5. Для спрощення лінії нульових робіт проводиться випрямлення, що викликає необхідність проведення земельних робіт.
6. Після спрямування лінії нульових робіт, вимірюють кути повороту траси з використанням транспортира та дотримуються нормативних вимог для призначення радіусів кругових кривих.
7. Потім на трасі намічають положення пікетів, які є крапками на осі траси, що задають заданий інтервал.
8. Також визначають характерні точки рельєфу, споруд, що перетинаються, водотоків, меж ділянок та інші об'єкти. Ці характерні точки називаються плюсовими точками.

Пікетаж траси - це система позначення та закріплення точок на трасі.

Зазвичай він починається з нульового пікету, а плюсові точки позначаються за номером попереднього пікету та відстанню до нього в метрах, наприклад, ПК2 + 35,7.

Цей процес дозволяє створити деталізований план траси, який враховує рельєф місцевості, безпеку руху та інші чинники, необхідні проектування дороги.

Позначки на пікетах та плюсових точках визначаються шляхом інтерполювання по горизонталі, що дозволяє отримати точні висотні дані вздовж траси. На основі цих позначок та пікетажу будується поздовжній профіль місцевості вздовж траси. Потім, з урахуванням технічних нормативів та вимог, проектується профіль майбутньої дороги.

Трасування може бути виконано в декількох варіантах, і після складання поздовжнього профілю та проектування проектної лінії можна вибрати найкращий (оптимальний) варіант.

Сучасні технології включають автоматизовані системи проектування трас. Ці системи використовують цифрові моделі місцевості, потужні комп'ютери для розрахунків та проектування, а також графобудівники для автоматичного створення проектної документації. Такі системи дозволяють прискорити та покращити процес проектування траси дороги, забезпечуючи точніші та ефективніші результати.

2.3 Польове трасування

Польове трасування проводиться на стадії робочого проектування з метою визначення локальних покращень траси, її остаточного перенесення на місцевість та фіксації на місцевості. Цей процес ґрунтується на даних, отриманих в результаті камерального трасування.

Проект траси, розроблений на етапі камерального проектування, виноситься на місцевість (в натуру). Це означає, що проектні точки траси встановлюються на місцевості з використанням даних про розташування кутів повороту щодо пунктів геодезичної основи чи найближчих контурів місцевості. Перевага надається виносу точок траси від пунктів геодезичної основи, оскільки це вважається більш надійним та точним способом.

Таким чином, польове трасування дозволяє перекласти проект траси з паперу на реальну місцевість, забезпечуючи більш точне та надійне виконання будівельних та інженерних робіт.

Процес польового трасування починається з пошуку необхідних геодезичних чи контурних точок на місцевості. З цих точок виробляються кутові та лінійні вимірювання для визначення положення вихідних точок траси, включаючи точку початку.

На точках траси, що були визначені на місцевості, встановлюються віхи чи інші маркери, і проводиться обстеження намічених напрямків. Це включає оцінку переходів через водотоки, яри, перетину існуючих магістралей та інші складні ділянки. Іноді може знадобитися невелике усунення проведеної лінії та корекція положення вершин кутів повороту для зручного розміщення елементів плану та профілю траси, а також для мінімізації обсягу будівельних робіт.

Цей процес включає точні вимірювання та аналіз місцевості, щоб забезпечити оптимальне розміщення траси, її безпеку та відповідність проектним вимогам.

Вибране остаточне положення вершин кутів повороту закріплюється за допомогою дерев'яних чи залізобетонних стовпів. Потім складається абрис, який є графічне зображення, що показує зв'язок цих точок з місцевими об'єктами і предметами.

Між закріпленими вершинами кутів повороту ВП (як показано на рис. 2) прокладається теодолітний хід. У цьому процесі вимірюються всі кути повороту і довжини сторін траси з допомогою теодолита. Теодоліт – це інструмент для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів.

Ці вимірювання дозволяють точно визначити геометричні параметри траси та забезпечити її правильне положення на місцевості. Це важливий крок у процесі будівництва лінійних споруд, тому що він гарантує точність та надійність усієї інженерної конструкції.

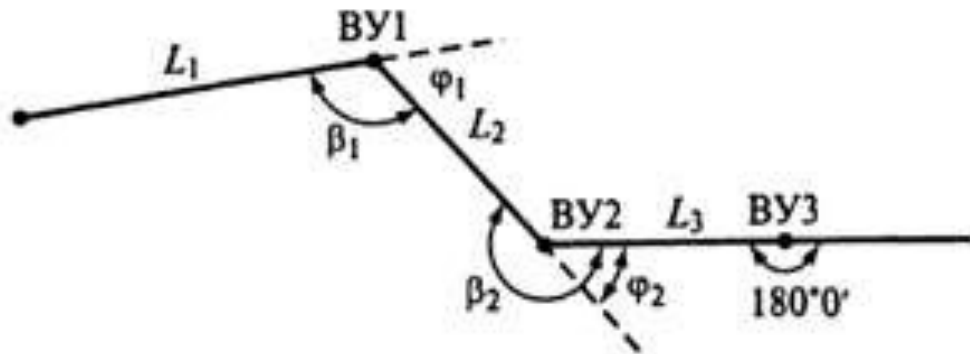


Рисунок 2 - кути повороту

Процес вимірювання кутів повороту і довжин сторін траси при польовому трасуванні виконується з високою точністю і включає наступні кроки та методи:

1. Кути повороту: Кути повороту визначаються як доповнення правого кута до 180° . Вони вимірюються одним прийомом середньої квадратичної похибкою $0,5'$. Для контролю кутових вимірювань одночасно по бусолі вимірюють прямі та зворотні магнітні азимути сторін траси.
2. Створені точки: На довгих прямих ділянках, на відстані від 500 до 800 м, встановлюють створні точки (додаткові кути). Ці точки створюються шляхом відкладення кута 180° при двох оборотах теодоліту. Кут ходу на створній точці також вимірюють одним прийомом, і він не повинен відрізнятися від 180° більш ніж на $1'$. Якщо кут ходу відповідає цьому значенням, створну точку переміщують біля.
3. Вимірювання відстаней: Відстань між вершинами кутів повороту і створними точками вимірюють з використанням мірної стрічки, рулетки або далекомірів. Похибка виміру становить $1/1000$ до $1/2000$.
4. Поправки за нахил: На ділянках траси з нахилом більше 2° вводять поправки за нахил, які враховуються зі знаком плюс.

5. Обчислення координат: За результатами вимірювань кутів та ліній, а також даних про планову прив'язку траси до пунктів геодезичної основи, обчислюються координати вершин кутів повороту.
6. Розбивка пікету: Початкова точка траси служить нульовим пікетом, і кожен наступний пікет розбивається через 100 метрів. Пікети фіксуються за допомогою колів та сторожків із зазначенням номера пікету.
7. Вимірювання на похилих ділянках: На ділянках з нахилом більше 2° вимірювання проводять, укладаючи стрічку горизонтально і проектуючи схилом на землю піднятий кінець мірного приладу.
8. Вставка кругових та перехідних кривих: На кутах повороту траси вставляють кругові та перехідні криві, які забезпечують плавну зміну напрямку траси. Для цього використовуються дуги кіл великих радіусів і криві змінного радіусу.

Ці методи та кроки забезпечують точне та надійне польове трасування лінійних споруд та дозволяють створити докладні та точні дані для проектування та будівництва.

Кругова крива траси має такі основні елементи, як показано на Рис. 3:

1. φ (фі) – кут повороту: Це кут, що вимірюється в натурі, який показує, наскільки крива траса вигнута.
2. R (радіус кривої): Радіус кривої визначається залежно від умов місцевості та категорії дороги. Великий радіус кривої забезпечує більш пологі повороти.
3. $AC=CB=T$ (довжина дотичних, звана тангенсом): Ця довжина визначається за формулою

$$T = R \operatorname{tg} (\varphi/2)$$

i є дотичні, які з'єднують прямолінійні ділянки дорожньої траси з круговою кривою.

4. $AFB = K$ (довжина кругової кривої): Ця довжина визначається за формулою

$$K = R(\pi \varphi / 180)$$

i є довжиною самої кругової кривої.

1. $CF = B$ (довжина бісектриси): Довжина бісектриси обчислюється за формулою

$$B = R(\sec \varphi / 2 - 1)$$

i є відстань від центру кругової кривої до середини кривої.

2. D (домір): Домір визначається як

$$D = 2T - K$$

i є довжиною прямої, що з'єднує початкову і кінцеву точки кривої.

$$D = R(2\operatorname{tg}(\varphi / 2) - \pi \varphi / 180):$$

Це альтернативна формула для обчислення домеру, яка використовує тангенс кута повороту.

Перехідні криві використовуються для плавнішого з'єднання прямолінійних ділянок дороги з круговими кривими, забезпечуючи безпечний рух і зменшуючи бічне прискорення на поворотах. Елементи кругової кривої та перехідних кривих відіграють важливу роль у проектуванні дорожніх трас та забезпечують комфортний та безпечний рух на дорозі.

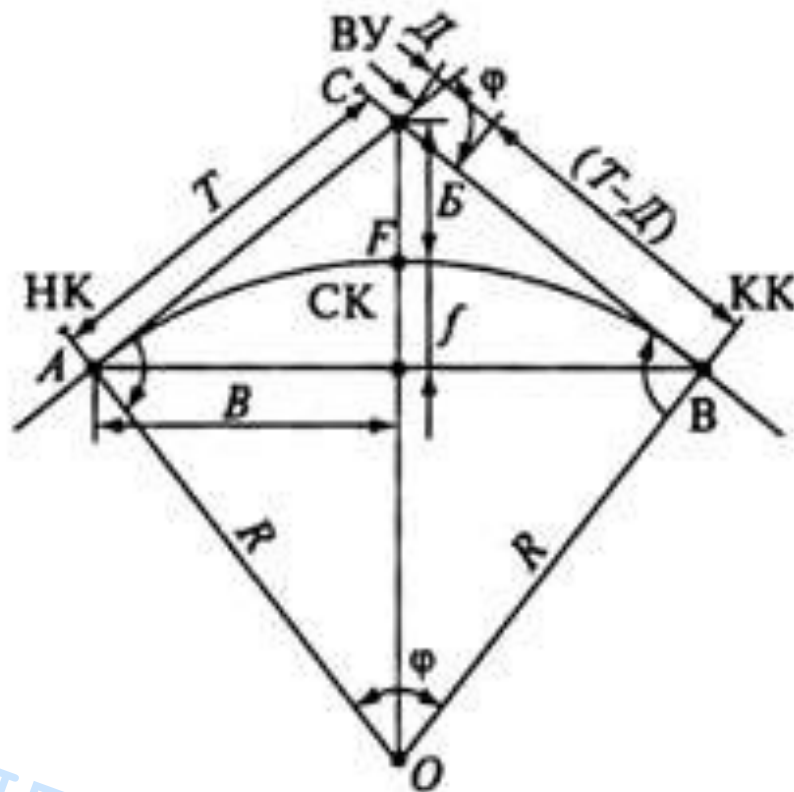


Рисунок 3 – кругова крива

Для знаходження елементів кругових трас у практиці використовують таблиці, які складені на основі значень радіусу R та кута повороту φ . Головні точки на круговій кривій включають початок (НК), середину (СК) та кінець (КК) кривої. Пікетаж на круговій кривій розбивається лініями тангенсів.

Ось як відбувається процес знаходження елементів кругової кривої:

- Спочатку за вимірними значеннями радіусу R і кута повороту вибирають елементи кривої з таблиці кругових кривих. Ці елементи включають тангенс T , довжину кривої K , бісектрису B і домер D .
- Потім, маючи вже певне значення пікетажу вершини кута ВУ (наприклад, ПК ВУ...14+25,00), розраховують пікетаж найменування головних точок кривої. Це дозволяє ідентифікувати та закріпити головні точки на місцевості.

Цей процес забезпечує точне розбиття кругової кривої на пікети та визначення розташування її головних точок, що є важливим етапом у

проектуванні дорожніх трас та забезпечує безпеку та комфортний рух на дорогах.

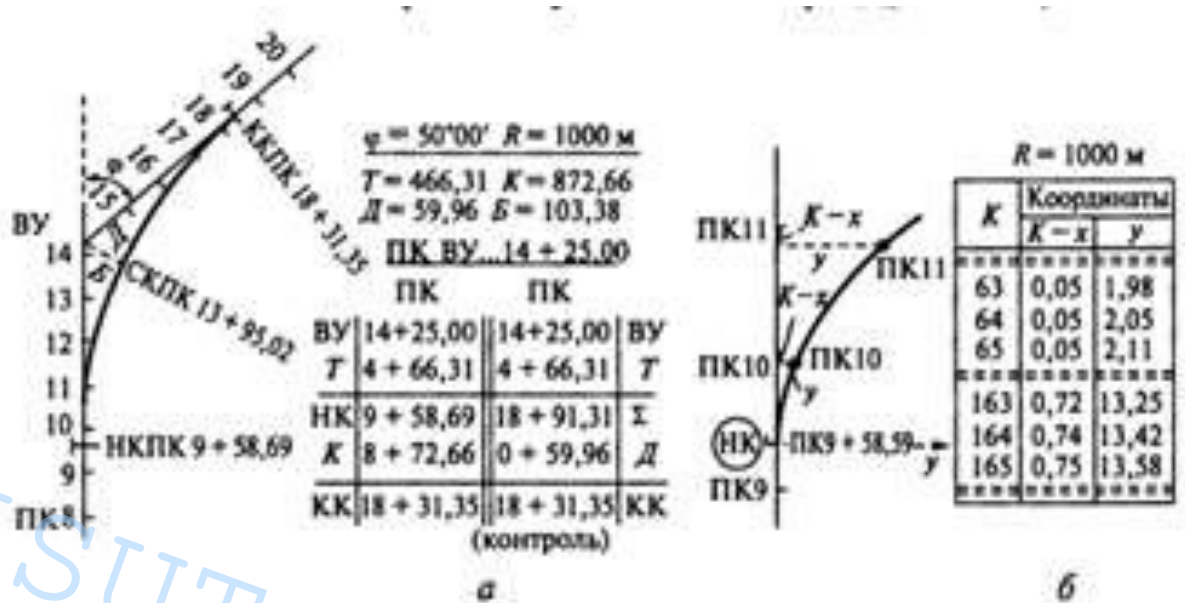


Рисунок 4 - розрахунок кругових кривих

Процес розбивки пікетів на круговій кривій виконується так:

1. Початок кривої (НК) визначається шляхом виміру відстані від вже закріпленого найближчого пікету до початку кривої.
2. Середину кривої (СК) знаходять, відклавши відстань Б по бісектрисі кута повороту від вершини кута ВУ.
3. Розбивку пікетів від вершини кута ВУ по іншій лінії тангенсу починають, відклавши відстань Домера (Д) від вершини кута. При цьому вважається, що кінець домеру має таке ж пікетажне значення, що й вершина кута. Від кінця домеру відкладають відстань, яка потрібна до найближчого цілого пікету. Далі розбивають пікети до наступного кута повороту.
4. Кінець кривої (КК) має відоме пікетажне значення, яке знаходиться на лінії тангенсу та закріплюється на місцевості.

5. Пікети, розбиті таким чином, розташовані на дотичних, які мають бути на осі траси, тобто на кривій. Для перенесення пікетів із дотичних на криву використовують метод прямокутних координат.

Цей процес дозволяє розбити пікети на круговій кривій та забезпечити точне та зручне розміщення пікетів уздовж траси, що важливо для подальшої будівельної та експлуатаційної роботи на дорозі.

Зрозуміло, що розмітка пікетів на кривій потребує уважності та точності. Щоб краще зрозуміти процес розмітки, давайте розглянемо його докладніше:

Вибір радіусу R та довжини K : Вам відомий радіус кривої R (наприклад, 1000 м) та довжина Do ділянки кривої від початку або симетрично від кінця.

Вибір значень $(K - x)$ та y з таблиці: За даними з таблиці, пов'язаними з радіусом R та довжиною K , вибирають значення $(K - x)$ та y для кожного пікету. Наприклад, для пікету 10К з $(K - x) = 0,05$ м та $y = 2,05$ м.

Відкладення $(Do - x)$ на дотичній: Тимчасово закріплюють пікет на дотичній лінії, там, де починатиметься або закінчуватиметься ділянка кривої. Потім відкладають значення $(K - x)$ за вибраним пікетом, використовуючи рулетку. Це відкладання відбувається в бік, протилежний вершині кута кривої, тобто до початку або кінця кривої.

Відкладення ординати Y : Далі відкладають ординату Y зі знайденої точки на дотичній. Якщо значення Y менше 5 метрів, напрямом перпендикуляра дотичної можна намічати на око. Однак, якщо y більше 5 метрів, то напрямом перпендикуляра дотичної має бути більш точним і задається за допомогою екера або теодоліту.

Ці кроки дозволяють розмітити пікети на дотичній лінії кривої з урахуванням вибраних значень $(K - x)$ та Y з таблиці. Точна розмітка пікетів на кривій відіграє важливу роль у будівництві та забезпечує правильне положення дорожньої траси.

Розбивка поперечних профілів та ведення пікетажного журналу є важливими етапами у процесі проектування та будівництва дороги. Ось основні кроки та аспекти, які враховуються при цій роботі:

1. Розбивка поперечних профілів: Поперечні профілі розбиваються по обидва боки від траси на певну відстань (15...30 м і більше). Ця відстань залежить від характеру схилу місцевості та типу дороги. Метою розбивки вивчення поперечного ухилу місцевості вздовж траси дороги.
2. Розташування поперечних профілів: Поперечні профілі мають бути розміщені з відривом один від одного так щоб місцевість з-поміж них мала однорідний ухил. Це дозволяє більш точно оцінити характеристики рельєфу вздовж траси.
3. Ведення пікетажного журналу При розбивці поперечних профілів ведеться пікетажний журнал. У цьому журналі фіксуються всі важливі дані, пов'язані з трасою та навколишньою місцевістю. Ці дані включають: пікети траси та їх координати; пункти геодезичної основи та їх координати; ситуацію та особливості рельєфу у смузї шириною по 50...100 м з кожного боку від осі майбутньої дороги.
4. Графи поздовжнього профілю: У пікетажному журналі є графи поздовжнього профілю, в яких відображаються дані про поздовжні характеристики дороги, такі як поздовжній ухил, висоти на різних пунктах та інші параметри.
5. Використання картатого паперу: Пікетажний журнал складається зі зшитих аркушів паперу. Клітини полегшують точне розміщення даних та забезпечують їх чіткість та акуратність.

Пікетажний журнал є важливим інструментом для інженерів та будівельників, оскільки він містить необхідну інформацію для проектування та будівництва дороги з урахуванням поперечних та поздовжніх характеристик місцевості.

Описаний вами спосіб ведення пікетажного журналу та розбивки пікетажів дуже важливий для контролю та документування ходу трасування дороги. Давайте підсумуємо основні елементи та кроки цього процесу:

1. Вісь траси: Вісь траси зображується у вигляді прямої лінії, розташованої посередині сторінки пікетажного журналу.

2. Масштаб: Зазвичай використовується масштаб, у якому одна клітина паперу відповідає 20 м. Це дозволяє точно відобразити трасу і відстані між точками.
3. Запис даних: Запис у пікетажному журналі ведеться знизу нагору, щоб відповідати правій та лівій сторонам траси по ходу пікетажу.
4. Позначення кутів повороту: Кути повороту позначаються стрілками, що вказують напрямок повороту (вправо або вліво). Поряд з кутами вказуються основні елементи кривих, такі як радіус, тангенс, довжина кривої, бісектриса та домер.
5. Пікетажні значення: Розраховують пікетажні значення початку та кінця кривої, а також інших важливих точок траси.
6. Розбивка пікетажу: Пікет розбивається по лінії, по якій проводиться безпосередній промір між вершинами кутів. Контрольна відстань між суміжними вершинами кута LK повинна дорівнювати різниці їх пікетажних значень плюс домір на задній вершині.
7. Використання електронних засобів: Замість запису на папері, ви можете використовувати електронний журнал або блокнотний комп'ютер для зручності та точності запису та розрахунків.

Цей метод забезпечує акуратне та надійне документування процесу трасування дороги, що є важливим кроком для забезпечення якісного проектування та будівництва дорожніх об'єктів.

$$L_k = PK_{n+1} - PK_n + D_n.$$

Дотримання точності у розбивці пікетажу дуже важливе для забезпечення якісного проектування та будівництва дорожніх об'єктів. Ваші вказівки про допустиму похибку різниці ΔL відносно мірою (1/1000 у сприятливих умовах і 1/500 у несприятливих умовах) є орієнтиром для забезпечення точності трасування.

Використання безпикетного способу польового трасування, при якому розбивають точки лише на характерних формах рельєфу та важливих елементах ситуації, може бути ефективним, особливо за складних умов місцевості або обмежених ресурсів. Однак важливо переконатися, що вибрані точки для розбивки дійсно є ключовими моментами траси, які можуть вплинути на проектування та будівництво.

Незалежно від обраного методу розбивки пікетажу виключно важливо проводити якісні та точні вимірювання та контролювати похибки, щоб забезпечити безпеку та функціональність дорожніх об'єктів.

Описаний процес нанесення пікетів на плани та поздовжні профілі, а також використання технічного нівелювання для складання поздовжніх та поперечних профілів траси є важливою частиною геодезичних робіт при проектуванні та будівництві доріг та інфраструктури. Розглянемо деякі ключові аспекти цього процесу:

Нівелювання: Використання нівелірів для вимірювання висот та позначок є стандартною практикою в геодезії. Згадані вами нівеліри Н-10 та Н-10К є типовими інструментами для виконання цих робіт. Вони дозволяють виміряти різницю у висотах між різними точками з високою точністю.

Пікети: Пікети, як сполучні точки, відіграють важливу роль у створенні просторової мережі та позначення осей дороги. Їхнє точне розміщення та нанесення на плани та профілі необхідне для правильного проектування та будівництва.

Поперечні профілі: Вимірювання поперечних профілів в обидва боки траси дозволяє аналізувати рельєф місцевості, що важливо при проектуванні доріг та інших інженерних об'єктів. Ці дані можуть впливати на рішення щодо рівня підняття чи опускання дороги.

Позначки реперів: Репери грають роль еталонних точок з відомими відмітками. Вони використовуються для контролю точності вимірювань та зв'язку даних на місцевості із глобальною системою координат.

Інтерполяція позначок: Якщо не всі точки можуть бути вимірні безпосередньо, інтерполяція позначок між найближчими відомими точками дозволяє заповнити пробіли даних. Це важливо для створення повних та точних планів та профілів.

Відповідність стандартам: Важливо переконатися, що всі вимірювання відповідають геодезичним стандартам та нормам, щоб забезпечити точність та надійність даних.

Цей процес має велике значення для інженерних проектів, оскільки точні геодезичні дані відіграють ключову роль у успішному виконанні будівельних робіт, а також у забезпеченні безпеки та надійності інфраструктури.

Процедура нівелювання та контролю висот важлива для забезпечення точності та надійності геодезичних даних при проектуванні та будівництві доріг та інфраструктури. Давайте розглянемо деякі деталі та методи, згадані у вашому описі:

Нівелювання з використанням двох нівелірів: Використання двох нівелірів для нівелювання кілометрових пікетів та реперів дозволяє контролювати перевищення між цими точками. Це важливо для забезпечення високої точності у вимірах висот.

Нівелювання із середини: Метод нівелювання із середини передбачає встановлення рівності плечей при спостереженні за допомогою нівеліру. Це допускає більш точний вимір різниці у висотах між точками. Установка рівності плечей "на око" є важливою частиною цієї методики.

Відстань до сполучних точок: Відстань 100-150 м між точками та нівеліром вибирається для зручності вимірювань та забезпечення точності. Це дозволяє нівелювальнику ефективно переміщатися між точками та виконувати вимірювання.

Односторонні рейки та подвійні горизонти: При використанні односторонніх рейок нівелювальник звертає увагу на чорну та червону сторони рейки, щоб визначити різницю у висоті. При подвійних горизонтах

нівеліра можна точніше виміряти рівень рейки і тим самим збільшити точність вимірів.

Залежно від ситуації застосовуються різні види рейок, такі як шашкові, триметрові та двосторонні. Вибір рейки залежить від вимог до точності та зручності вимірювань.

Передача висот через водні перешкоди: Під час передачі висот через річки та інші водні перешкоди можна використовувати рівень води. Передбачається, що рівень води на обох берегах має однакові позначки. Це може бути ефективним способом за відсутності інших доступних коштів.

Всі ці методи та процедури служать для забезпечення точності та надійності висотних вимірювань, що важливо для успішного виконання геодезичних робіт у будівництві та проектуванні доріг та інфраструктури.

Ці додаткові уточнення щодо контролю нівелювання та зйомки ділянок місцевості доповнюють раніше описаний процес геодезичних робіт, і вони дуже важливі для обох.

Зйомка вузької смуги вздовж траси: Для створення більш детальних планів та профілів траси дороги або інших об'єктів геодезисти проводять зйомку вузької смуги вздовж траси. Це дозволяє отримати більш детальну інформацію про місцевість та рельєф вздовж ділянки.

Використання фотопланів: Якщо вже існують великомасштабні фотоплани, геодезисти можуть використовувати їх як відправну точку. Вони можуть оновлювати інформацію на фотопланах та додавати додаткові дані про місцевість, такі як рельєф.

Всі ці кроки та методи допомагають геодезістам створювати точні та докладні картографічні та планово-висотні дані, які необхідні для успішної реалізації інженерних та будівельних проектів. Ця інформація є основою для проектування, будівництва та обслуговування інфраструктури та інших об'єктів.

2.4 Камеральна обробка та побудова профілю траси автодороги

Послідовність обробки матеріалів трасування після завершення польових робіт включає наступні етапи:

Перевірка польових журналів: Це початковий етап обробки даних, на якому переконуються, що польові журнали містять повну та точну інформацію про вимірювання та спостереження, проведені на місцевості. У цей момент виявляються та виправляються можливі помилки чи невідповідності.

Якщо в процесі досліджень використовувалися нівеліри і теодоліти, необхідно провести зрівняння. Це процедура, яка дозволяє узгодити дані, отримані з різних приладів, та усунути систематичні та випадкові помилки.

Обчислення відміток та координат точок траси: Геодезисти проводять обчислення для визначення відміток (висот) та координат (географічних координат) усіх точок, засічених на трасі. Ці дані будуть використовуватися для складання планів та профілів.

Упорядкування планів: На основі обчислених даних створюються плани ділянок місцевості. Ці плани можуть включати горизонтальні і вертикальні схеми, які відображають форму і конфігурацію місцевості вздовж траси.

Поздовжній та поперечні профілі: Геодезисти складають поздовжній та поперечні профілі ділянок дороги. Поздовжній профіль відображає зміну висоти і форму траси вздовж її поздовжньої осі, а профілі поперечні надають інформацію про переріз дороги в поперечній площині.

Використання даних при проектуванні та будівництві: Ці точні плани та профілі використовуються інженерами та проектувальниками для розробки проектів дороги та для орієнтації в процесі будівництва. Вони є основними вихідними даними для будівельних робіт і забезпечують точність та безпеку на етапі будівництва та експлуатації дороги.

Обробка та документування даних після завершення польових робіт є головними етапами в геодезичних та інженерних проектах, гарантуючи точність та надійність усієї подальшої роботи.

Поздовжній профіль траси є важливим елементом при проектуванні, будівництві та експлуатації доріг, включаючи як автомобільні, так і залізничні маршрути. Він являє собою графічне відображення поздовжніх характеристик дороги і включає інформацію про висоти (позначки) і горизонтальні відстані вздовж траси.

Важливі аспекти поздовжнього профілю включають:

Вертикальний масштаб: Вертикальний масштаб поздовжнього профілю визначає, які вертикальні зміни у висотах будуть видні на профілі. Залежно від конкретних вимог і характеристик дороги масштаб може бути різним, як зазначено у вашому повідомленні (наприклад, 1:500 для автомобільних доріг і 1:1000 для залізниць). Цей масштаб дозволяє інженерам точно аналізувати вертикальні профілі та зміни висоти траси.

Горизонтальний масштаб: Горизонтальний масштаб поздовжнього профілю також є важливим. Він визначає, як детально відображаються горизонтальні характеристики дороги. Зазвичай горизонтальний масштаб вибирається так, щоб врахувати основні особливості дороги, такі як повороти, перетини та перешкоди.

Позначки та горизонтальні відстані: На поздовжньому профілі відзначаються позначки (висоти) точок на трасі щодо якоїсь початкової точки (наприклад, щодо нульової позначки). Горизонтальні відстані вимірюються вздовж траси. Ці дані дозволяють інженерам оцінити вертикальні та горизонтальні зміни на дорозі, що важливо для забезпечення безпеки руху та комфорту користувачів дороги.

Інформація про профіль дороги: Поздовжній профіль також може містити інформацію про характеристики дороги, такі як перепади, кривизна, ухили та інші параметри. Ці дані використовуються при проектуванні та будівництві, щоб забезпечити відповідність стандартам та вимогам.

Поздовжні профілі також можуть бути використані для аналізу та оптимізації дорожньої інфраструктури, планування обслуговування та

ремонту доріг, а також для моніторингу змін протягом часу. Таким чином вони відіграють ключову роль у життєвому циклі дорожніх проєктів.

Дані та інформація, яку ми поміщаємо в різні графи поздовжнього профілю, відіграють важливу роль у проектуванні та будівництві доріг. Ось докладніше пояснення кожної з граф:

Графа "Ситуація": У цій графі відображається контурна частина плану по 100 м з кожної сторони вздовж траси дороги. Це важливо для візуального подання навколишньої місцевості та її взаємодії з дорогою. Вісь траси викреслюється червоним кольором, і кути повороту позначаються стрілкою, що дозволяє легко визначити напрямок траси.

Графа "План лінії": Тут вказуються довжини та справжні румби прямих ділянок траси. Це важливо для визначення геометричних параметрів дороги, таких як довжина прямих і кути між ними. Для кривих ділянок показуються основні елементи: кут повороту (ϕ), радіус (R), тангенс (T) та коефіцієнт (K). Напрямок кривої (вгору чи вниз) вказується в залежності від напрямку повороту траси.

Графа "Відмітки землі": Тут виписуються позначки пікетів та плюсових точок, які були визначені у процесі нівелювання трасою. Позначки є висоти щодо певної позначки (нульової позначки) і є важливими визначення вертикального профілю дороги і висотних характеристик.

Інші дані: У поздовжньому профілі також можуть бути вказані номери пікетів, відстані між ними та кілометраж по трасі. Ці дані дозволяють легко ідентифікувати конкретні точки на трасі та моніторити відстані між ними.

Всі ці відомості забезпечують повну та зрозумілу картину про трасу дороги, що є ключовим елементом для успішного проектування, будівництва та обслуговування дорожніх об'єктів.

Описані процедури та правила важливі для точного та надійного проектування доріг. Ось додаткові пояснення до деяких із них:

Проектні дані та червоний колір: Використання червоного кольору для позначення проектних даних, включаючи план лінії, має сенс, оскільки це допомагає виділити важливі елементи проекту на тлі іншої інформації.

Фактичний профіль: Побудова фактичного профілю, заснованого на відмітках землі та пікетажі, дозволяє порівняти проектні дані з реальними вимірами на місцевості. Це важливо для виявлення відмінностей та коригування проекту, якщо це необхідно.

Ухили: Завдання проектних ухилів з високою точністю (до 0,001) важливе, оскільки навіть невеликі відхилення можуть суттєво вплинути на безпеку та комфорт руху. Облік алгебраїчних відмінностей ухилів між сусідніми ділянками також є важливим для запобігання різким перепадам.

Планові криві: Пом'якшення гранично допустимого ухилу на ділянках планових кривих має сенс, тому що в таких місцях повороти можуть вимагати збільшеного зусилля з боку транспортних засобів. Ці заходи допомагають забезпечити безпеку руху.

Об'єм насипів та виїмок: Мінімізація обсягу насипів та виїмок є важливим завданням проектування, оскільки це впливає на витрати та вплив на навколишнє середовище. Найменші зміни рельєфу зазвичай кращі.

Початок проектування: Початок проектування від точок із заданими відмітками, такими як початкова точка траси або мостовий перехід через водну перешкоду забезпечує точний стартовий пункт і рамки для розробки проекту.

Ці правила та процедури важливі для забезпечення безпеки, економічної ефективності та дотримання норм та стандартів при проектуванні та будівництві доріг.

Цей крок у проектуванні доріг дозволяє розпочати апроксимацію проектного профілю на території. Важливо відзначити, що ухили доріг мають велике значення для безпеки та комфорту руху, тому їх точність та дотримання допустимих значень відіграють ключову роль.

Процес наближеного призначення першої ділянки проектної лінії включає наступні кроки:

Різниця відміток: Обчисліть різницю між позначкою землі наприкінці першої ділянки та початковою проектною позначкою. Ця різниця представлятиме висотний рівень, на який необхідно підняти або опуститися на цій ділянці.

Відстань: Виміряйте відстань між цими відмітками на місцевості. Ця відстань визначатиме довжину ділянки, на якій ви розглядатимете ухил.

Ухил: Розрахуйте ухил, розділивши різницю позначок на відстань. Якщо отримане значення ухилу знаходиться в межах допустимих норм (з огляду на обмеження, встановлені для даного типу дороги та ділянки), округліть його до трьох знаків після коми (0,001) та вкажіть у відповідній графі профілю.

Діагональна лінія: Замість вказівки знака ухилу, використовуйте діагональну лінію (зазвичай 45 градусів) у графі ухилів, щоб позначити, що ухил позитивний (підйом) або негативний (спуск).

Цей підхід дозволяє вам почати створювати профіль ділянки дороги та переконатися, що ухили відповідають вимогам та нормам для безпечного руху.

Процес створення поздовжнього профілю ділянки дороги. Профіль є важливим інструментом для проектування та будівництва доріг, оскільки він надає інформацію про висотні характеристики ділянки, що дозволяє правильно оцінити.

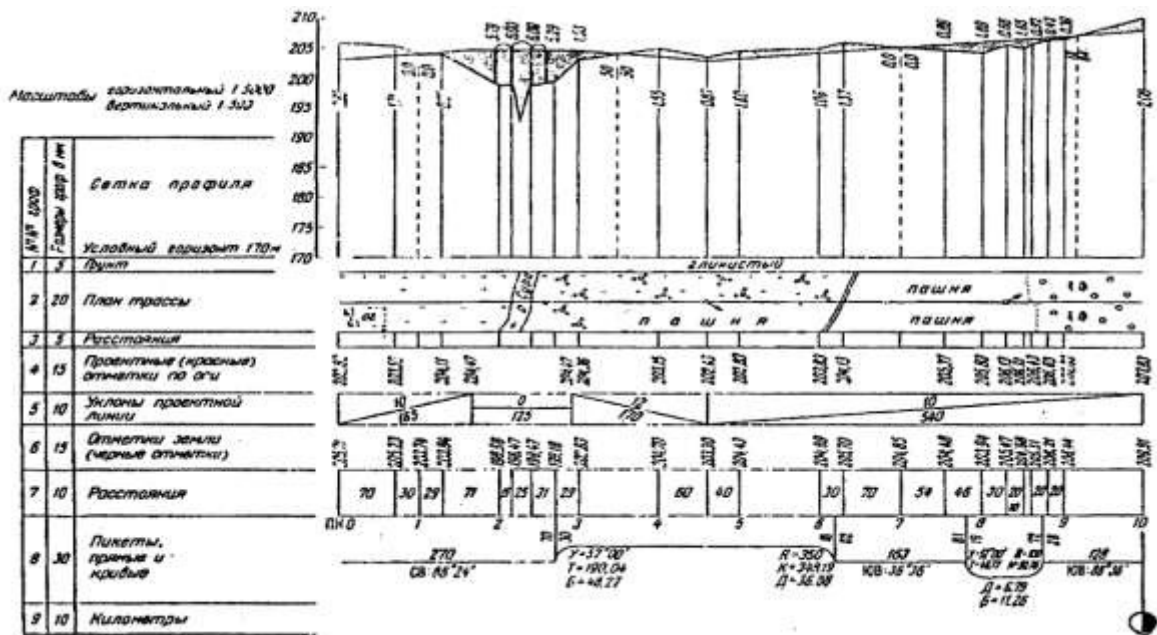


Рисунок 5 - позадвжній профіль траси

2.5 Створення опорних геодезичних мереж для будівництва

Необхідно враховувати цільове використання опорної геодезичної мережі під час її проектування з метою забезпечення геодезичної підтримки будівництва та експлуатації об'єкта.

Щільність закріплення опорних геодезичних пунктів при виконанні інженерно-геодезичних розвідок слід визначати згідно з наступними критеріями:

1. На забудованих ділянках необхідно розміщувати щонайменше чотири геодезичні пункти на кожному квадратному кілометрі.
2. На незабудованих територіях достатньо розміщувати один геодезичний пункт на кожному квадратному кілометрі.

Максимальна припустима помилка взаємного планового розташування сусідніх геодезичних пунктів опорної мережі після її вирівнювання має перевищувати 5 сантиметрів.

Положення геодезичних пунктів в опорній геодезичній мережі для інженерно-геодезичних розвідок з метою будівництва повинно визначатися з використанням різних методів, таких як полігонометрія, створення лінійно-

кутових мереж, а також застосування супутникової геодезичної техніки, такої як GPS-приймачі та інші, та їх суміщенням .

Висотна прив'язка центрів геодезичних пунктів в опорній мережі повинна виконуватися з використанням нівелювання IV класу або технічного (тригонометричного) нівелювання, з урахуванням типів центрів, а також із використанням супутникової геодезичної апаратури.

При створенні опорної геодезичної мережі необхідно суворо дотримуватись вимог, представлених у Додатку А.

Методи визначення координат та висот точок геодезичної апаратури (див. Додаток Б) та вимірювання довжин сторін у полігонометрії за допомогою світлодомірів та електронних тахеометрів слід вибирати, враховуючи стандарти точності вимірювань та рекомендації від виробників цих інструментів.

Закріплення та зовнішнє оформлення геодезичних пунктів в опорній мережі мають відповідати стандартам, передбаченим нормативними документами України. При цьому також слід враховувати вимоги галузевих нормативних документів щодо інженерно-геодезичних досліджень для різних видів будівництва, таких як гідротехнічне, енергетичне, транспортне, меліоративне та інші.

Розумно поєднувати центри планової геодезичної мережі та репери нівелірних ліній. За необхідності використання центрів і реперів з конструкцією, що відрізняється від тієї, яка передбачена в нормативних документах, це можна робити за погодженням з органом, відповідальним за реєстрацію та видачу дозволів на проведення інженерно-геодезичних розвідок. Важливими умовами є забезпечення стійкості та довгострокової безпеки цих центрів та реперів, а також їх зовнішнього оформлення та охорони природного середовища, включаючи збереження цінних природних угідь та насаджень.

Захист геодезичних пунктів в опорній мережі повинен відповідати "Положення про охоронні зони"

Для встановлення нівелірних знаків слід вибирати капітальні будівлі та споруди, збудовані не менше ніж за два роки до моменту встановлення знака.

Грунтові репери слід встановлювати лише у випадку, якщо поблизу передбачуваного місця встановлення відсутні капітальні будівлі чи споруди.

Проведення нівелювання від стінних марок та реперів допускається не раніше ніж через три дні після їх встановлення, а від фундаментальних та ґрунтових реперів – не раніше ніж через 10 днів після заповнення котловану.

Координати ґрунтових (фундаментальних) реперів можуть бути визначені або за допомогою інструментальних вимірювань, або шляхом графічного аналізу на планах або картах з найбільшим масштабом.

Щільна мережа триангуляції повинна мати як мінімум три вихідні геодезичні пункти і не менше двох вихідних сторін, на яких базується ця мережа.

Ланцюжок трикутників повинен починатися з вихідних геодезичних пунктів та примикати до двох вихідних сторін геодезичної мережі вищого класу чи розряду.

У разі незалежних триангуляційних мереж, які не базуються на пунктах вищого класу чи розряду, необхідно виміряти як мінімум дві базові (початкові) сторони.

При встановленні геодезичних знаків на будівлях або спорудах у вигляді спеціальних металевих або дерев'яних конструкцій необхідно врахувати можливість зняття координат цих знаків, переважно на стінних знаках, з вимірюванням як мінімум двох базових сторін.

Місця встановлення геодезичних пунктів (знаків) на будівлях та спорудах у забудованих територіях мають бути попередньо узгоджені з органами архітектури та містобудування або місцевого самоврядування.

Для зняття координат центру пункту триангуляції, встановленого на будівлі, слід використовувати електронний тахеометр або теодоліт у поєднанні зі світломіром. Взяття координат має виконуватися одночасно на чотирьох наземних робочих центрах, які мають бути попарно в протилежних

напрямах. Між суміжними робочими центрами необхідно підтримувати відстань щонайменше 200 метрів, а точність вимірів кутів і довжин сторін має відповідати точності полігонометрії відповідного класу.

На забудованій території, де відсутні видимі державні чи опорні геодезичні знаки або характерні місцеві об'єкти, такі як шпилі унікальних будівель або водонапірні башти, кожен пункт триангуляції слід доповнювати установкою двох орієнтирів, що закріплюються ґрунтовими центрами типу "5 р.н." або "6 р.н." на відстані щонайменше 500 метрів від пункту.

У закритій (лісовій) місцевості допускається скорочення відстані між геодезичним пунктом та орієнтирними знаками до 250 метрів, при цьому орієнтирні знаки мають бути рознесені на відстань понад 50 метрів один від одного.

Якщо полігонометричні ходи примикають до пунктів триангуляції, то орієнтирні знаки установці цих пунктах не піддаються.

Елементи приведення (центрування та редукція) на триангуляційних знаках, таких як сигнали або піраміди, слід визначати двічі: до початку спостережень та після їх завершення.

Похибки визначення довжин сторін трикутників, отримані при графічному визначенні елементів приведення, не повинні перевищувати 10 міліметрів.

Лінійні розбіжності між двома послідовними вимірами центрування або редукції не повинні перевищувати 10 мм.

При визначенні висот пунктів триангуляції, які розташовані на будинках та в гірській місцевості, з використанням методу тригонометричного нівелювання та вимірювання вертикальних кутів за допомогою теодолітів типу ЗТ2КП (і аналогічних), слід виконувати вимірювання трьома повними прийомами середньої нитки у прямому та зворотному напрямках.

При цьому розкид значень вертикальних кутів і місця нуля, обчислених з окремих прийомів, не повинен перевищувати 15 кутових хвилин.

Розбіжність між прямим і зворотним виміром висоти має перевищувати 10 сантиметрів за кожен кілометр довжини боку трикутника.

Допустимі незв'язки в результатах тригонометричного нівелювання, обчислені на основі ходових ліній між вихідними пунктами мережі, висоти яких були визначені методом геометричного нівелювання, а також у замкнутих полігонах, утворених сторонами геодезичної мережі, не повинні перевищувати значення 5 міліметрів, де L - це довжина ходу за кілометр:

- Продовження ходу полігонометрії 1 і 2 розрядів, що спирається на два вихідні пункти без кутової прив'язки до вихідного дирекційного кута на одному з них.
- Замкнений хід полігонометрії 1 і 2 розрядів, що спирається на один вихідний пункт і один вихідний дирекційний напрямок, за умови передачі або вимірювання з точок ходу дирекційного кута з похибкою не більше 15 у слабкому місці (середина ходу).
- Координатна прив'язка, коли хід полігонометрії прокладено між двома вихідними пунктами без передачі ними вихідних дирекційних кутів. У цьому випадку для виявлення грубих помилок у кутових вимірах повинні використовуватися дирекційні кути на орієнтирні знаки або азимути, отримані з астрономічних та інших вимірів.
- Висотна опорна геодезична мережа на території проведення інженерно-геодезичних розвідок розвивається у вигляді мереж нівелювання II, III та IV класів, а також технічного нівелювання залежно від площі та характеру об'єкта будівництва. Вихідними пунктами для розвитку висотної опорної геодезичної мережі для будівництва повинні бути пункти державної нівелірної мережі.

Нівелірна мережа для створення опорної геодезичної мережі має бути організована у вигляді окремих ходів, систем ходів (полігонів), або може бути самостійною мережею, і вона повинна бути прив'язана до не менш ніж двох вихідних нівелірних знаків (реперів), як правило, вищого класу.

Також допускається прив'язувати лінії нівелювання опорної геодезичної мережі IV класу до репер державної нівелірної мережі IV класу.

При обробці результатів польових вимірів до створення (розвитку) опорної геодезичної мережі слід використовувати сучасні засоби обчислювальної техніки.

Зрівняння має проводитися методами, що забезпечують контроль вихідних даних та виключають випадкові помилки при обробці даних.

Зрівняння планової опорної геодезичної мережі IV класу та нівелірної мережі IV класу має здійснюватися методом найменших квадратів.

Геодезичні мережі згущення 1 і 2 розрядів можуть бути зрівняні спрощеними методами, при цьому кути слід округлювати до секунд, а довжини сторін і координати до 1 міліметра.

Програми для автоматизованої обробки результатів вимірювань під час створення чи розвитку опорних геодезичних мереж мають передбачати можливість друку наступної інформації:

- Вихідної інформації, яка включає виміряні дані та параметри, що використовуються в процесі вимірювань.
- Результати рахунку, де виводяться обчислені значення, координати, висоти та інші параметри, отримані на основі вимірювань.
- Оцінки точності вимірювань, включаючи дані про похибки та нев'язки, щоб оцінити надійність отриманих результатів.

При обробці результатів вимірювань у геодезичних мережах слід використовувати програмні засоби камеральної обробки, які мають відповідні паспорти та сертифікати, що засвідчують їхню відповідність стандартам та вимогам. Це гарантує надійність та точність обробки даних геодезичних вимірів.

2.6 Згущення опорних геодезичних мереж

Геодезичні мережі згущення служать для забезпечення великомасштабних геодезичних робіт, інженерно-геодезичних та маркшейдерських завдань, що виконуються в населених пунктах, на будівельних ділянках великих промислових об'єктів, на територіях гірських відводів та інших подібних місцях.

Планові геодезичні мережі згущення можуть бути створені у вигляді триангуляції (триангуляційні мережі) та полігонометрії 1 та 2 розрядів.

Полігонометрія 1 і 2 розрядів організується у формі одиночних ходів або систем із вузловими точками, де довжини сторін у середньому становлять 0,3 та 0,2 кілометра відповідно. Середня квадратична похибка вимірювання кутів у ходах полігонометрії 1 розряду становить 5 кутових секунд, а відносна похибка вимірювання довжин становить 1:10 000. У полігонометрії 2 розряду точність кутових та лінійних вимірів вдвічі нижча порівняно з полігонометрією 1 розряду.

Всі пункти геодезичних мереж згущення повинні бути обов'язково приведені до одних і тих же позначок. Це може бути досягнуто шляхом проведення нівелювання IV класу чи технічного нівелювання. У гірських районах також допускається передача позначок пунктів мережі тригонометричним нівелюванням. Важливо забезпечити єдиний рівень позначок у всіх точках мережі для забезпечення правильності та надійності геодезичних вимірів та робіт.

2.7 Розвиток знімальних мереж теодолітними ходами

Знімальні геодезичні мережі, також відомі як геодезичне знімальне обґрунтування, створюються з метою збільшення щільності геодезичної мережі до рівня, що забезпечує виконання топографічної зйомки. Щільність цих знімальних мереж залежить від масштабу зйомки, характеристик місцевості та вимог інженерно-геодезичних, маркшейдерських та інших робіт, пов'язаних із пошуком, будівництвом та експлуатацією об'єктів.

Знімальне обґрунтування розвивається на основі пунктів державних геодезичних мереж та геодезичних мереж згущення. Ці знімальні мережі створюються шляхом проведення теодолітних, тахеометричних та мензульних ходів, а також з використанням прямих, зворотних та комбінованих засічок. При розвитку знімального обґрунтування, як правило, здійснюється одночасне визначення планового та висотного положення точок. Висоти точок у знімальних мережах можуть бути визначені за допомогою тригонометричного нівелювання, геометричного нівелювання з використанням нівеліру або теодоліту, а також з використанням теодоліту з рівнем труби.

Теодолітні ходи прокладаються із граничними відносними похибками 1:3000, 1:2000, 1:1000.

У системах теодолітних ходів важливо дотримуватись певних обмежень:

1. Граничні допустимі довжини ходів між вузловими точками або між вихідним пунктом та вузловою точкою повинні бути на 30% меншими, ніж наведено в таблиці 1.
2. Довжини сторін у теодолітних ходах не повинні перевищувати наступних значень:
3. На забудованих територіях: не більше 350 м-коду і не менше 20 м-коду.
4. На незабудованих територіях: не більше 350 м-коду і не менше 40 м-коду.
5. Кількість сторін у висячих теодолітних ходах на незабудованій території не повинна перевищувати трьох, а на забудованій – не більше чотирьох.

Ці обмеження сприяють забезпеченню точності та надійності геодезичних вимірів, особливо на різних типах територій.

Вимірювання сторін у теодолітних ходах може виконуватися різними способами, включаючи використання світлодомірних насадок, оптичних далекомірів, електронних тахеометрів, а також вимірювання в одному напрямку або в прямому та зворотному напрямках за допомогою сталевих 20-метрових стрічок, рулеток та інших відповідних приладів, що забезпечують необхідну точність вимірів.

Відносна похибка вимірної лінії у прямому та зворотному напрямках не повинна перевищувати значення, зазначеного в таблиці 1.

При плануванні теодолитних ходів необхідно врахувати зручність проведення лінійних вимірів біля. Поворотні точки повинні вибиратися так, щоб забезпечувати зручність розміщення інструменту та хороший огляд для виконання вимірювань.

Теодолитні ходи не повинні перетинати лінії полігонометрії.

Для забезпечення точності вимірювань мірні стрічки та інші інструменти повинні бути порівняні за допомогою польового компаратора.

Кутові нев'язки в теодолитних ходах не повинні перевищувати значення

$$f = \pm 1' \sqrt{n}, \text{ де } n - \text{кількість кутів у ході.}$$

При вимірі горизонтальних кутів одночасно проводиться вимірювання вертикальних кутів одним прийомом і вводяться поправки за приведення довжин ліній до горизонту у разі кутів нахилу більше 1,5 градуса.

Якщо на лінії, що вимірюється, є кілька точок перегину, то при вимірюванні її стрічкою або рулеткою по частинах, кути нахилу вимірюються на кожному відрізку між точками перегину.

Кути в теодолитних ходах вимірюються з використанням теодолітів, точність яких становить не менше ніж 30 секунд дуги, одним повним прийомом з перестановкою лімба між напівприйомами на 1-2 градуси.

При вимірі кутів теодолітами з одностороннім відліком по колах, такими як Т5, Т5К, 2Т5К, достатньо здійснити переведення труби через зеніт між напівприйомами з наступною перестановкою лімба на 1-2 градуси. Коливання значень кутів, отриманих із двох напівприймів, не повинні перевищувати 45 секунд дуги.

При прив'язці теодолитних ходів до вихідних пунктів вимірюються два кути. Сума вимірних примічних кутів не повинна відрізнятися від значення, отриманого більш ніж на 1 кримінальну хвилину.

Центрування теодолітів та марок здійснюється за допомогою оптичного центру або схилю з точністю 3 мм.

2.8 Тахеометрична зйомка вздовж траси

Тахеометрична зйомка використовується для обстеження вузьких та невеликих ділянок місцевості, коли застосування аерофототопографічної зйомки або мензульної зйомки є неефективним з економічної чи технічної точки зору.

Цей вид зйомки проводиться за допомогою точок, визначених як базові для зйомки. Згущення мережі базових точок здійснюється шляхом встановлення та вимірювання тахеометричних ходів відповідно до рекомендацій, поданих у пунктах 2.181-2.183, та з дотриманням умов, зазначених у таблиці 2.

Таблиця 2

Маштаб зйомки	Максимально доступна довжина, м		Максимальна кількість ліній у тахеометричному ході
	тахеометричного ходу	сторони тахеометричного ходу	
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

Допустимі нев'язки за висотою в тахеометричних ходах повинні обчислюватися згідно з вказівками п. 2.184.

Допустимі лінійні нев'язки визначаються за формулою:

$$f = \frac{[S]}{400\sqrt{n}},$$

де [S] – довжина ходу, м;

n - число ліній у ході.

Після завершення роботи на станції необхідно перевірити коректність орієнтації лімбу теодоліту. Відхилення від початкової орієнтації має перевищувати 1,5 кутових хвилин.

На кожній станції необхідно створювати абрис, в якому слід відображати розташування пікетів, обстановку, а також особливості рельєфу місцевості, такі як русла річок, вододіли та напрямки схилів.

При тахеометричній зйомці ділянок із простим рельєфом не обов'язково показувати всі пікети на абрисі.

Плани, отримані в результаті зйомки тахеометрії, повинні бути заповнені на місці в польових умовах, і необхідно скласти акт про приймання зйомки.

У результаті тахеометричної зйомки мають бути отримані такі документи: абрис, журнали зйомки тахеометром, оригінали планів з докладними описами, і навіть акти контролю зйомки, проведеному дома.

2.9 Технічне та тригонометричне нівелювання

Технічне, або тригонометричне, нівелювання застосовується для визначення висот точок у знімальній мережі, а також пунктів полігонометрії, які не мають даних про висоти з нівелювання III-IV класів.

Ходи технічного нівелювання зазвичай прокладаються між реперами (марками) нівелювання II-IV класів. Це може бути виконано у вигляді окремих ходів чи систем ходів (полігонів).

Також допускаються замкнуті ходи технічного нівелювання, які базуються на одному вихідному репері та прокладаються в обох напрямках.

При побудові висотної знімальної мережі, якщо ділянки інженерних пошуків немає реперів і марок державної нівелірної мережі, ходи технічного нівелювання мають бути закріплені нівелірними знаками. Ці знаки повинні розміщуватися на ділянці щонайменше кожні 3 кілометри, і відстань між ними не повинна перевищувати це значення.

Допустимі довжини ходів технічного нівелювання залежать від висоти рельєфу на ділянці топографічної зйомки та можуть бути визначені згідно з таблицею 3.

Таблиця 3.

Ходи технічного нівелювання	Гранична довжина ходу, км при висоті перерізу рельєфу, м		
	0,25	0,5	1 і більше
Між двома вихідними реперами (марками)	2	8	16
Між вихідним пунктом та вузловою точкою	1,5	6	12
Між двома вузловими точками	1	4	8

Технічне нівелювання слід виконувати нівелірами (типу 3Н-5Л, 2Н-10КЛ або ним рівноточними), а також теодолітами з компенсаторами (типу Т15МКП та ін) або рівнем при трубі, з відліком по середній нитці з обох боків рейки.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ ОТ ПК56 ДО ПК63

№ станцій	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейке			Превышения		Средние превышен.		Горизонт инструмента	Отметки			Примечание
		задние	промежуточ.	передние	+	-	+	-		вычисл. услов.	исправ. услов.	Абсолютные	
I	Рр 6 Лев 44	1326 6011								122,408	122,408		
	ПК 56			2465 7251		1139 1140		1140		+1 121,268	121,268		
II	ПК 56	1500 6284											
	ПК 57			0908 5593	592 591		592			+3 121,860	121,863		
III	ПК 57	0761 5444							122,624				
	+39, 11		1431								121,193		
	X			2161 6946		1400 1402		1401			120,469		
IV	X	0019 4804											
	ПК 58			2954 7639		2935 2935		2935		+5 117,524	117,529		
V	ПК 58	0897 5582							118,426				
	+ 37		1913								116,513		
	+ 60		0264								118,162		
	ПК 59			0943 5723		46 41		44		+6 117,480	117,486		
VI	ПК 59	0348 5135							117,834				
	+ 63,35		1956								115,878		
	ПК 60			2780 7465		2432 2430		2431		+8 115,049	115,057		
		38111		52828	1183	15900							

Постраничный контроль $\frac{38111 - 52828}{2} = -7358.5$ $\frac{1183 - 15900}{2} = -7358.5$ $115,049 - 122,408 = -7,359$

Рисунок 6 - журнал нівелювання траси

Допустимі розбіжності між виміряними значеннями перевищень на станції, визначені з обох боків рейок, не повинні перевищувати 5 міліметрів.

Відстань від інструменту до місць встановлення рейок має бути приблизно однаковою та не повинна перевищувати 150 метрів.

Допустима нев'язка ходу технічного нівелювання або полігону не повинна перевищувати значення, що розраховуються як міліметри, де L - довжина ходу в кілометрах.

Якщо кожен кілометр ходу припадає понад 25 станцій, то допустима нев'язка ходу нівелювання чи полігону розраховується як міліметрів, де n - число станцій під час.

Тригонометричне нівелювання застосовується для визначення висот точок знімальної геодезичної мережі при топографічних зйомках з висотою перерізу рельєфу через 2 метри, 5 метрів і на горбистій чи пересіченій місцевості – через 1 метр.

Як вихідні пункти щодо тригонометричного нівелювання слід використовувати пункти, висоти яких були попередньо визначені методом геометричного нівелювання. У гірських районах допускається використання як вихідні пункти пунктів з державної або опорної геодезичної мережі, висоти яких були визначені методом тригонометричного нівелювання.

Довжина ходів тригонометричного нівелювання не повинна перевищувати наступних значень: 2 кілометри при топографічних зйомках з висотою перерізу рельєфу 1 метр, 6 кілометрів при висоті перерізу 2 метри та 12 кілометрів при висоті перетину 5 метрів.

Для проведення тригонометричного нівелювання точок знімальної мережі необхідно вимірювати вертикальні кути за допомогою теодоліту, використовуючи середню нитку, проводячи один прийом із двома положеннями вертикального кола у прямому та зворотному напрямках.

Розбіжність між прямими і зворотними значеннями перевищення однієї і тієї ж лінії при тригонометричному нівелюванні має перевищувати $0,04S$ метрів, де S - довжина лінії, виміряна в сотнях метрів.

Допустимі нев'язки в ходах і замкнутих полігонах тригонометричного нівелювання не повинні перевищувати величини

$$\frac{0,04S}{\sqrt{n}}, \text{ см,}$$

де S – довжина ходу в метрах, а n – число ліній у ході або полігоні.

При проведенні інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва лінійних споруд на незабудованих територіях слід встановлювати часові знаки (наприклад, дерев'яні або залізобетонні стовпи, металеві куточки тощо) у початкових та кінцевих точках траси (якщо вони не фіксовані на місцевості), у вершинах кутів повороту, а також на створних точках прямолінійних ділянок у межах взаємної видимості. Відстань між такими знаками має бути не менше ніж 1 кілометр.

На забудованих територіях, зазвичай, не проводиться встановлення тимчасових знаків закріплення трас. Натомість точки траси повинні бути прив'язані не менш ніж трьома лінійними промірами до постійних об'єктів місцевості, таких як кути будівель, споруд тощо.

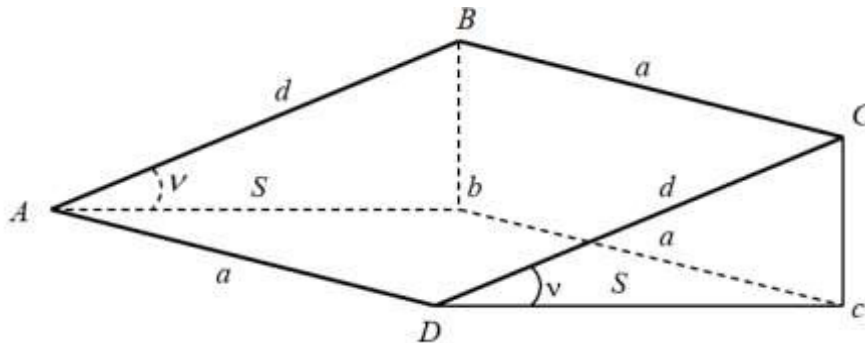
При проведенні інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва лінійних споруд необхідно встановлювати нівелірні знаки у такому порядку:

- По трасах автомобільних і залізниць, а також магістральних каналів нівелірні знаки повинні встановлюватися не рідше, ніж через кожні 2 кілометри.
- По трасах трубопроводів, включаючи місця переходів через великі водотоки та водомірні пости, нівелірні знаки повинні встановлюватись не рідше, ніж через кожні 5 кілометрів.
- На мостових переходах через великі річки необхідно встановлювати постійні репери на обох берегах річки.

Крім того, геодезичні пункти, які закріплені постійними знаками, такими як ґрунтові та стінні репери, марки та ін., а також довгострокові точки знімальних мереж, повинні бути враховані та передані замовнику та органам

архітектури та містобудування для спостереження за їх збереженням відповідно до встановлених процедурами.

При встановленні меж споруд транспортної інфраструктури визначають площі земельних ділянок, які є площею геометричної фігури, утвореною проекцією межі земельної ділянки на горизонтальну площину.



$$P_{\phi} = a d = a \frac{\delta P}{\cos v} = \frac{P}{\cos v}.$$

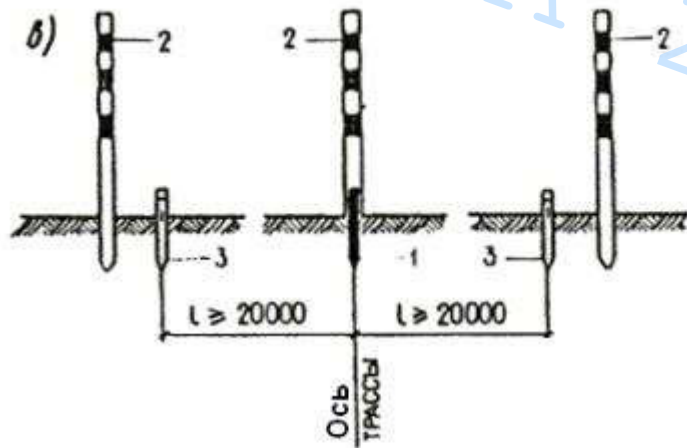
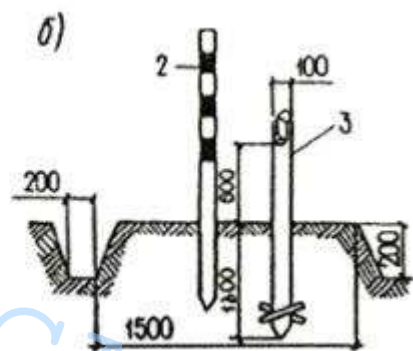
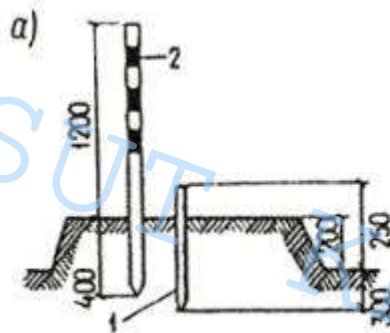
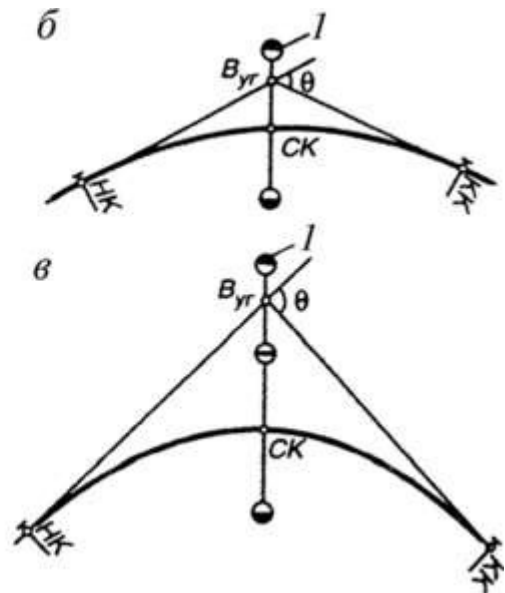
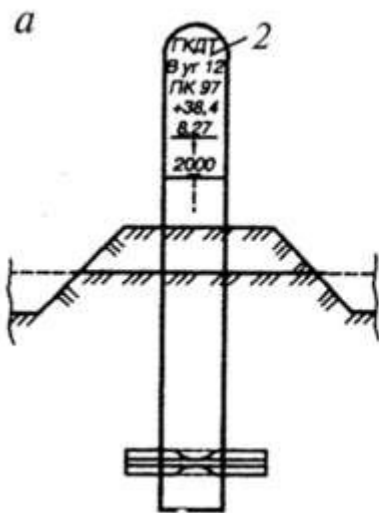
При цьому для вирішення різних завдань геодезичного забезпечення також застосовують і класичні способи визначення площ земельних ділянок. Якщо ділянка має форму чотирикутника, то застосовують формулу Герона

$$\left. \begin{aligned} P &= \sqrt{(q-a)(q-b)(q-c)q}; \\ q &= \frac{a+b+c}{2}, \end{aligned} \right\}$$

где a, b, c – длина соответствующей стороны треугольника;

q – полупериметр треугольника.

Всі геодезичені роботи при будівництві транспортних споруд виконуються на основі проекту споруди, плану мостового переходу з відміченими осями споруд, схеми розміщення геодезичних пунктів і їх докладного опису, а також каталогу координат и висот геодезичних пунктів. Важливими елементами являються знаки геодезичної основи, установлені на місцевості та закріплюючі повздовжню вісь споруди.



GISUPTANUCA 2023

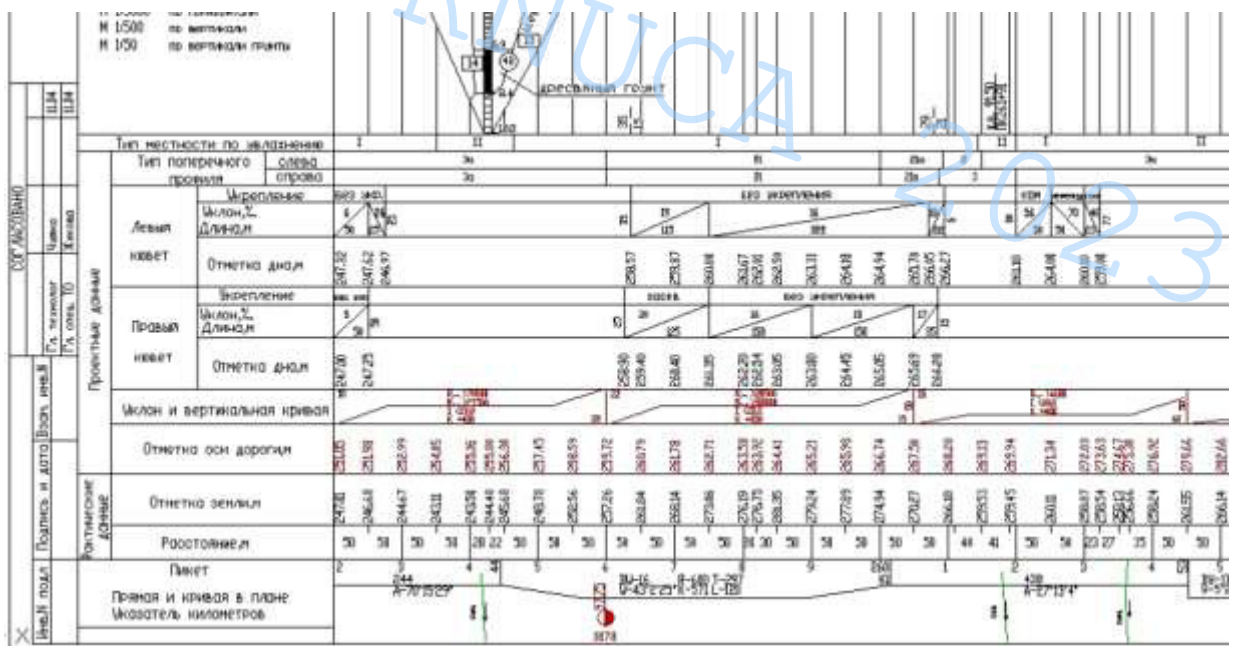
Критерієм, що визначає якість зведення лінійних споруд, є необхідна точність при виготовленні конструкцій для подальшого їх вирівнювання відповідно до проекту. Ця точність є ключовим фактором для забезпечення міцності, надійності та довговічності конструкцій. Відповідно до стандартів, точність кожного окремого виміру X_i визначається величиною дійсного відхилення δX_i , яке обчислюється відповідно до встановленої залежності.

$$\delta X_i = X_i - X_{ном},$$

где X_i – действительное отклонение;

$X_{ном}$ – номинальное отклонение.

Така точність вимірів досить легко досягається сучасними геодезичними приладами (електронні тахеометри, приймачі ГНСС тощо). При цьому на стадії вишикування та проектування складають план і поздовжній профіль траси, в якому використовують горизонтальні прокладання ліній.



Вертикальне планування проектують методом проб і помилок. Спочатку визначають принципову схему. Далі переходять до вирішення конкретних завдань, здійснюють вертикальне планування залізничних і автомобільних шляхів, розраховують припустимі коливання відміток площадки за умовами

зв'язку з транспортною мережею. Після цього призначають посадочні позначки і рівень підлоги першого поверху будівель.

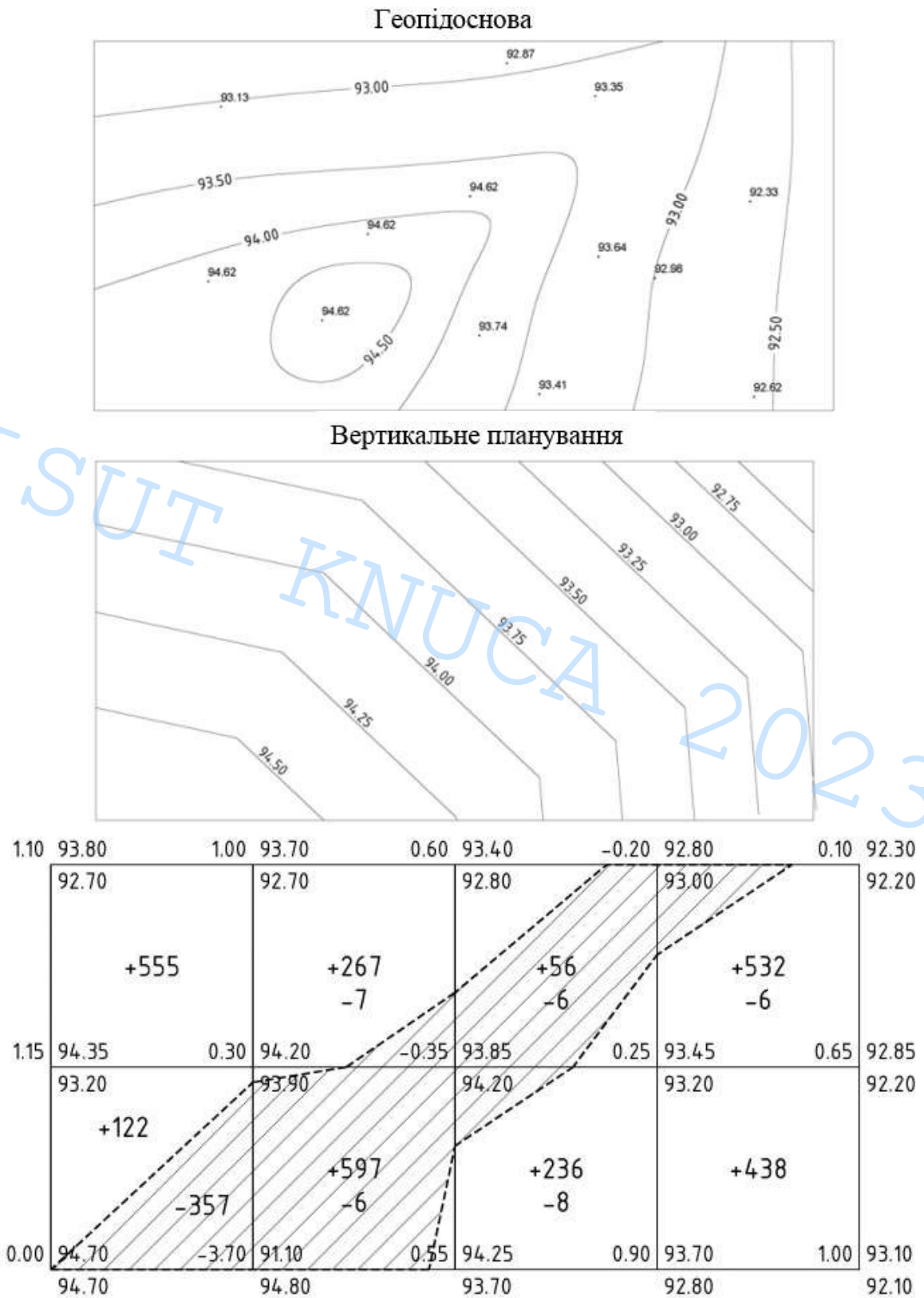


Рис. 1.1.5. Проект вертикального планування

3. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

3.1 Загальні положення

Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг розроблено відповідно до вимог ДБН Охорона праці на об'єктах будівництва, а також з урахуванням трудового законодавства. Ці правила охоплюють різноманітні види дорожньо-будівельних робіт, і включають не тільки організацію та забезпечення безпечних умов праці, а й норми, пов'язані з виробничою санітарією та чинним трудовим законодавством. Вони застосовуються на етапах будівництва, ремонту та обслуговування автомобільних доріг, а також у виробничих базах та заводах, пов'язаних з дорожнім будівництвом.

При виконанні будівництва, обслуговування та ремонту автомобільних доріг необхідно приділяти увагу дотриманню заходів щодо оптимального використання природних ресурсів, таких як земля та її надра, водні та лісові ресурси, а також стежити за захистом навколишнього середовища.

При впровадженні нових методів і процесів праці, при використанні нових матеріалів, машин, інструментів та обладнання, для яких вимоги щодо безпеки не описані в наших поточних правилах, необхідно дотримуватись інструкцій та рекомендацій, розроблених та затверджених організацією, що займається дорожніми роботами, з урахуванням погодження з місцевими технічними службами з питань трудової безпеки.

Організація навчання працівників та інженерно-технічного персоналу повинна відповідати вимогам, встановленим у ДБН А.3.2-2-2009, з огляду на ці правила.

Обов'язки структурних підрозділів та посадових осіб служби техніки безпеки в організаціях основного (первинного) рівня управління будівництвом визначаються відповідно до типового положення, встановленого у нормативних документах, а в органах середнього рівня управління будівництвом – відповідно до цього ж положення.

На основі цих Правил та стандартів з охорони праці, типових інструкцій з охорони праці, адміністрація організації зобов'язана розробляти інструкції з охорони праці для кожної професійної групи та виду робіт, враховуючи особливості конкретної організації, характер обладнання та виконуваних робіт. Ці інструкції мають бути затверджені адміністрацією спільно з профспілковим комітетом організації.

3.2 Техніка безпеки при розвідці геодезичних мереж

При проведенні розвідки геодезичних мереж, особлива увага приділяється дотриманню вимог безпеки, особливо при виборі розташування геодезичних знаків у районах або об'єктах, де існує підвищена небезпека. Це також включає підйом на дерева і щогли для забезпечення видимості і, при необхідності, встановлення щогл і віх на деревах для різних цілей.

Вимоги безпеки, що стосуються вибору місцезнаходження геодезичних мереж при розвідці в населених пунктах, поблизу залізниць, автомобільних трас, нафтогазопроводів, аеропортів, будівельних та монтажних об'єктів, а також в інших місцях з підвищеною небезпекою, докладно описані у відповідних розділах цих Правил.

У цьому розділі наведено основні вимоги безпеки, що стосуються встановлення щогл та віх на деревах, а також підйому працівників на дерева та щогли.

При встановленні віх і щогл усі працівники мають носити захисні каски.

Для віх і щогл довжиною до 8 м і діаметром у нижньому зрізі не більше 10 см допускається використання ручного підйому з упором одного кінця в яму, яка повинна мати глибину не менше 60 см.

У разі віх і щогл довжиною понад 8 м або у випадку, якщо діаметр нижнього зрізу щогли більше 10 см, необхідно використовувати трос за допомогою воріт, лебідок або інших спеціальних механізмів для їх підйому. Ці заходи забезпечують безпеку під час роботи з великими та важкими конструкціями.

Щогли, які призначені для підйому на них людей, повинні відповідати таким вимогам безпеки:

- Діаметр верхнього зрізу щогли повинен бути не менше ніж 15 см.
- Щогли повинні бути заглиблені в землю не менше ніж на 1,5 метра.
- На кожних шести метрах висоти щогли має бути встановлене по чотири відтяжки, які повинні бути розміщені під кутом 90° один до одного і повинні бути міцно закріплені на землі з використанням міцних якорів.
- Якщо щогли складаються зі стовбурів кількох дерев, то місце їх зрощування (зріст) повинно мати довжину не менше двох метрів і мати плоску клиноподібну форму. Він повинен бути з'єднаний цвяхами і закріплений тросом не менше ніж у чотирьох місцях. Скрутки мають бути рівномірно розташовані. Кожне скручування має бути закріплене двома цвяхами.
- У щоглах повинні бути врізані шпонки, і кожна з них має бути прибіта двома цвяхами.
- Щогли можна встановлювати тільки на деревах, що ростуть, які мають здорові стовбури.

Ці запобіжні заходи та вимоги забезпечують безпеку при роботі з щоглами, призначеними для підйому людей.

Для безпечного підйому віх або щогл використовуються спеціальні щогли, що падають, і при цьому слід дотримуватися наступних вимог безпеки:

- Щоглини, що падають, повинні мати довжину не менше 1/3 висоти піднімаються віх або щогл.
- Діаметр у верхньому зрізі щогли має бути не менше 10 см, якщо висота віхи або щогли становить до 20 метрів, і не менше 15 см, якщо висота перевищує 20 метрів.
- Щогла, що падає, повинна бути укріплена чотирма відтяжками: двома по осі обертання і двома перпендикулярно до осі обертання.

- Механізми, що використовуються для підйому віх або щоглів, такі як ворота, лебідки, трактори, автомашини та інші, повинні бути розміщені на відстані не менше, ніж півтора висоти віхи або щогли від їхньої основи.
- Перед початком роботи на майданчику, де проводитиметься підйом віх або щоглів, необхідно видалити сухостійні та небезпечні дерева.
- Під час підйому віх або щоглів знаходитися на відстані, меншій за півторну їх висоти, суворо заборонено.
- Встановлювати табір та розбивати намети для житла поблизу віх або щоглів також забороняється.

Ці заходи забезпечують безпеку при роботі з щоглами, що падають, і підйомом віх або щоглів.

При підйомі на дерева та щогли дотримуйтеся наступних правил та заходів безпеки:

Підйом дозволяється тільки на здорові дерева без гнилі, підсушування та тріщин у стовбурі до висоти, де діаметр стовбура становить не менше 10 см.

Піднімайтеся на дерева з використанням спеціальних пазурів. Завжди використовуйте запобіжний пояс із двома канатиками. Перший канатик служить для підняття, а другий має бути пов'язаний з деревом, щоб забезпечити безпеку під час перехоплення сучків.

Підйом на щогли дозволяється до висоти, де діаметр стовбура становить не менше 15 см. Піднімайтеся тільки по шпонках або заздалегідь встановлених милицях. Завжди використовуйте запобіжний пояс із двома канатиками для забезпечення безпеки.

Якщо наближається гроза, негайно спустіться з щогли або дерева на землю і відійдіть від них на відстань не менше потрійної висоти.

Забороняється спилувати вершини дерев для встановлення інструментів або для відкриття видимості. Це може спричинити стійкість дерева і створити небезпеку під час підйому.

Дотримання цих заходів безпеки допоможе запобігти нещасним випадкам при роботі на деревах та щоглах.

3.3 Техніка безпеки при земляних роботах

Викопування ям для розміщення контрольних точок геодезичної триангуляції та полігонометрії, опорних точок на землі, встановлення основних геодезичних маркерів; створення виїмок у цегляних та залізобетонних стінах для розміщення еталонних точок та опорних пунктів; вилучення каналів для позначення знаків повинні здійснюватися в основному за допомогою механічних методів.

При використанні промислових машин та механізмів для земельних робіт необхідно суворо дотримуватись інструкцій виробника з обслуговування та безпеки, а також відповідати вимогам розділу 1.9 цих правил.

При виконанні робіт із землерийними, буровими (термобуровими) установками та іншими механізмами, слід дотримуватись наступних заходів безпеки:

Вимоги щодо безпечної експлуатації механізмів мають бути оформлені в організаційно-технічних розпорядженнях, які розробляють виконавці робіт. Бригади, що працюють з механізмами, повинні бути обладнані інструкціями з експлуатації конкретних механізмів.

При роботі в населених пунктах, густонаселених районах, на промислових об'єктах та будівельних майданчиках слід забезпечувати безпеку підземних інженерних комунікацій. Бурова свердловина має не перетинати лінії підземних комунікацій і не має бути пробурена на неприпустимо близькій відстані від них. Наприклад:

- Від трас водопровідної, каналізаційної, теплофікаційної мереж має бути відстань не менше 1 м;
- Від кабелів зв'язку, електромережі та радіомережі має бути відстань не менше 2 м.

При бурінні на такій відстані від кабелів зв'язку, електромережі необхідно виконувати роботи в присутності представника організації, відповідальної за підземні комунікації. Це дозволяє запобігти пошкодженню

комунікацій та забезпечити безпеку працівників та навколишнього середовища.

Дотримання цих заходів допоможе запобігти можливим аваріям та забезпечити безпеку при роботі з механізмами поблизу підземних комунікацій.

Якщо відсутні точні дані про місцезнаходження підземних інженерних комунікацій, але передбачається їх наявність у цих місцях, слід дотримуватись таких заходів безпеки:

Забороняється використання методу буріння для копання котлованів при установці геодезичних знаків. Натомість, земельні роботи повинні виконуватися вручну з дотриманням усіх необхідних запобіжних заходів.

У разі виявлення, що розташування знака передбачається на ділянці з можливим патогенним зараженням ґрунту, необхідно отримати дозвіл від органів Державного санітарного нагляду. Цей дозвіл дозволить провести роботи з урахуванням усіх санітарних норм та правил, щоб запобігти можливим ризикам для здоров'я.

Дотримання цих заходів допоможе забезпечити безпеку під час роботи з встановленням геодезичних знаків в умовах невизначеності щодо наявності підземних комунікацій та патогенних заражень у ґрунті.

При виявленні шкідливих газів або вибухонебезпечних речовин під час виконання земельних робіт слід дотримуватись таких заходів безпеки:

Негайно припинити роботу та вивести робітників із небезпечної зони.

Повідомити про подію керівництву експедиції та місцевим органам влади чи організації, відповідальним за безпеку на будмайданчику.

Щоб запобігти можливим небезпекам при ручному бурінні без копрів, слід дотримуватися таких заходів:

Штанги, що виймаються зі свердловини, повинні розгвинчуватися на свічки довжиною не більше 4 метрів.

Забороняється затримувати штанги кліщами при їх спуску та підйомі.

Не слід застосовувати ключі для штанг із розробленими зівами або інструменти із закатаними квадратами для ключів.

Забороняється утримувати руками ударну штангу або голівку при ударах.

Працювати на полатях копрів без огороження та без використання запобіжних поясів заборонено.

Дотримання цих заходів дозволить забезпечити безпеку під час виконання робіт та запобігти можливим аваріям та травмам.

При завершенні робіт із землерийними інструментами слід дотримуватися таких заходів безпеки:

Забороняється кидати триноги на землю після використання. Їх слід плавно опускати за допомогою засобів, якими вони були підняті.

Не допускається триматися за канат руками під час підйому та спуску інструменту при використанні лебідки. При спуску на стрічковому гальмі ручки лебідки мають бути зняті.

У разі сильного захоплення при розвороті бурового інструменту необхідно проводити цей процес під безпосереднім керівництвом виконавця робіт або бригадира.

Якщо земельні роботи виконуються в безпосередній близькості від підземних комунікацій, що діють, то допускається використовувати тільки ручні землерийні лопати. Застосування брукхту, кирок та інших ударних інструментів у таких випадках заборонено.

Дотримання цих заходів допоможе запобігти можливим аваріям та травмам при роботі з землерийними інструментами.

Дотримання заходів безпеки при копанні котлованів вручну критично важливе для захисту здоров'я та життя працівників. Ось основні заходи безпеки, яких слід дотримуватись:

Заборонено розробляти ґрунт методом підкопу. Якщо випадково утворюються нависаючі "козирки" ґрунту або виявляться каміння, валуни та інші небезпечні об'єкти на укосах виїмки, необхідно негайно вивести

робітників із небезпечних зон. Потім слід обрушити ґрунт, що нависає, або видалити валуни і камені.

Риття котлованів без кріплення стін у зимовий час дозволяється на глибину, що не перевищує промерзання ґрунту. Влітку, залежно від типу ґрунту, допустима глибина може бути різною:

- 1,0 м - у насипних, піщаних та великоуламкових ґрунтах;
- 1,25 м – у супісках;
- 1,5 м - у суглинках, глинах та сухих лесоподібних ґрунтах;
- 2,0 м – в особливо щільних ґрунтах.

Дотримання цих заходів допоможе запобігти нещасним випадкам та забезпечить безпечне виконання робіт.

Тут представлені додаткові заходи безпеки, яких слід дотримуватись при копанні котлованів:

Кріплення повинні встановлюватися зверху вниз у міру розробки виїмки на глибину не більше 0,5 м. Верхня частина кріплень повинна виступати над брівкою виїмки не менше ніж на 15 см. Це забезпечує додаткову підтримку стінок котловану та зменшує ризик обвалення ґрунту.

Роботи в котлованах, що зазнали зволоження, слід виконувати обережно після огляду стану укосів та виявлення "козирків" або відшарувань нестійкого ґрунту. Це важливо для запобігання обвалу та забезпечення безпеки робітників.

При спуску робітників у котловани глибиною понад 1,3 м і при їх підйомі слід використовувати драбину-драбину. Перед спуском необхідно перевірити стійкість укосів чи кріплення стін. Цей захід забезпечує безпечний вхід та вихід з глибоких котлованів.

Ґрунт, витягнутий із котловану, слід розміщувати на відстані не менше 0,5 м від брівки виїмки. Це допомагає запобігти обвалу стін котловану через навислий ґрунт.

Дотримання цих заходів допоможе зменшити ризики та забезпечити безпеку при роботі в котлованах.

3.4 Техніка безпеки при закладці центрів, марок та реперів

Ці заходи безпеки відносяться до закладення центрів полігонометрії та реперів у ґрунт, особливо у населених пунктах та містах:

Рекогносцировка: Перед закладкою знаків у ґрунт необхідно провести ретельну рекогносцировку, щоб вибрати найбільш безпечні місця для їх розміщення. Це дозволить уникнути проблем та ризиків при закладці.

Узгодження: У населених пунктах місця закладання знаків мають бути узгоджені з відповідними управліннями міського господарства, і для цього потрібно отримати письмовий дозвіл. До дозволу також слід додати план (схему), де зазначено розташування і глибина залягання комунікацій.

Перевага стінним закладкам: У містах краще використовувати стінні закладки замість ґрунтових. Це може зменшити ризик пошкодження комунікацій, оскільки стінні закладки зазвичай розміщуються на стінах будівель і не проникають у ґрунт.

Виявлення кабелів: При закладці знаків у ґрунт важливо уважно стежити за наявністю електрокабелів. Якщо виявиться не вказаний на плані електрокабель, роботу слід негайно припинити та викликати представника кабельної мережі для отримання вказівок. Місце закладки слід змінити відповідно до вказівок спеціаліста.

Дотримання цих заходів допоможе уникнути пошкодження комунікацій та забезпечить безпеку під час закладання знаків полігонометрії, особливо у містах та населених пунктах.

Централізоване виготовлення бетонних центрів та реперів, а також роботи із захисту металевих центрів від корозії в обжитих районах та у випадках можливої доставки на місце закладки має кілька переваг, включаючи підвищення безпеки та ефективності праці:

Вилучення важких ручних робіт: Централізоване виготовлення дозволяє уникнути важких ручних робіт, що знижує ризик травм та втоми у працівників.

Безпечні умови праці: Механізований процес виготовлення бетонних та металевих центрів забезпечує безпечніші умови праці, оскільки машини та обладнання виконують основну частину роботи.

Захист металевих центрів від корозії: Централізоване виконання робіт із захисту металевих центрів від корозії гарантує більш якісне та надійне покриття, що сприяє довговічності та збереженню цих знаків.

Спеціальне навчання та кваліфікація: Працівники, задіяні в механізованих процесах, повинні пройти спеціальне навчання та мати відповідну кваліфікацію, особливо щодо безпеки при роботі з електрообладнанням та механізмами.

Ці заходи сприяють забезпеченню безпечних та ефективних умов при виготовленні та встановленні геодезичних центрів та реперів, що важливо для надійності геодезичних мереж та забезпечення безпеки робітників.

Ці заходи безпеки важливі при роботі з матеріалами та процесами, пов'язаними з бетоном та щебенем, щоб захистити робітників від можливих небезпек. Ось деякі ключові моменти:

Захисні окуляри та рукавиці: Вдягання захисних окулярів та брезентових рукавиць обов'язково при роботі з матеріалами, які можуть спричинити подразнення або травми. Захисні окуляри допомагають запобігти попаданню пилу та дрібних частинок у вічі, а брезентові рукавиці захищають руки від шкідливих впливів.

Розташування робітників: Важливо забезпечити таке розташування робітників, щоб вітер не переносив пил та дрібні частинки у їхній бік. Це сприяє зниженню ризику вдихання шкідливих речовин та частинок.

Вантажно-розвантажувальні роботи: При виконанні цих робіт слід дотримуватись вимог ГОСТ XXXXX "Загальні вимоги безпеки". Це включає правила транспортування та переміщення вантажів, забезпечення безпеки при піднятті та опусканні вантажів, використання відповідного обладнання та механізмів, а також навчання робочих правил безпеки.

Дотримання цих заходів дозволяє знизити ризик нещасних випадків та травм при роботі з матеріалами та вантажами, що використовуються у будівництві та геодезії.

Ці заходи безпеки важливі для запобігання потенційно небезпечним ситуаціям при піднятті та опусканні бетонних монолітів у котлован. Використання мотузок та дотримання таких правил може знизити ризики та забезпечити безпеку робітників:

Опускання монолітів за допомогою мотузок: Це важлива вимога, оскільки дозволяє точніше й контрольовано встановлювати моноліти на свої місця та запобігає випадковому падінню.

Заборона перебування в котловані: Поки моноліт опускається або піднімається, ніхто з працівників не повинен перебувати в котловані. Це знижує ризик травмування чи затискання.

Перезакладання центру: Якщо відбувається перезакладання центру, також не дозволяється перебувати в котловані. Це може бути небезпечним моментом, коли моноліти піднімаються чи опускаються.

Дотримання цих правил допомагає забезпечити безпеку працівників під час роботи з бетонними монолітами в котловані.

2023

ВИСНОВОК

Інженерно-геодезичні дослідження дійсно відіграють важливу роль у будівництві, тому що вони дозволяють отримати точні дані про місцевість, на якій буде зводитися будівля або споруда. Важливо також врахувати, що точні дослідження можуть заощадити кошти та запобігти проблемам на пізніших етапах будівництва.

У роботі розглянуті цілі, завдання, опорні та знімальні геодезичні мережі, методи трасування та технічні характеристики використовуваних геодезичних приладів. Ці аспекти є важливими для розуміння процесу інженерних досліджень.

Робота може бути корисним ресурсом для інженерів та геодезистів, які працюють у будівельній галузі. Такі дослідження та огляди сприяють підвищенню якості будівельних проектів та рівня безпеки на будмайданчиках.

GTSUT KNUCA 2023

Список використаних джерел

1. Іванов О. Геодезія: теорія і практика. Київ: Видавництво "Український Дім", 20XX.
2. Нормативно-правова база у сфері геодезії та картографії України. (<http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php>)
3. Журнал "Геодезія і кадастр".
4. Закон України "Про геодезію та картографію". (http://scc.univ.kiev.ua/upload/iblock/a3b/dis_Drohushevska%20I..pdf, без дати)
5. Anderson, J. Fundamentals of Surveying. New York: XYZ Press, 20XX.
6. Mikhail, S. Geodetic Surveying: Theory and Practice. Boston: ABC Publishers, 20XX.
7. Surveying and Geomatics Journal.
8. International Federation of Surveyors (FIG). (<https://www.fig.net/>, без дати)
9. Smith, A. Introduction to Geodesy. London: XYZ Publishers, 20XX.
10. Johnson, R. Geodetic Methods for Building Construction. Proceedings of the International Symposium on Geodetic Engineering, 20XX.
11. Brown, P. Advanced Geodetic Techniques for Structural Monitoring. Journal of Geospatial Engineering, vol. XX, no. X, 20XX.
12. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) for Geodetic Applications. (https://chcnave.com/about-us/news-detail/join-chcnave's-geomatics-community--and--explore-dealership-opportunities?gclid=CjwKCAjwg-GjBhBnEiwAMUvNW06hySeQsxmbp9amjHQcGC8kLTJjuTzhJxdfKklU-VDyi5mwvVvLKBoC7SAQAvD_BwE, без дати)
13. Geodetic Control Networks: Methods and Applications. Edited by L. Zhang and C. Rizos. Berlin: XYZ Publishers, 20XX.
14. Geodetic Surveying for Construction Projects.
15. Application of Unmanned Aerial Systems (UAS) in Geodetic Surveys.
16. Geodetic Data Processing Software: Comparative Analysis. Proceedings of the International Conference on Geomatics, 20XX.

17. Geodetic Monitoring of Structural Deformations. Journal of Geodesy and Geodynamics, vol. XX, no. X, 20XX.
18. Geodetic Methods for Coastal Zone Management. Proceedings of the International Symposium on Coastal Engineering, 20XX.
19. Geodetic Applications in Environmental Studies. Proceedings of the International Conference on Environmental Sciences, 20XX.
(<https://www.semanticscholar.org/paper/Control-Surveys-for-Underground-Construction-of-the-Greening-Robinson/aaa09e5fdc41da8d2ec951b86f81563ae93c709a>, без дати)
20. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник - Київ, 2012. - 574 с.
21. Левчук Г.П. Курс інженерної геодезії.- М.: Недра, 1970. - 408 с.
22. Сироткін М.П. Довідник по геодезії для будівельників. -М.: Недра, 1975. 23.365 с.
24. Сундаков А.Я. Геодезичні роботи при зведенні великих промислових споруд і висотних будівель. - М.: Недра, 1972.
25. Даниленко С.Д. Організація і виробництво геодезичних робіт при великому будівництві. - М.: Недра, 1975.
26. Андреева Ф.В. та ін. Геодезичне забезпечення житлово-цивільного та промислового будівництва. - М.: Недра, 1988.
27. Бронштейн Г.С. Будівельні геодезичні сітки. - М.: Недра, 1984. - 150 с
28. Інструкція щодо нівелювання I, II, III, і IV класів. / Головне управління геодезії і картографії при Раді Міністрів СРСР - М.: Недра, 1990. - 167 с.
29. ДБН Б В.1.3-2: 2010 Система забезпечення точності геометричності параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві // Затв. наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 21.01.2010 р.
30. СНиП 3.03.01-87 «Несучі та огорожувальні конструкції».
31. Збірник цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва 1982 р.

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

GISUIT
КНУБА
2023

ДОДАТОК А

(обов'язкове)

Вимоги до побудови опорних геодезичних мереж при інженерно-геодезичних дослідженнях для будівництва полігонометрію

Показники	4 клас	1 розряд	2 розряд
Граничні довжини окремих полігонометричних ходів при вимірі ліній світлодіодами та (або) електронними тахеометрами в залежності від кількості сторін в ході км (n - число сторін в ході)	8 при n=30	10 при n=50	6 при n=30
	10 при n=20	12 при n=40	8 при n=20
	12 при n=15	15 при n=25	10 при n=10
	15 при n=10	20 при n=15	12 при n=8
	20 при n=6	25 при n=10	14 при n=6
Гранична довжина ходу при вимірі довжин ліній іншими методами □ км	15	5	3
Граничні довжини ходів км між вихідним пунктом та кутовою точкою	2/3 довжини окремого ходу □ визначається залежно від кількості сторін у ході		
вузловими точками	1/2 довжини окремого ходу визначається залежно від числа сторін у ході.		
Середня квадратична похибка вимірюваного кута (по нев'язках у ходах) □ с □ не більше	3	5	10
Кутова нев'язка в ходах або полігонах з не більше (n - число кутів в ході або полігоні)	$5 \cdot \sqrt{n}$	$10 \cdot \sqrt{n}$	$20 \cdot \sqrt{n}$
Гранична відносна похибка ходу	$\frac{1}{25000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{5000}$
Периметр полігону □ утвореного полігонометричними ходами у вільній мережі □ км □ не більше	30	15	9
Кількість прийомів при вимірі кутів способом кругових прийомів за триштативною системою теодолітами □ Т1 □ Т1А та рівноточними	4	2	1
3Т2КП та рівноточними	6	3	2
3Т5КП та рівноточними	-	-	3
Кількість прийомів при вимірюванні довжин ліній світлодіодами та (або) електронними тахеометрами	3	2	1
Розбіжності (коливання) між результатами спостережень напряду на			

Показники	4 клас	1 розряд	2 розряд
початковий предмет на початку і в кінці напівприйому не більше. ЗТ2КП та рівноточні □ с	8	8	8
ЗТ5КП і рівноточні мін.	-	-	0,2
Розбіжності (коливання) між значеннями напрямів в окремих прийомах (напівприйомах), наведених до загального нуля, не більше ЗТ2КП та рівноточні, з	8	8	8
ЗТ5КП та рівноточні, хв.	-	-	0,2
Похибка центрування інструменту над центром пункту, мм, трохи більше	2	2	2

Примітки

1. У полігонометричній мережі слід передбачати мінімальну кількість порядків, обмежуючись, як правило, полігонометрією 4 класу та 1 розряду.

2. При вимірюванні довжин ліній світломірами та (або) електронними тахеометрами граничні довжини сторін не встановлюються.

3. У ходах полігонометрії 1 розряду завдовжки до 1 км та 2 розряди завдовжки до 0,5 км допускається абсолютна лінійна нев'язка 10 см.

4. Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії за двома напрямками проводиться без замикання горизонту.

Вимоги до вимірювання напрямків настінні знаки у полігонометрії

Відстань до стінного знака, м	2	4	6	8	10	15	20	30
Коливання напрямків, наведених до загального нуля, в окремих прийомах,	150	70	50	40	30	20	15	10

Примітки

1. Напрямки на стінні знаки в полігонометрії 4 класу слід вимірювати трьома круговими прийомами, а полігонометрії 1 і 2 розрядів за програмою вимірювання основних кутів.

2. При відстанях до стінного знака більше 30 м розбіжності у окремих прийомах нічого не винні перевищувати значень розбіжностей (коливань), встановлених для спостереження напрямів у ходах полігонометрії.

Нівелювання

Показники	II клас	III клас	IV клас
Відстань між знаками (марками, реперами) у нівелірних ходах, км, не більше на забудованих територіях	2	0,3	0,3
на незабудованих територіях	3	2,0	2,0
Периметр полігонів чи довжини ходів між вихідними марками (реперами), км, трохи більше	40	15	-
Довжини ходів між вузловими точками, км, не більше	10	5	-
Довжина візирного променя, м, не більше	75	100	150
Нерівність відстаней від нівеліра до рейок на станції, м, трохи більше	1 (3)	2 (4)	5 (7)
Нагромадження величин нерівності відстаней у секції між сусідніми марками чи реперами, м, трохи більше	2 (5)	5 (7)	10 (12)
Висота візирного променя над поверхнею землі (її покриттям або перешкодою), м, не менше	0,5	0,3	0,2
Різниця перевищень, отримана на станції (за відліком основної та додаткової шкал рейок - II кл. та по чорних та червоних сторонах рейок - III та IV кл. нівелювання), мм, не більше	0,7	3	5
Гранична нев'язка у ходах (полігонах), мм, при середній кількості станцій на 1 км ходу: не більше 15	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$
понад 15	$6\sqrt{L}$	$2,6\sqrt{L}$	$5\sqrt{L}$

Позначення:

L – довжина ходу в км, n – число штативів у ході

Примітка

У дужках дано значення при використанні нівелірів з лінією візування, що самовстановлюється.

GISUT KNUCA 2023

ДОДАТОК Б

(обов'язкове)

Супутникові геодезичні засоби глобальної системи позиціонування, які застосовуються при інженерних дослідженнях для будівництва

Найменування приладу	Найменування фірми (країна-виробник)	Точність вимірів у статичному диференціальному режимі. Середні квадратичні похибки (m), мм			Основні характеристики приймачів, наявність програмного забезпечення			
		Прирощень координат, md	відстаней, ms	Перевищень, mh	Фаза L1 код C/A/P	Фаза L2 код P	Кількість паралельних каналів	Програмне забезпечення
Одночастотні приймачі								
SUPER C/A SENSOR	ASHTECH (США)	10+1ppm*	10+1ppm**	20+1ppm***	+/-	-	12	+
SENSOR II	ASHTECH (США)	10+1(2)ppm	10+1ppm	20+1ppm	+/-	-	12	+
GEOTRACER SYSTEM 2000 GEOTRACER 2100	GEOTRONICS AB (ШВЕЦІЯ)	5+2ppm	5+1(2)ppm	10+2(3)ppm	+/-	-	12	+
GEOTRACER SYSTEM 2000 GEOTRACER 2102	GEOTRONICS AB (ШВЕЦІЯ)	5+2ppm	5-1(2)ppm	10+2(3)ppm	+/-	-	12	+
GEOTRACER 2104	GEOTRONICS AB (ШВЕЦІЯ)	S+(1)ppm	5+(1)2ppm1	10+2(3)ppm	+/-	-	12	+
NR101	SERCEL (ФРАНЦІЯ)	5+2ppm	5+1ppm	5-30	+/-	-	10	+
NR103	SERCEL (ФРАНЦІЯ)	5+2ppm	5+1ppm	5-30	+/-	-	10	+
NR102	SERCEL (ФРАНЦІЯ)	5+2ppm	5+1ppm	5-30	+/-	-	10	+
4000 SE LAND SURVEYOR	TRIMBLE (США)	10+2ppm	10+2ppm	20+2ppm	+/-	-	9(12)	-
4000 SE LAND SURVEYOR II	TRIMBLE (США)	10+2ppm	10+2ppm	20+2ppm	+/-	-	9(12)	-
4000 SE SYSTEM SURVEYOR	TRIMBLE (США)	10+2ppm	10+2ppm	20+2ppm	+/-	-	9(12)	-
RS 12	KARL ZEISS (ГЕРМАНІЯ)	10+2ppm	10+2ppm	20+2ppm	+/+	-	12	+
WILD GPS- SYSTEM 200 на базі RS 261 с виносний антенною AT 201	LEICA AQ (ШВЕЦІЯ)	10+2ppm	10+2ppm	210	+/-	-	6	+

Двочастотні приймачі									
Z-12 Field Surveyor	ASHTECH (США)	5+1ppm	5	17+2ppm	+/+	+	12	+	
Z-12 Real Time Z	ASHTECH (США)	5+1ppm	5	17+2ppm	+/+	+	12	+	
GEOTRACER SYSTEM 2000 GEOTRACER 220	GEOTRONICS AB (ШВЕЦІЯ)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	12	+	
GPS TOTAL STATION	TRIMBLE (США)	5+1	5-1	10	+/+	+	9(12)	-	
LAND SURVEYOR	TRIMBLE (США)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	9	+	
4000 SSE GEODETIC SURVEYOR	TRIMBLE (США)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	9(12)	-	
4000 SSE GEODETIC SYSTEM SURVEYOR	TRIMBLE (США)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	9(12)	-	
4000 SSI GEODETIC SURVEYOR	TRIMBLE (США)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	9(12)	-	
4000 SSI GEODETIC SYSTEM SURVEYOR	TRIMBLE (США)	5+1ppm	5+1ppm	10+1ppm	+/+	+	9(12)	-	
WILD GRS-SYSTEM 200 на базі SR 299 (SR 299 E)	LEICA AQ (ШВЕЙЦАРІЯ)	5+1ppm	5+1ppm	10	+/+	+	9	+	
WILD GRS-SYSTEM 300 на базі SR 399 (SR 399 E)	LEICA AQ (ШВЕЙЦАРІЯ)	5+1ppm	5+1ppm	10	+/+	+	9	+	
Базові станції									
BNS-12	ASHTECH (США)	10+1ppm	10+1ppm	20+1ppm	+/-	-	12	+	
NDS 100	SERCEL (ФРАНЦІЯ)	10-30 см 1-5 (KART)	10-30 см 1-5 (KART)	1-10 см	+/-	-	10	+	
NDS 200	SERCEL (ФРАНЦІЯ)	5+2 ppm	5+2 ppm	10-20 см	+/-	-	10	+	
COMMUNITY BASE STATION	TRIMBLE (США)	-	-	-	+/-	-	12	+	

Призначення

- (10 + 1ppm) відповідає (10 мм + 10D-6) □
- Середня квадратична похибка визначення відстаней (10 мм + 10D-6) □
- Середня квадратична похибка визначення (20 мм + 10D-6) □
- D - відстань, що вимірюється.

Примітка

В даний час функціонують дві супутникові системи визначення координат - глобальна навігаційна система зв'язку (ГЛОНАСС) і глобальна система позиціонування (GPS). Для геодезичних цивільних вимірювань під час інженерних досліджень для будівництва використовується система GPS.

GISUT KNUCA 2023

ДОДАТОК В

(довідкове)

Цифровий нівелір Leica Sprinter 50



Технічні характеристики:

Точність вимірів: стандартна рейка 2,0

Час вимірів: 3 сек

Дальність вимірів: електронні виміри 2-100 м

Компенсатор Діапазон роботи $\pm 10'$

Тип: магнітний демпфер

Зорова труб збільшення: 24x

Поле зору 2°

Реєстрація даних

Дисплей LCD, 128x104 пікселів

Вбудована пам'ять: ні

Вимірювання в режимі Online з ПК: ні

Обмін даними: ні

Клавіатура Кнопка увімкнення, кнопка вимірювання

Акумулятор 4, елемента типу АА

Інші характеристики

Діапазон робочих температур від -10°C до +50°C

Вологозахист IP55

Розміри приладу (ДхШхВ мм) 219x196x178

Маса з батареєю 2,55

Виробник Leica Geosystems

Артикул виробника 762628

Гарантія 1 рік

Сертифікація Сертифіковано

Свідоцтво про перевірку у комплекті

GISUT КНУСА 2023

ДОДАТОК Г

(довідкове)

Електронний тахеометр Trimble M1



Технічні характеристики тахеометра:	
ВИМІР ВІДСТАН	
Без відбивного режиму (біла мета)	1,5 м - 400 м
Дальність із зазначеними призмами	Сприятливі умови (відсутність туману, видимість понад 40 км.) З плівкою, що відбиває 5 см x 5 см 1,5 м – 200 м З однією призмою 6,25 см 1,5 м – 3000 м
Точність (точний режим)	З призмою: $\pm(2+2 \text{ ppm} \times D)$ мм Без відбивного режиму: $\pm(3+3 \text{ ppm} \times D)$ мм
Час вимірів	По призмі: Точний режим: 1,8 с Нормальний режим: 0,8 с Без відбивного режиму: Точний режим: 1,8 с Нормальний режим: 1,0 с Найменший відлік: Точний режим: 1 мм Нормальний режим: 10 мм
ВИМІР КУТІВ	

Точність DIN 17123-3	2"/0,6 мгон 5"/1,5 мгон
(ГК та ВК)	Фотоелектричний інкрементальний датчик
Система зчитування	88 мм
Діаметр кола	2" - діаметральне; 5" - одностороннє
Зчитування за ГК/ВК	1"/5"/10" 0,005/0,02/0,05 міл
ГЛЯДНА ТРУБА	
Довжина зорової труби	125 мм
Зображення	Пряме
Збільшення	30-х (18х/36х з додатковими окулярами) Ефективний діаметр об'єктива: 45 мм Діаметр далекоміра: 45 мм
Роздільна здатність	3"
Мінімальна відстань фокусування	1,5 м
Лазерний покажчик	Співвісне, видиме червоне світло
КОМПЕНСАТОР НАКЛОНУ	
Тип	Одноосьовий
Метод	Рідинно-електричний датчик
Діапазон компенсації	±3'
ПЕРЕДАЧА ДАНИХ	
Порти передачі даних	1 х послід. (RS-232C)
Бездротовий зв'язок	Вбудований модуль Bluetooth
ЖИВЛЕННЯ	
Внутрішня Li-ion акумуляторна батарея (x2)	Вихідна напруга: 3,8 В пост. струм
Час роботи	приблизно 11 годин (вимір відстаней/кутів кожні 30 секунд)
Час зарядки	приблизно 22 години (безперервний вимір кутів)
ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Рівень	Чутливість круглого рівня: 10'/2 мм
Екран	Чутливість циліндричного рівня: 30'/2 мм
Оптичний центрир	РК-дисплей TFT, з підсвічуванням (128x64 пікселів)
Пам'ять для вимірів	2" - двосторонній, 5" - односторонній
Розміри (Ш x Д x В)	пряме зображення, фокусування від 0,5 м., збільшення 3х
Вага	10,000 пікселів
Умови експлуатації	168 мм x 173 мм x 355 мм
Захист від пилу та вологи	IP 54