МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ
Кафедра геодезії

В. Г. Тельнов, Г.В. Бруй, А.П. Гойчук

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА (ГЕОДЕЗИЧНА)

Методичні рекомендації
для здобувачів ступеня бакалавра
зі спеціальності 184 Гірництво

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Навчальна практика (геодезична) [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра зі спеціальності 184 Гірництво / уклад.: В.Г. Тельнов, Г.В. Бруй, А.П. Гойчук / М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 92 с.

Укладачі:
В.Г. Тельнов;
Г.В. Бруй, канд. техн. наук, доц.;
А.П. Гойчук.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 184 Гірництво (протокол № 10 від 02.10.2024) за поданням кафедри геодезії (протокол № 1 від 30.08.2024).

Методичні рекомендації призначені для надання допомоги здобувачам освітнього ступеня бакалавра спеціальності 184 Гірництво під час проходження навчальної практики (геодезичної) та написання звіту. Розглянуто основні види робіт, що виконуються впродовж проходження практики. Наведено вимоги, що пред'являються до розрахункових і графічних матеріалів під час оформлення звіту з навчальної практики.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри геодезії О.Є. Янкін, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 5
1. Загальні відомості про практику.....…… ……6
1.1. Мета й завдання навчальної геодезичної практики ……6
1.2. Організація практики ……..6
1.3. Зміст навчальної практики з геодезії ……7
1.4. Забезпеченість геодезичними приладами та правила роботи з ними ……8
1.5. Питання для самоконтролю ……10
2. Перевіряння та юстування геодезичних приладів…..…….……10
2.1. Загальні відомості ……10
2.2. Перевірення та юстування теодоліта……10
2.3. Перевірення та юстування нівеліра ……..…..…15
2.4. Компарування мірних стрічок і рулеток ……..…..18
2.5. Питання для самоконтролю ……18
3. Геодезичні вимірювання під час топографічних знімань та інженерно-геодезичних робіт ….....……19
3.1. Загальні відомості ……19
3.2. Вимірювання довжини ліній на місцевості ……20
3.2.1. Вимірювання довжини ліній землемірною стрічкою ……20
3.2.2. Вимірювання довжини ліній нитяним далекоміром ……22
3.3. Вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів …..……24
3.3.1. Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів……24
3.3.2. Вимірювання кутів нахилу ліній на місцевості (вертикальних кутів) …26
3.4. Вимірювання перевищень між точками на місцевості ……26
3.4.1. Вимірювання перевищень методом геометричного нівелювання ……26
3.4.2. Вимірювання перевищень методом тригонометричного нівелювання……28
3.5. Питання для самоконтролю ……29
4. Геодезичні зйомки ….....……30
4.1. Загальні положення……30
4.2. Знімальна основа……30
4.2.1. Розвиток планової знімальної мережі шляхом прокладання теодолітних ходів……30
4.2.2. Обчислення координат точок теодолітних ходів ……35
4.2.3. Визначення висоти точок знімальної мережі за допомогою геометричного нівелювання ……42
4.3. Побудова координатної сітки ……46
4.3.1. Нанесення на план пунктів теодолітно-нівелірного ходу за їхніми координатами……48
5. Тахеометричне знімання місцевості ……49
5.1. Суть тахеометричного знімання ……49
5.2. Знімальна основа для тахеометричного знімання ……50

5.3. Послідовність роботи на станції ……51
5.4. Камеральна обробка результатів тахеометричної зйомки ……52
5.5. Складання топографічного плану ……55
5.6. Питання для самоконтролю за розділами 4, 5 ……58
6 . Розв'язування інженерно-геодезичних задач ……59
6.1. Геодезична підготовка даних для перенесення проєкту об'єкта в натуру на місцевості……59
6.2. Винесення проєкту свердловини на місцевість ……59
6.2.1. Проєктування свердловини на топографічній основі ……59
6.2.2. Геодезична прив’язка проєкту свердловини до місцевості……60
6.2.3. Побудова розмічувального креслення ……62
6.2.4. Винесення об'єктів запроєктованої свердловини на місцевість ……62
6.3. Питання для самоконтролю ……63
7. Оформлення звіту з практики ……64
8. Методи контролю……65
8.1. Розподіл балів, які отримують студенти ……65
8.2. Шкали ……65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ……66
ДОДАТОК 1 ……67
ДОДАТОК 2 ……68
ДОДАТОК 3 ……82
ДОДАТОК 4 ……90
ДОДАТОК 5 ……91

ВСТУП

Навчальна практика (геодезична) є обов′язковою в програмі підготовки фахівців за спеціальністю 184 Гірництво, яка проводиться після закінчення першого курсу і є завершальним етапом у вивченні курсу геодезії та має на меті закріпити та поглибити теоретичні знання, отримані на заняттях з дисципліни «Геодезія».

У практичній діяльності гірничим інженерам всіх спеціальностей доводиться вирішувати найрізноманітніші завдання на топографічних планах та картах, на планах гірничих робіт та іншої графічної документації, що отримується за результатами геодезичних робіт. Відомо, що найбільш грамотно вирішують завдання на вказаних графічних зображеннях фахівці, знайомі зі способами їхньої побудови.

Мета даних методичних рекомендацій полягає в тому, щоб допомогти здобувачам при виконанні завдань навчальної практики (геодезичної).

Проходження практики здійснюється групами студентів, які об′єднуються в бригади по 5 – 6 осіб в кожній. Кожен студент повинен повністю виконати програму практики.

Перед початком навчальної практики студенти знайомляться з усім комплексом майбутніх геодезичних робіт. Перед їх виконанням студенти повинні знати правила з техніки безпеки, вивчити прилади, з’ясувати методику виконання завдання, а також вимоги, що висуваються до якості оформлення розрахункових і графічних матеріалів.

Кожен вид роботи виконується в певній чіткій послідовності, яка передбачена програмою проведення практики, що в свою чергу забезпечує збереження логічного зв’язку між роботами, які виконуються, та покращує засвоєння основ виконання геодезичних робіт. Роботи виконуються всіма членами бригади.

У даних методичних рекомендаціях викладається послідовність виконання завдань практики з поясненням усіх етапів робіт, з розрахунками та оформленням, що допоможе студентам у вирішенні тих чи інших завдань та забезпечить ефективність самостійної роботи студентів під час проходження навчальної геодезичної практики.

Після виконання завдань практики студенти здають звіт, підготовкою якого повинні займатися всі члени бригади. Кожному студенту бригади призначається самостійний пункт завдання або розділ для написання. Залік з практики кожен студент здає індивідуально.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРАКТИКУ

1.1. Мета й завдання навчальної геодезичної практики

Навчальна геодезична практика є завершальним етапом вивчення курсу геодезії. Її мета – закріплення та поглиблення теоретичних знань і навиків виконання польових вимірювань і методики камеральної обробки результатів, завдяки яким студенти можуть самостійно виконувати весь комплекс топографічних, знімальних і інженерно-геодезичних робіт на гірничих підприємствах.

У практичній діяльності спеціалістам гірничих професій доведеться виконувати найрізноманітніші завдання з використанням топографічних планів і планів гірничих робіт, а також графічної документації, складеної за результатами геодезичних і маркшейдерських досліджень. Відомо, що найбільш грамотне роблять розрахунки на базі графічних зображень спеціалісти, добре обізнані в способах їх побудови та розуміння умовних позначень. Отже, ***завдання навчальної геодезичної практики*** полягає в тому, аби кожен студент навчився працювати з геодезичними приладами, самостійно виконувати топографічне знімання ділянки місцевості, з урахуванням чого складати її план та виконувати інженерно-геодезичні завдання на планах та безпосередньо на місцевості.

Перед початком практики студенти мають ознайомитись із змістом завдання, де й перелічено призначені для виконання види робіт. При цьому вони повинні вивчити правила техніки безпеки, зробити перевіряння приладів, осмислити методику виконання завдань і вимоги до правильного оформлення розрахункових і графічних матеріалів.

1.2. Організація практики

Місцем проходження практики визначено навчально-геодезичний полігон університету. Термін проведення практики визначається графіком навчального процесу відповідно до освітньо-професійних програм спеціальності 184 Гірництво за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти та затвердженого навчального плану, а саме: четверта чверть першого року навчання.

Організацію та загальне керівництво практикою на навчальному геодезичному полігоні здійснює завідувач кафедри геодезії. Навчально-методичне керівництво практикою в академічних групах покладено на викладачів кафедри (керівників практики).

На час практики студенти забезпечуються житлом, навчально-допоміжним приладдям і геодезичними приладами.

Студенти, які прибули до місця проходження практики пізніше встановленого графіком терміну, а також, ті, що порушили трудову дисципліну або встановлені на геодезичному полігоні норми поведінки, усуваються від виконання робіт. Навчально-виробничою одиницею на практиці виступає

бригада із 5 – 6 студентів, склад якої не змінюється протягом усього терміну роботи. Бригаду очолює бригадир, обраний членами бригади і затверджений керівником практики, який має виконувати такі функції:

– підтримання належного рівня трудової дисципліни, контроль поведінки та екіпірування членів бригади;

– розподіл перед виходом на польові роботи приладів серед членів бригади та контроль за їх поверненням на місце зберігання;

– організація після закінчення окремих видів робіт або всієї практики підготовки приладів до передання на зберігання;

– розподіл обов'язків у бригаді;

– ведення щоденника практики;

– контроль дотримання встановлених термінів виконання завдань;

– забезпечення акуратного ведення польових журналів, побудови абрисів та складання іншої технічної документації всіма членами бригади.

У період практики кожен студент зобов'язаний виконувати такі правила:

– дотримуватися встановленого на полігоні розпорядку дня;

– не допускати потрави городів на присадибних ділянках місцевих жителів, ушкодження лісонасаджень і т. д.;

– виконувати вказівки керівника практики та бригадира стосовно всіх питань практики, встановлених норм поведінки і трудової дисципліни.

– під час практики кожен студент зобов'язаний самостійно виконати всі види робіт, передбачені завданням.

Усі студенти зобов’язані бути на місці роботи у визначений час. Бригадир щодня відзначає в щоденнику відсутніх, тих, хто спізнився, і тих, що пішли з роботи раніше встановленого часу. Викладач щодня переглядає щоденник, перевіряє записи бригадира, дає необхідні роз’яснення і вказівки по ходу роботи.

Тривалість практики – 2 робочих тижні. На завершення роботи кожна бригада складає звіт, додаючи до нього всі необхідні матеріали. До заліку з практики допускається бригада, що представила оформлений звіт з навчальної геодезичної практики. Оцінку з практики ставить керівник практики на підставі індивідуального опитування.

1.3. Зміст навчальної практики з геодезії

Зміст навчальної практики з геодезії визначається загальною концепцією підготовки студентів спеціальності 184 Гірництво і включає практичну діяльність, формування необхідних професійних компетенцій.

Завдання навчальної практики (геодезичної), терміни виконання та обсяг складових наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Завдання навчальної практики (геодезичної), терміни виконання та обсяг складових

Види та тематика навчальних занять	**Обсяг складових,** години
1.1. Підготовчі роботи Розв'язування організаційних питань: формування бригад, організація робочого місця, інструктаж з техніки безпеки при виконанні геодезичних робіт, отримання приладів, інструментів і матеріалів. Видача завдання-(4 години). Перевірення та юстування теодоліта та нівеліра - (4 години). Компарування мірних стрічок і рулеток - (2 години). Тренування вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів та перевищень - (4 години). Підготовка звітних матеріалів -. (2 години).	16
1.2. Геодезичні зйомки Рекогностування, визначення місць та закріплення пунктів теодолітного ходу, оформлення карток прив'язок – (2 години). Складання схеми теодолітного ходу (2 години). Геодезичні вимірювання- (12 годин); Математичне опрацювання результатів геодезичних вимірювань з контролем- (4 години). Побудова координатної сітки для плану місцевості масштабу 1: 1000 – (2 години). Нанесення на план пунктів теодолітно-нівелірного ходу за їхніми координатами – (2 години). Підготовка звітних матеріалів - (4 години).	28
1.3. Тахеометричного знімання місцевості Інструментальні вимірювання– (8 годин); Математичне опрацювання результатів геодезичних вимірювань з контролем- (4 години). Складання топографічного плану ділянки місцевості – (4 години). Оформлення плану - (2 години). Підготовка звітних матеріалів- (6 годин).	24
2. Розв'язування інженерно-геодезичної задачі. Запроєктувати центр свердловини на плані теодолітної зйомки та визначити її координати-(2 години). Геодезична прив'язка проєкту свердловини до місцевості – (3 години). Побудова розмічувального креслення – (2 години). Винесення об'єктів запроєктованої свердловини на місцевість - (3 години). Підготовка матеріалів для звіту - (4години).	14
4. Комплектування і оформлення звіту з практики. Оформлення звіту. Прийом матеріалів практики, оцінка роботи студента, ґрунтуючись на критерії оцінки. Залік.	8
Всього	**90**

1.4. Забезпеченість геодезичними приладами та правила їхньої експлуатації роботи з ними

На період практики кожна бригада забезпечується необхідними приладами та приладдям до них, за які несе матеріальну відповідальність увесь колектив. Зберігаються прилади за місцем проживання бригади (у приміщенні).

Оглядаючи геодезичні прилади в момент їх отримання, необхідно особливу увагу звернути на такі ознаки кожного:

– справність закріпних, навідних, підіймальних, виправних і станових гвинтів, а також головок і ніжок штативів, рівнів;

– справність нівелірних рейок, рулеток і мірних стрічок;

– плавність обертання кремальєри та ходу рухомих частин приладу, підіймальних, закріпних і навідних гвинтів.

Якщо в приладі порушена плавність ходу будь-якої рухомої частини чи відбувається його "заїдання", не слід докладати фізичного зусилля для відновлення ходу. Аби ліквідувати несправність, треба звернутися до керівника практики.

З приладами необхідно працювати дбайливо й акуратно, адже найменша недбалість може призвести до пошкодження кожного з них або зробити його непридатним для роботи.

Для виконання польових робіт необхідно суворо дотримуватися правил роботи з приладами.

1. Не можна прикладати зусилля, якщо прилад важко виймається з ящика або металевого футляра (необхідно виявити й усунути причину цього).

2. Теодоліт треба брати за підставку.

3. Оберігати прилади від дощу, бруду, пилу та ударів.

4. Не слід докладати великих зусиль, обертаючи будь-яку частину приладу (необхідно попередньо переконатися в тому, що всі закріпні гвинти відкручені).

5. У процесі вимірювань теодоліти й нівеліри дозволено переносити пригвинченими до штатива, тримаючи їх на плечі у вертикальному положенні; обертові частини приладу при цьому мають бути закріплені.

6. Для укладання приладу в ящик слід вивчити розташування кожної частини у відповідній виїмці і способи їх закріплення, від'єднати всі закріпні гвинти, після чого встановити прилад у ящик. Розміщуючи теодоліт у металевий футляр, треба попередньо сумістити відповідні червоні мітки (точки), позначені на приладі та на футлярі.

7. Дверцята ящика або металевий футляр необхідно закріпити після того, як перевірено правильність розміщення в них приладу та його окремих частин.

8. Бусоль слід оберігати від струсу, щоб уникнути пошкодження скла коробки та розмагнічування стрілки.

9. Переносити землемірну стрічку під час роботи потрібно в натягнутому положенні; не можна допускати утворення петель на стрічці (рулетці), залишати її на проїжджій частині дороги, щоб уникнути пошкодження колесами машин. Після роботи стрічку (рулетку) належить протерти від бруду та вологи.

10. Щоб уникнути пошкоджень рейок та віх, не можна кидати їх на землю або користуватися ними для переміщення приладів. Рейки необхідно переносити в складеному вигляді й у такому положенні, аби не стиралася фарба поділок і цифр.

У разі пошкодження приладу або його втрати бригада зобов'язана повідомити про це свого керівника та скласти про це акт, у якому описати

причину та обставини, через які відбулось пошкодження приладу або втрата приладдя. Акт здається матеріально відповідальній особі кафедри геодезії, остання – передає його в бухгалтерію університету для визначення суми стягнення з винуватців вартості ремонту приладу або вартості втраченого приладдя.

Після завершення польових робіт прилади й приладдя повинні мати належний вигляд, тобто бути очищені від бруду, пилу, вологи і змащені. Співробітник кафедри, що видав інструмент, приймає інструмент, попередньо оглянувши його, та здає на склад університету.

1.5. Питання для самоконтролю

1. У чому полягає мета навчальної геодезичної практики?
2. Які обов'язки покладено на бригадира практики?
3. Які правила повинен виконувати студент на геодезичному полігоні?
4. Які прилади необхідно використовувати під час навчальної геодезичної практики?
5. Які правила роботи з приладами необхідно виконувати на практиці?
6. Які завдання повинен виконати самостійно кожний студент ?
7. Які дії членів бригади передбачено в разі пошкодження приладу або втрати приладдя?

2. ПЕРЕВІРЯННЯ ТА ЮСТУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

2.1. Загальні відомості

Перед виконанням вимірювань усі геодезичні прилади підлягають перевірянню, а за необхідності, юстуванню (виправленню). ***Перевірянням називають*** дії, в результаті яких, встановлюється взаємне розташування геометричних осей приладу та виконання інших умов, передбачених його будовою.

Зазвичай виконують перевіряння теодоліта, нівеліра, рейки, землемірних стрічок, рулеток. Кожна бригада перед початком роботи на місцевості здійснює перевіряння приладів. Юстування приладів студенти виконують у присутності керівника практики від кафедри геодезії.

2.2. Перевіряння та юстування теодоліта

Взаємне розміщення частин теодоліта має відповідати певним геометричним умовам, які випливають з принципу вимірювання горизонтального кута. Наявність цих умов встановлюють, здійснюючі повірки приладу. Якщо виявиться, що та чи інша геометрична умова не виконується, то прилад юстують. Аби провести перевіряння, теодоліт закріплюють становим

гвинтом до головки (майданчика) розміщеного на землі штатива. Теодоліт має відповідати описаним нижче геометричним умовам.

1. Вісь циліндричного рівня UU алідади горизонтального круга повинна бути перпендикулярною до осі обертання ZZ теодоліта (рисунок 2.1).

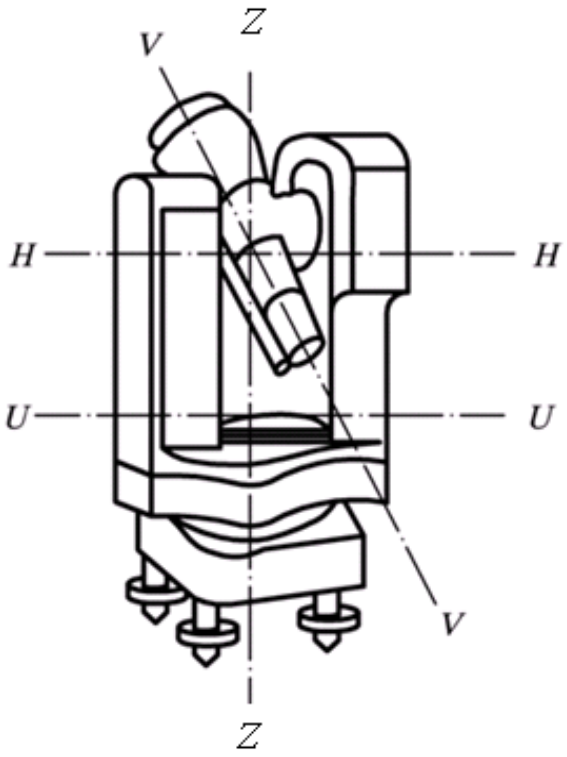


Рисунок 2.1 – Основні осі обертання теодоліта 2Т30М

Порядок перевіряння. Встановлюють вісь рівня паралельно до лінії, що з'єднує будь-які два підіймальні гвинти, далі обертаючи їх у протилежні боки, переміщають бульбашку рівня на середину шкали ампули (у нуль-пункт);

Повертають алідаду на 180°. Якщо бульбашка залишилася на середині або відхилилася не більше ніж на одну поділку шкали рівня, то умова виконується, якщо ні – здійснюють юстування.

Порядок юстування. За допомогою вертикальних виправних гвинтів рівня перемішують бульбашку в напрямку до середини шкали на половину дуги відхилення. Підіймальними гвинтами, за напрямком яких розташований рівень, виводять бульбашку на середину. Для контролю знову повертають верхню частину теодоліта на 180°. Описані дії повторюють до виконання умови.

2. Візирна вісь зорової труби VV має бути перпендикулярною горизонтальній осі обертання труби HH (рисунок – 2.1). Якщо цю умову не виконано, то візирна вісь і вісь обертання труби *HH* утворюють деякий кут *C*, який називають колімаційною похибкою.

Порядок перевіряння. Підіймальними гвинтами встановлюють вісь обертання теодоліта прямовисно, закріплюють лімб і для розташування вертикального круга відносно зорової труби праворуч (*КП*) наводять

перехрестя сітки ниток зорової труби на віддалену точку. Беруть відлік *КП* на шкалі горизонтального круга. Потім переводять трубу через зеніт для розміщення вертикального круга відносно зорової труби ліворуч (*КЛ*), візують на ту саму точку і беруть відлік *КЛ*. Колімаційну похибку *С* обчислюють за такою формулою:

$$C = \frac{КП - КЛ}{2}.$$

Якщо кут *С* не перевищує подвійної точності теодоліта (для приладу марки 2Т5К становить 0,2′; для марок Т3О, 2Т30М, 2Т30П дорівнює 1′), тоді умова виконана. В іншому випадку здійснюють юстування.

Приклад 1. Перевіряння теодоліта 2Т30М.

Результати вимірювань:

КП = 256°44,6′, *КЛ* = 76°47,8′.

$$C = \frac{КП - КЛ - 180^\circ}{2} = \frac{256^\circ 44,6' - 76^\circ 47,8' - 180^\circ}{2} = -\,0^\circ 01,6'.$$

Отже, теодоліт потребує юстування.

Порядок юстування. Обчислюють правильний відлік на шкалі круга за такими формулами:

$$КЛ' = КЛ + C,$$
$$КП' = КП - C.$$

У прикладі 1:

$$КП' = 256°44,6' - (-00°01,6') = 256°46,2';$$

$$КЛ' = 76°47.8' + (-00°01,6') = 76°46,2'.$$

Юстування виконують за будь-якого положення вертикального круга відносно зорової труби. Навідним гвинтом алідади встановлюють правильний відлік на шкалі горизонтального круга. При цьому вертикальна нитка сітки зміститься від точки візування. Необхідно знову навести вертикальну нитку сітки на цю саму точку за допомогою виправних гвинтів сітки. Для цього відгвинчують ковпачок на зорової трубі, що закриває виправні гвинти, послаблюють вертикальні гвинти і, обертаючи горизонтально виправні гвинти, наводять центр сітки ниток на вибрану точку. Для контролю перевіряння повторюють.

3. Горизонтальна вісь обертання труби НН повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта ZZ.

Порядок перевіряння. Теодоліт розміщують на відстані приблизно 20 м від стіни будівлі. Центр сітки ниток зорової труби наводять при крузі праворуч та ліворуч на високо розташовану точку *В* на стіні (рисунок 2.2).

Далі трубу опускають вниз у горизонтальне положення і фіксують проєкцію центра сітки ниток на стіні. Якщо при двох положеннях круга проєкції точки *B* збігались у точці *b*, то *Bb* – прямовисна лінія і, відповідно, колімаційна площина прямовисна.

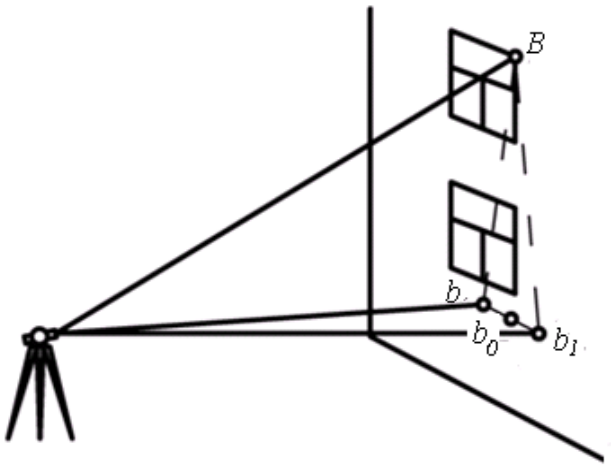


Рисунок 2.2 – Схема перевіряння перпендикулярності осі обертання труби та вертикальності осі обертання теодоліта

Якщо ця умова не виконується, то проєкція при одному крузі буде в точці *b*, а при другому – в точці b_1. Середнє положення проєкції b_0 буде правильним. Поділивши відрізок bb_1 на дві рівні частини, знаходять точку b_0. Наводять центр сітки ниток на цю точку і повертають трубу об'єктивом вгору до рівня точки *B* . При цьому центр сітки ниток збігається з точкою *B*. Отже, якщо вісь обертання труби горизонтальна, або відстань між проєкціями *b* і b_1 не перевищує ширину бісектора сітки ниток, то нахил осі обертання труби становить 30". Допускається експлуатація теодоліта, якщо нахил осі не перевищує $1'$.

Порядок юстування. Недоліки теодоліта виправляють в оптичних майстернях.

4. *Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби має бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта ZZ.*

Порядок перевіряння. *Перший спосіб.* Приводять вісь обертання теодоліта в прямовисне положення, а середню горизонтальну нитку сітки наводять на добре видиму точку місцевості. За допомогою навідного гвинта алідади горизонтального круга повертають теодоліт навколо вертикальної осі. Нитка при цьому не повинна зміщуватися від обраної точки. Якщо її зображення зміститься від нитки сітки більш ніж на подвійну її товщину, тоді роблять виправлення сітки.

Другий спосіб. На відстані 5 – 10 м від теодоліта підвішують висок і наводять вертикальну нитку сітки ниток на нитку виска. Якщо вертикальна нитка і нитка виска не збігаються, роблять виправлення

Порядок юстування. Знімають ковпачок, який прикриває виправні гвинти труби, послаблюють три закріпних гвинти окуляра та повертають його разом із

сіткою, поки поставлену умову не буде виконано, після чого знову закріплюють окуляр.

5. *Місце нуля (М0) – це відлік на вертикальному крузі теодоліта для досягнення горизонтального положення візирної осі підзорної труби.*

Порядок перевіряння. Встановлюють вертикальну вісь обертання теодоліта в прямовисне положення, обертаючи підіймальні гвинти, переміщують бульбашку рівня на горизонтальному крузі в нуль-пункт. Для вертикального круга, розташованого ліворуч, наводять перехрестя сітки ниток підзорної труби на віддалену точку місцевості, що розташована вище горизонту. При цьому стежать, аби бульбашка рівня на горизонтальному крузі, наведена на точку, була посередині. Беруть відлік на вертикальному крузі КЛ. Переводять трубу через зеніт і на вертикальному крузі КП в той самий спосіб та з дотриманням описаних вище вимог беруть відлік КП.

Місце нуля М0 і кут нахилу ν обчислюють за формулами (2.1) і (2.2).

Для теодолітів марок ТЗО, 2Т30М

$$\left.\begin{aligned} \text{М0} &= \frac{\text{КЛ} + \text{КП} + 180^\circ}{2}, \\ \nu &= \text{КЛ} - \text{КП} - 180^\circ, \\ \nu &= \text{КЛ} - \text{М0} = \text{М0} - \text{КП} - 180^\circ. \end{aligned}\right\} \qquad (2.1)$$

При обчисленні параметрів М0 і ν за наведеними вище формулами до відліків, менших 90°, додають 360°.

Для теодолітів марок 2Т30, 2Т30П, 2Т5К

$$\left.\begin{aligned} \text{М0} &= \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2}, \\ \nu &= \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2}, \\ \nu &= \text{КЛ} - \text{М0} = \text{М0} - \text{КП}. \end{aligned}\right\} \qquad (2.2)$$

Якщо отримане значення М0 перевищує подвійну точність теодоліта (наприклад, у приладах таких марок: 2Т5К – 0,2′; ТЗО, 2Т30, 2Т30М і 2Т30П – 1′), тоді роблять виправлення.

Приклад 1. Виконати перевіряння теодоліта 2Т30М.

Маємо такі відліки:

КЛ = 5°44,3′, КП = 174° 13,5′.

$$\text{М0} = \frac{(5^\circ 44{,}3' + 360^\circ) + (174^\circ 13{,}5' + 180^\circ)}{2} = \frac{719^\circ 58{,}8'}{2} = 359^\circ 58{,}0;$$

$$\nu = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2} = \frac{(5°44{,}3' + 360°) - 174°13{,}5' - 180°}{2} = 5°45{,}4';$$

$$\nu = \text{КЛ} - \text{М0} = (5°44{,}3' + 360°) - 359°58{,}9' = 5°45{,}4';$$

$$\nu = \text{М0} - \text{КП} = 359°58{,}9' - 174°13{,}5' - 180° = 5°45{,}4'.$$

Приклад 2. Виконати перевіряння теодоліта 2Т30П.

Отримуємо такі відліки: КЛ = +4°36,4′, КП = – 4°32,2′;

$$\text{М0} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2} = \frac{4°36{,}4' + (-4°32{,}2')}{2} = 0°02{,}1';$$

$$\nu = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2} = \frac{4°36{,}4' - (-4°32{,}2')}{2} = 4°34{,}3';$$

$$\nu = \text{КЛ} - \text{М0} = 4°36{,}4' - 0°02{,}1' = 4°34{,}3';$$

$$\nu = \text{М0} - \text{КП} = 0°02{,}1' - (-4°32{,}2')° = 4°34{,}3'.$$

Величина обчисленого МО перевищує подвійну точність теодоліта, тому необхідно виконати юстування.

Порядок юстування. Виправлення місця нуля МО виконують шляхом переміщення сітки ниток за вертикальною оправою. Виправлення зручно проводити, коли вертикальний круг теодоліта перебуває ліворуч (КЛ). Візирну вісь труби наводять на точку спостереження, за якою визначали місце нуля. Навідним гвинтом труби встановлюють на вертикальному крузі відлік з нульовим кутом (у *прикладі* 1 – це 5°44,4′, у *прикладі* 2 – 4°34,3′). Тоді центр сітки ниток відхилиться від позначеної точки на місцевості. За допомогою вертикальних виправних гвинтів сітки ниток переміщають її центр у цю точку. Після виправлення повторно визначають місце нуля.

2.3. Перевіряння нівелірів

Під час навчальної практики студенти користуються нівелірами Н3 або НВ-1. Перед початком робіт нівелірами перевіряють виконання описаних нижче умов.

1. *Вісь циліндричного рівня QQ повинна бути паралельною до вертикальної осі обертання нівеліра ZZ* (рисунок 2.3).

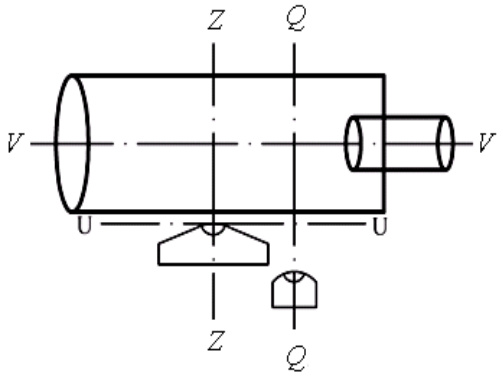


Рисунок 2.3 – Основні осі нівеліра

Порядок перевіряння умови. Підіймальними гвинтами виводять бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт. Повертають трубу нівеліра на 180° і, якщо бульбашка зійшла з центра, тоді положення осі рівня виправляють.

Порядок юстування. За допомогою виправних гвинтів рівень переміщують на половину дуги відхилення, а підіймальними гвинтами виводять його в нуль-пункт. Після цього нівелір знову повертають на 180° і, якщо він знову зійде з нуль-пункту, то виправлення повторюють до тих пір, поки внаслідок повороту нівеліра бульбашка рівня не займе положення в нуль-пункті.

2. *Горизонтальна нитка сітки має бути перпендикулярною вертикальній осі обертання нівеліра ZZ.*

Порядок перевіряння умови. На відстані 5 – 10 м від нівеліра встановлюють рейку і беруть відлік на двох кінцях горизонтальної нитки (рисунок 2.4). Якщо результати у двох місцях відліку будуть однаковими, то умову виконано, а якщо різниця між ними перевищуватиме 1 мм, тоді роблять юстування.

Порядок юстування. Виправлення виконують поворотом пластинки з сіткою ниток до моменту досягнення однакових відліків на обох кінцях горизонтальної нитки. Для цього знімають кришку сітки ниток, ослабляють її гвинти й повертають, аби виконати задану умову. З метою контролю процедуру повторюють.

3. *Візирна вісь зорової труби нівеліра VV має бути паралельною осі циліндричного рівня UU (головна умова)*.

Порядок перевіряння. Для визначення відповідності нівеліра головній умові виконують шляхом подвійного вимірювання. З цією метою позначають на місцевості кілками лінію *AB* довжиною 50 – 70 м (рисунок 2.4). В точках *A* і *B* установлюють рейки. Нівелір розташовують за передньою рейкою (точка *A*) на найменшій відстані візування (3-5 м). Знаходять на рейках позначки a_1 і $в_1$, потім нівелір розташовують за задньою рейкою (точка *B*) також на найменшій відстані візування і знаходять позначки a_2 і $в_2$.

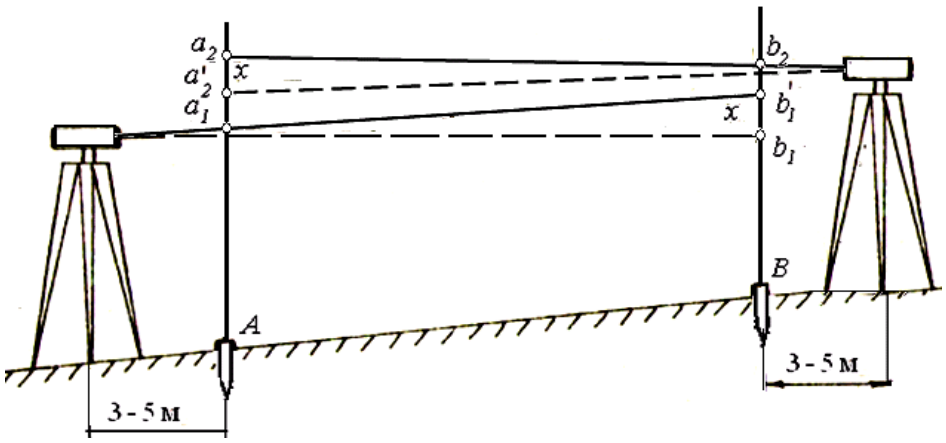


Рисунок 2.4 – Схема перевіряння головної умови нівелірів

Якщо візирна вісь зорової труби не горизонтальна, то позначки $в_1$ і a_2 на задній рейці матимуть деяку похибку x. На передній рейці можна вважати, що позначки a_1 і $в_2$ через їхню близькість до нівеліра не мають похибки.

Похибку x обчислюють за такою формулою:

$$x = \frac{в_1 + a_2}{2} = \frac{a_1 + в_2}{2}.$$

Якщо $|x| \leq 4$ мм, то нівелір відповідає головній умові. Коли $|x| \geq 4$ мм, то виконують юстування. Для цього обчислюють правильний відлік на задній рейці таким чином:

$$a'_2 = a_2 - x$$

Приклад. Маємо такі значення відліків на рейках:

a_1 =1546, a_2 = 1784 мм; $в_1$ = 1428, $в_2$ = 1632 мм.

За цих умов

$$x = \frac{в_1 + a_2}{2} = \frac{a_1 + в_2}{2} = \frac{1428+1546}{2} = \frac{1546+1632}{2} = 17 \text{ мм},$$

$$a'_2 = 1784 - 17 = 1767 \text{ мм}.$$

Порядок юстування. У нівелірів, оснащених рівнем при підзорній трубі та елеваційним гвинтом, для встановлення відповідності головній умові, наводять горизонтальну нитку сітки на виправлений відлік a'_2 на рейці. Унаслідок цього зображення кінців бульбашки циліндричного рівня розійдуться, після чого їх суміщають за допомогою виправних гвинтів.

Для юстування нівелірів з компенсаторами переміщують бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт, після чого, повертаючи вертикальні виправні гвинти сітки, наводять горизонтальну нитку на виправлений відлік. В обох випадках для контролю описані дії повторюють.

2.4. Компарування мірних стрічок і рулеток

Перед роботою мірні стрічки та рулетки компарують, тобто визначають їхню довжину шляхом порівняння з еталоном, довжина якого відома з високою точністю.

На навчальному полігоні стрічки й рулетки компарують за допомогою польового компаратора. На кінцях його встановлено металеві маркери врівень із землею. Точну довжину компаратора визначено шляхом багаторазового високоточного вимірювання.

Кожна бригада вимірює довжину компаратора не менше чотирьох разів в прямому і зворотному напрямку. *Поправку* Δl_k *для внесення в довжину мірної стрічки* (*рулетки*) *внаслідок компарування* обчислюють за такою формулою:

$$\Delta l_k = \frac{D_e - D'_e}{n}, \qquad (2.3)$$

де D_e – еталонна довжина компаратора, відома з великою точністю;

D'_e – фактична довжина компаратора, виміряна компарованою стрічкою (рулеткою);

n – кількість укладань мірної стрічки (рулетки) по довжині компаратора

$$n = \frac{D'_e}{l_0},$$

де l_0 – номінальна довжина стрічки (рулетки).

Поправку Δl_k враховують, вимірюючи лінії на місцевості. Поправку внаслідок *компарування для внесення у виміряну довжину лінії на місцевості* ΔD_k обчислюють таким чином:

$$\Delta D_k = \Delta l_k n. \qquad (2.4)$$

Приклад: Маємо такі результати вимірів ліній на місцевості:

D_e = 120,049 м; D'_e = 120,016 м; l_0 = 20 м, n = 120,016/20 = 6.

За цих умов обчислюємо необхідну поправку, а саме:

$$\Delta l_k = (120{,}049 - 120{,}016)/6 = 0{,}0055 \text{ м}.$$

2.5. Питання для самоконтролю

1. Які роботи необхідно виконати з приладами перед виконанням геодезичних вимірювань?

2. Визначте зміст поняття перевіряння.

3. Яким геометричним умовам має відповідати теодоліт?

4. Наслідком чого буває виникнення в теодоліті колімаційної похибки?

5. За якою формулою обчислюють колімаційну похибку теодоліта типу Т30?

6. Визначте поняття місця нуля. Які геометричні умови його визначення?

7. З якою метою обчислюють кут нахилу? Які вимірювання при ньому потрібно виконати?

8. Яким геометричним умовам має відповідати нівелір?

9. Сформулюйте головну умову нівеліра та визначте її сутність.

10. Для чого необхідно компарувати землемірну стрічку й рулетку?

11. За якою формулою визначають поправку, внесену внаслідок компарування землемірної стрічки?

12. За якою формулою обчислюють поправку, внесену внаслідок компарування у виміряну довжину лінії на місцевості?

3. ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ПІД ЧАС ТОПОГРАФІЧНИХ ЗНІМАНЬ ТА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

3.1. Загальні відомості

Топографічне знімання та інженерно-геодезичні роботи являють собою сукупність різних вимірювань на місцевості. Зазвичай вимірюють такі параметри:

– довжину ліній (відстань) між точками;

– горизонтальні кути, утворені проєкціями ліній місцевості на горизонтальну площину;

– кути нахилу лінії (вертикальні кути), утворені лінією місцевості і її проєкцією на горизонтальній площині;

– перевищення між точками місцевості, тобто різницю між висотою розміщення точок на земній поверхні.

Лінія на місцевості – це відрізок прямої, проведеної між двома точками. Точки на місцевості можуть бути закріплені (зафіксовані) різними предметами чи засобами (знаками). Для цього використовують дерев'яні кілки, металеві штирі, відрізки труб, які мають бути забиті або забетоновані врівень із землею залежно від призначення й точності геодезичних вимірювань та вимог до тривалості збереження.

Під час навчальної практики знаками (кілками) закріплюють точки знімальної мережі, траси (пікети, плюсові точки, точки кривих), вершини квадратів для знімання ділянки цим методом, запроєктовані свердловини та інші точки, визначені як вихідні для знімання або в процесі виконання інженерно-геодезичних робіт.

Зазвичай не закріплюють на місцевості характерні точки рельєфу та позначені контури де й так встановлено рейки або між якими роблять вимірювання рулеткою. У цьому випадку *точка* – це місце встановлення рейки

або обране місце контуру (стовпи електро - й телеграфних ліній, ріг будівлі, люки каналізаційних колодязів, наріжні стовпи огорож тощо).

Результати геодезичних вимірювань записують у польовий журнал. Записи мають бути чіткими, розбірливими, акуратними. Забороняється вести записи в не призначеному для цього журналі (або зошиті), переписувати журнал, неохайно виправляти цифри, підчищати й підтирати записи. Якщо необхідно внести виправлення, то помилково написане число слід акуратно закреслити однією горизонтальною лінією, а правильне – написати зверху.

Виявивши в польовому журналі підчистки, підтирання або інші порушення, керівник зобов'язаний попросити повторення польових вимірювань.

Результати вимірювань, що мають з однакову точність, записують у вигляді чисел з однаковою кількістю десяткових знаків, навіть якщо останнім з них буде нуль. Кількість цілих мінут у вимірах кутів записують двозначними числами. Наприклад, запис відстані, виміряної з точністю до 0,01 м, виконують так: 103,60 м, 125,82 м, а кута, виміряного з точністю до 0,1′, так: 175°05,3′, 89°15,0′.

Обчислення вважаються закінченими, якщо проведено їх перевірку іншим способом або іншою особою. Прізвища студентів, які виконували вимірювання, обчислення та контролювали результати, фіксуються в журналі і підтверджуються їхніми підписами.

3.2. Вимірювання довжини ліній на місцевості

3.2.1. Визначення довжини ліній землемірною стрічкою

На кінцях вимірюваної лінії встановлюють віхи. Якщо довжина лінії перевищує 150 м, то в створі додатково ставлять ще одну віху. Вимірювання ліній на місцевості *землемірною стрічкою* або *рулеткою* здійснюється двома особами (виконавцями). Землеміру стрічку акуратно розмотують з кінця. Цифри на стрічці мають зростати в ході вимірювань.

Другий виконавець поєднує нульовий штрих стрічки з початком лінії і закріплює шпилькою її кінець. Перший, маючи в руці комплект шпильок (N штук), натягає стрічку за вказівками другого виконавця у створі лінії та фіксує першою шпилькою початок стрічки. Потім остання шпилька виймається із землі, а стрічку переносять уперед уздовж лінії. Дійшовши до першої шпильки, другий виконавець закріплює на ній стрічку прорізом на її кінці і далі вимірювання здійснюють так само, як і на першому прогоні (рисунок 3.1).

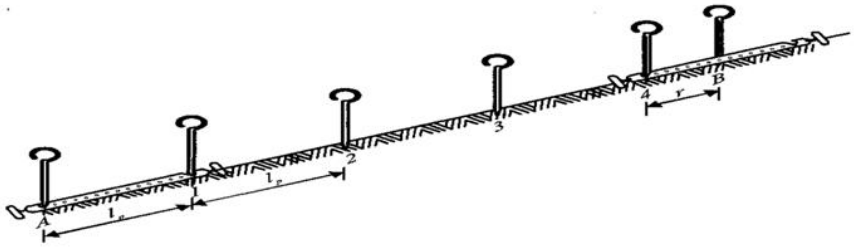


Рисунок 3.1 – Вимірювання довжини лінії мірною стрічкою

Коли всі шпильки комплекту виставлено, другий виконавець передає першому зібрані (*N* штук) шпильки; кількість таких передач (*n* передач) записують у журнал вимірювань. У кінці вимірюваної лінії визначають довжину неповного перегону (залишку), відраховуючи на стрічці кількість метрів, дециметрів, оцінюючи число сантиметрів на око.

Виміряну довжину D' визначають за такою формулою:

$$D' = 20\ (N - 1)\ n + 20k + r,$$

де *k* – кількість шпильок у другого виконавця (остання шпилька в кінці стрічки не враховується); *n* – кількість укладань стрічки; *r* – довжина залишку лінії (рисунок – 3.1).

Лінію вимірюють у прямому $D'_{пр}$. і зворотному $D'_{зв}$ напрямках. Різниця між результатами, визначено таким чином: $\Delta D' = D'_{пр} - D'_{об}$, не повинна перевищувати $\frac{1}{2000}$ вимірюваної довжини ліній, тобто:

$$\Delta D' = \frac{D'_{пр} - D'_{зв}}{2}.$$

Якщо $\frac{\Delta D'}{D'} \geq \frac{1}{2000}$, тоді вимірювання повторюють.

У виміряне значення довжини лінії вводять поправку на компарування ΔD_k, яка обчислена за формулою 2.4. Остаточне значення довжини з урахуванням цієї поправки:

$$D = D' + \Delta D_k . \qquad (3.1)$$

Приклад. Взято такі результати визначення довжини ліній за допомогою мірної стрічки, довжина якої l_0 = 20 м.

$$D'_{пр} = 146{,}24 \text{ м},\ D'_{зв} = 146{,}13 \text{ м},$$

$$\Delta D' = 0{,}11 \text{ м},\ D' = 146{,}18 \text{ м},$$

$$\frac{\Delta D'}{D'} = \frac{0{,}11}{146{,}18} = \frac{1}{1329}.$$

Довжину лінії слід визначити повторно. Після повторного вимірювання отримано такі результати:

$$D'_{пр} = 146{,}25 \text{ м},\ D'_{зв} = 146{,}19 \text{ м},\ \Delta D' = 0{,}06 \text{ м},$$

$$\frac{\Delta D'}{D'} = \frac{0{,}06}{146{,}22} = \frac{1}{2437},$$

$$\Delta l_k = 0{,}0055 \text{ м},\ n = \frac{146{,}19}{20} = 7{,}3,\ \Delta D_k = \Delta l_k \cdot n = 0{,}0055 \cdot 7{,}3 = 0{,}04 \text{ м}.$$

За формулою 3.1 обчислюють остаточне значення довжини лінії, а саме:

$$D = D' + \Delta D_k = 146{,}22 + 0{,}04 = 146{,}26 \text{ м}.$$

3.2.2. Вимірювання довжини ліній нитяним далекоміром

Нитяний далекомір вбудований у підзорну трубу геодезичних приладів (теодолітів, нівелірів, тахеометрів) являє собою дві короткі горизонтальні нитки сітки. Довжину ліній за допомогою нитяного далекоміра вимірюють двічі в прямому та в зворотному напрямках. Відносна похибка цих вимірів не повинна перевищувати $\frac{1}{300}$.

Нитяний далекомір – це верхній *аа* і нижній *вв* рівновіддалені від центра горизонтальні штрихи сітки ниток (рисунок 3.2).

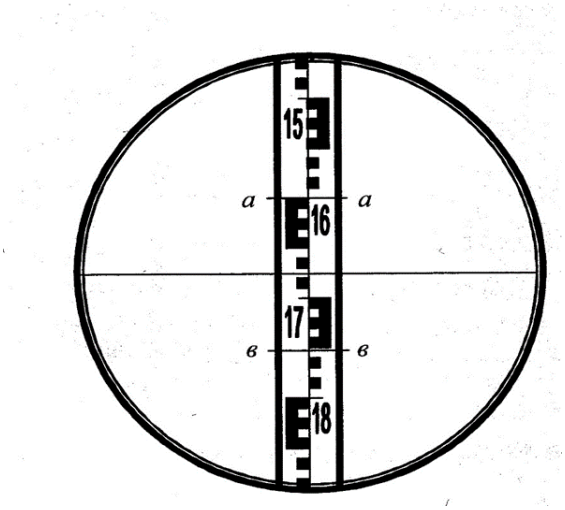


Рисунок 3.2 – Сітка ниток теодоліта

Для вимірювання довжини теодоліт ставлять на штативі на одному кінці лінії точка *А*, на другому її кінці, в точці *В*, прямовисно ставлять геодезичну рейку (рисунок 3.3). *Геодезична рейка* – це дерев'яний брусок з поділками 1 см.



Рисунок 3.3 – Геодезична рейка

Здійснюють візування на рейку і, обертаючи навідний гвинт підзорної труби, наводять верхню далекомірну нитку на міліметровий відлік *a'*, наприклад, 1600 мм, а на нижній нитці беруть відлік *b'*= 1753 мм (рисунок 3.2). За різницею цих відліків легко визначаємо далекомірну відстань на рейці *l*. Одночасно з цим беруть відліки на вертикальному крузі теодоліта, скориставшись двома положеннями підзорної труби, визначають М0 та обчислюють кут нахилу візирного променя за формулами (2.1-2.2).

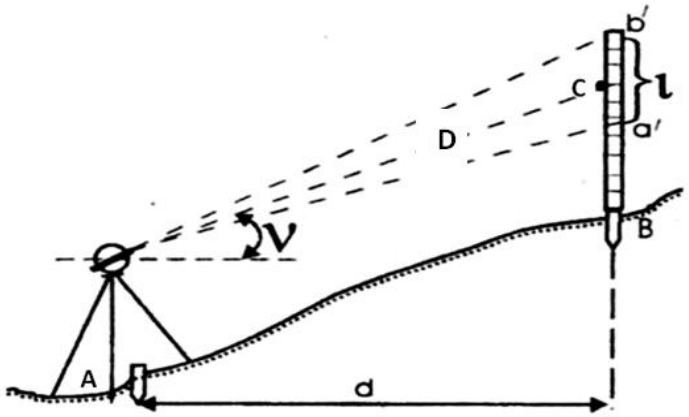


Рисунок 3.4 – Вимірювання довжини лінії нитяним далекоміром

Шукану відстань отримують з такого рівняння:

$$D=K\cdot l\cdot \cos v+C, \tag{3.2}$$

де К – коефіцієнт далекоміра;

С – стала колімаційна похибка далекоміра.

Для сучасних теодолітів К = І00, тому величиною С нехтують за її малості (40 – 60 мм).

Горизонтальну відстань між точками по горизонталі обчислюють за такою формулою:

$$d = D\cos^2 v \tag{3.3}$$

Приклад. Нехай довжина похилої лінії вимірювалася нитяним далекоміром теодоліта типу 2Т30М (K = 100) з отриманням такого результату: $l = (b' - a')$ = (1753–1600) мм = 153 мм, це відстань на рейці за нитяним далекоміром, а КП = І72°44,2′, КЛ = 7°15,0′, тобто відліки на вертикальному крузі. Знайти відстань між точками по горизонталі.

Визначають місце нуля й кут нахилу рельєфу ділянки з виразів (2.1), а саме:

$$М0 = (І72°44,2′+180°) +7°15,0′+360°)/2 = 359°59,6′;$$

$$v = КЛ – М0 = (7°15,0′ +360) – 359°59,6′ = 7°15,4′.$$

За формулою (3.2) знаходять відстань D від приладу до точки встановлення рейки, тобто

$$D_{A\text{-}B} = K\,l = 100 \times 153 \text{ мм} = 15300 \text{ мм} = 15{,}3 \text{ м}.$$

Довжину горизонтальної проєкції похилої лінії AB обчислюють за формулою (3.3), а саме

$$d_{A\text{-}B} = D_{A\text{-}B} \cos^2 v = 15{,}3 \times 0{,}9840447 = 15{,}1 \text{ м}.$$

3.3. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів

3.3.1. Двократне вимірювання горизонтальних кутів за два прийоми

Для вимірювання горизонтального кута β_1 (рисунок 3.5) теодоліт встановлюють таким чином, щоб його вертикальна вісь була прямовисною і проходила через вершину вимірюваного кута. Приведення вертикальної осі в прямовисне положення називають горизонтуванням, а її суміщення з вершиною кута – центруванням теодоліта. Ці операції виконують одночасно за описаною нижче методикою.

Штатив теодоліта спочатку встановлюють таким чином, щоб поверхня його головки (майданчика) була приблизно горизонтальною, а центр її отвору розташовувався над вершиною кута. До станового гвинта підвішують висок, довжина його нитки має бути такою, аби загострений кінець виска розташовувався трохи вище кілочка на вершині кута. Послаблюють становий гвинт і, пересуваючи підставку теодоліта на майданчику штатива, намагаються сумістити загострений кінець виска з центром кілочка.

Перед початком вимірювань фокусують чіткість підзорної труби для спостережень. Для цього наводять зорову трубу на світлий фон і шляхом обертання окулярного кільця встановлюють чітку видимість сітки ниток. Потім наводять трубу на предмет і, обертаючи кремальєру, домагаються чіткого зображення предмета.

Закінчивши підготовку приладу та візирних знаків, розпочинають вимірювання кута. Це відбувається із закріпленим горизонтальним кругом теодоліта в такій послідовності:

1. Від’єднують алідаду, наводять зорову трубу на точку 43 спочатку наближено – за допомогою візирів на корпусі труби, а потім точно – шляхом обертання навідного гвинта алідади (рисунок 3.5).

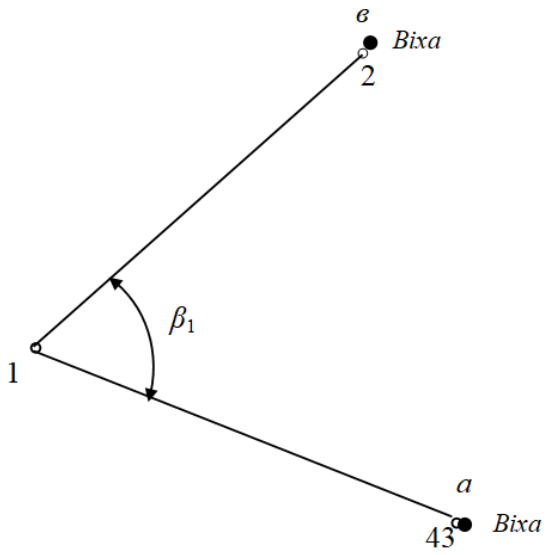


Рисунок 3.5 – Схема вимірювання горизонтального кута

Беруть відлік *а* на горизонтальному крузі. Значення відліку записують у журнал вимірювання горизонтальних кутів (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Журнал вимірювання горизонтальних кутів

Теодоліт 2Т30М № 631 Спостерігав: Андреєв О.М.

Дата 03.07. 2019 р. Обчислювала: Чепа А.Г.

Точки		Відлік на горизонтальному крузі		Значення горизонтального кута β із напівприйому		Середнє значення горизонтального кута $\beta_{сер.}$	
Стояння	Візування	°	′	°	′	°	′
2		КЛ					
	1	69	31,8	77	42,6		
	3	351	49,2				
		КП				77	42,2
	1	249	30,5	77	41,7		
	3	171	48,8				

2. Послабивши закріпний гвинт алідади та обертаючи її проти годинникової стрілки, здійснюють візування зоровою трубою на точку 2, беруть відлік *в* і записують його значення в журнал (таблиці 3.1).

Обчислюють значення виміряного горизонтального кута β_1 стосовно положення круга КЛ за такою формулою:

$$\beta_1 = а - в. \qquad (3.4)$$

Примітка. Якщо значення відліку *а* менше від величини відліку *в*, тоді до нього додають 360°. На цьому закінчується перше вимірювання.

3. Для вимірювання горизонтального кута другим прийомом зорову трубу переводять через зеніт і виконують всі описані вище дії, тільки стосовно іншого положення вертикального круга, наприклад, КП.

Обчислюють значення горизонтального кута, застосовуючи другий прийом (КП) за тією самою формулою (3.4).

Значення кутів за результатами двох прийомів мають відрізнятися між собою на величину, не більшу подвоєної точності відлікового пристрою, тобто на 1′. Якщо ця вимога дотримується, то за остаточне беруть середнє значення двох вимірювань. Коли розбіжність більша – вимірювання кута повторюють.

Паралельно з вимірюванням горизонтального вимірюють також вертикальний кут. ***Кутом нахилу*** (вертикальним кутом) називають той, що утворений горизонтальною площиною і лінією візування на точку спостереження, наприклад, точку *С*.

Якщо точка спостереження розташована вище центра вертикального круга, то вертикальний кут має знак «+», якщо нижче «–».

3.3.2. Вимірювання кутів нахилу ліній (вертикальних кутів) на місцевості

Аби виконати вимірювання вертикального кута нахилу лінії теодолітом дотримуються такого алгоритму:

– зорову трубу наближено наводять на точку *С* (рисунок 3.4), при цьому підіймальними гвинтами переміщують бульбашку рівня на горизонтальному крузі в центральне положення (у нуль-пункт);

– обертаючи навідний гвинт зорової труби, спрямовують середню горизонтальну нитку сітки на точку спостереження *С*;

– беруть відлік на вертикальному крузі в положенні ліворуч (КЛ);

– аналогічну дію повторюють для правого положення (КП) вертикального круга і беруть другий відлік;

– обчислюють кут нахилу за відповідними формулами залежно від типу теодоліта.

Приклад визначення кута нахилу осі теодоліта наведено в п. 2.1. Щоб виміряти кут нахилу лінії на місцевості (рисунок 3.4, лінія *АВ*), необхідно висоту наведення на точку *В* вважати однаковою з висотою приладу.

3.4. Вимірювання перевищень між точками на місцевості

3.4.1. Вимірювання перевищень методом геометричного нівелювання

При виконанні геометричного нівелювання перевищення визначають за допомогою нівеліра та нівелірних рейок. При цьому найчастіше користуються способом “із середини” (рисунок 3.6), оскільки його точність, надійність та ефективність значно перевищує так званий спосіб нівелювання “вперед”.

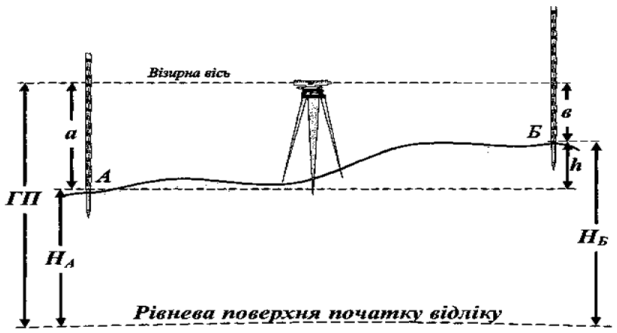


Рисунок 3.6 – Схема геометричного нівелювання «із середини»

Нівелір встановлюють на однаковій відстані між двома встановленими на місцевості рейками, одна з яких задня, а друга передня, і приводять його в робочий стан. При вимірюванні перевищення користуються середньою ниткою сітки ниток зорової труби і виконують такі дії:

– наводять зорову трубу на задню рейку і беруть відлік на її чорній шкалі $a_{ч}$;

– за командою спостерігача (виконавця робіт) повертають рейку червоною шкалою до приладу;

– беруть відлік на червоній шкалі рейки $a_{чер}$;

– повертають зорову трубу на передню рейку і беруть відлік на її чорній шкалі $в_{ч}$.;

– за командою спостерігача (виконавця робіт) повертають рейку червоною шкалою до приладу;

– беруть відлік на червоній шкалі передньої рейки $в_{чер}$.

Перед кожним відліком, обертаючи елеваційний гвинт, переміщують бульбашку циліндричного рівня до тих пір, поки зображення її кінців зімкнуться (рисунок 3.7). Відлік по рейці 0884.

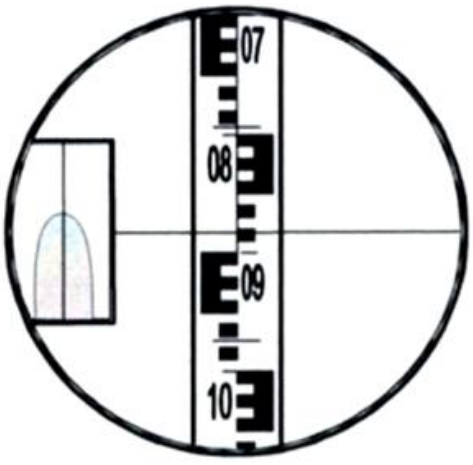


Рисунок 3.7 – Поле зору нівеліра Н-3 (НВ-1) та відлік по рейці

Обчислюють перевищення h по чорній і червоній стороні рейки з формул 3.5-3.6:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч};$$
$$h_{чер} = a_{чер} - b_{чер}. \quad (3.5\text{-}3.6)$$

Результати вимірювань записують у журнал технічного нівелювання (таблицю 3.2). Перевищення h між задньою та передньою точками AB обчислюють двічі за відліками взятими на чорній і червоній шкалі рейок. Одержані результати h не повинні різнитися більш як на 4 мм (вимога технічного нівелювання). Якщо умова виконується, то обчислюють середнє значення перевищення $h_{сер.}$:

$$h_{сер.} = \frac{h_{ч} + h_{чер}}{2} . \quad (3.6)$$

Таблиця 3.2 – Журнал технічного нівелювання

Дата 07.07. 2019 р. Нівелір Н-3 № 1726

Спостерігав: Троян Н.І. Обчислювала: Ситник А.П.

№ станції	Назва точки	Позначки на рейці, мм			Перевищення h, мм	Середнє перевищення $h_{сер.}$, мм
		Задня a	передня b	Проміжна c		
6	5	1266 6050			+382	+382
	7		0884 5667		+383	

3.4.2. Вимірювання перевищень методом тригонометричного нівелювання

Для визначення перевищення h шляхом тригонометричного нівелювання в точці A встановлюють теодоліт, а в точці B – рейку (рисунок 3.8).

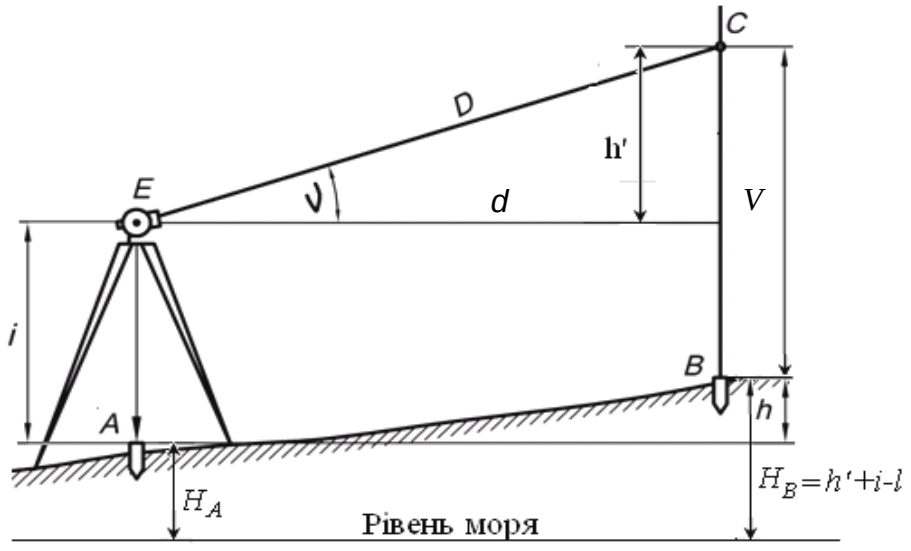


Рисунок 3.8 – Схема тригонометричного нівелювання

Кут нахилу місцевості вимірюють стосовно двох положень вертикального круга теодоліта, як описано вище в п. 3.4. Контролем правильності вимірювання вважають постійність місця нуля (М0) вертикального круга (відхилення не повинне перевищувати 1') під час багаторазових вимірювань.

У точці *A* рулеткою або рейкою вимірюють висоту *i* теодоліта (від осі обертання підзорної труби до вершини кілочка) з точністю до 0,01 м, виконують візування на рейку, встановлену в точці *B* і визначають висоту *V* наведення (за середньою горизонтальною ниткою сітки).

Нитяним далекоміром вимірюють похилу відстань *D* від точки *A* до точки *B* і за допомогою вертикального круга теодоліта – кут *v* її нахилу.

Перевищення *h* точки *B* над точкою *A* обчислюють за формулою (3.7):

$$h = h' + i - V, \tag{3.7}$$

$$h' = 0{,}5 \cdot D \cdot \sin 2v, \tag{3.8}$$

де i – висота інструмента (приладу); V – висота наведення.

Як видно з рисунка 3.8, перевищення між точками можна обчислити також за формулою:

$$h = d \cdot tgv + i - V. \tag{3.9}$$

Довжину горизонтальної проєкції *d* похилого відрізка *D* лінії *AB*, виміряної нитяним далекоміром, обчислюють за формулою (3.10), а саме:

$$d = D \cos^2 v. \tag{3.10}$$

3.5. Питання для самоконтролю

1. Як у геодезії визначають поняття лінії на місцевості?
2. Які точки для топографічного знімання називають контурами?
3. У якій послідовності вимірюють довжину ліній на місцевості за допомогою землемірної стрічки?
4. Яким чином вимірюють довжину ліній на місцевості нитяним далекоміром?
5. За якою формулою обчислюють довжину горизонтальної проєкції похилої лінії?
6. Яка послідовність вимірювання кута із застосуванням прийому стосовно розміщеного ліворуч (КЛ) круга теодоліта?
7. Які операції необхідно виконати, застосовуючи прийом вимірювання кута, коли круг теодоліта розміщено праворуч (КП)?
8. Яким чином вимірюють теодолітом кут нахилу (вертикальний кут) між точками на місцевості?
9. Значення яких відліків на приладах застосовуються в тригонометричному нівелюванні?
10. Яким чином обчислюють висоту точок на місцевості в тригонометричному нівелюванні?

4. ГЕОДЕЗИЧНІ ЗЙОМКИ

4.1. Загальні положення

Польові геодезичні вимірювання, що виконуються з метою визначення координат об'єктів для створення карт, планів і профілів, називають ***зніманням***.

Під час навчальної геодезичної практики студенти повинні набути навичок виконання найпростіших видів топографічного знімання, навчитися обирати найбільш раціональні способи відображення об'єктів та рельєфу залежно від особливостей місцевості, а також освоїти методику ведення польових і камеральних робіт.

Знімання ділянки місцевості виконують у масштабі 1:2 000. Висота перетину 1 м.

4.2. Знімальна основа

Знімальною основою (обґрунтуванням) називається мережа геодезичних точок (пунктів), яка включає пункти державних геодезичних мереж, мереж згущення 1 і 2 розрядів, знімальних мереж, які використовуються для побудови топографічного плану місцевості.

Розрізняють планову знімальну основу, коли для всіх точок визначено координати *X* і *Y*, та планово-висотну, коли для кожної з точок визначено координати *X, Y* і висоту *H*.

У процесі навчальної практики планове положення точок знімальної мережі визначають прокладанням теодолітно-нівелірного ходу. Для розвитку висотної знімальної мереж одночасно визначають висоту точок методом геометричного нівелювання.

4.2.1. Розвиток планової знімальної мережі шляхом прокладання теодолітних ходів

Створення планових мереж під час навчальної практики забезпечено прокладанням теодолітних ходів. ***Теодолітні ходи*** це системи ламаних ліній, де утворені горизонтальні кути вимірюються технічними теодолітами, а довжина кожної із сторін – сталевими мірними стрічками і рулетками або оптичними далекомірами.

Мета прокладання теодолітного ходу – визначення прямокутних координат (*X, У*) усіх вершин кутів, які він утворює. Для цього використовують точки ДГМ (Державної геодезичної мережі) або мереж згущення, згідно з якими прокладають хід. За точністю теодолітні ходи поділяються на розряди: 1 розряд – ходи, похибка вимірювань яких не нижча 1:2 000, 2 розряд – не нижча 1:1 000. Зазвичай побудова теодолітних ходів потрібна не тільки для знімання об'єктів на місцевості, але й слугує геодезичною основою інших видів інженерно-геодезичних робіт.

За формою розрізняють такі види теодолітних ходів:

– замкнений або розімкнений хід з відносною похибкою вимірювань 1:2000, побудованим згідно з пунктами мереж згущення та державної геодезичної мережі;

– розімкнені (діагональні) ходи другого порядку з відносною похибкою вимірювань 1:1 000, прокладені на базі теодолітного ходу першого порядку.

Типові схеми побудови теодолітних ходів показано на рисунку 4.2.

Гранично допустимі значення довжини окремих ходів між вихідними пунктами наведено в таблиці 4.1.

Значення довжини ліній (сторін) у теодолітних ходах мають перебувати в межах від 40 до 350 м.

У процесі знімання деяких об'єктів інколи допускається прокладання висячих теодолітних ходів, їхню допустиму довжину зазначено в таблиці 4.1.

Теодолітне знімання складається з кількох етапів:

Камеральна підготовка. У цей період вивчають графоаналітичні матеріали про район майбутніх робіт: виявляють і відбирають плани цієї місцевості, складені за раніше виконаними зніманнями, будують схему розміщення пунктів державних геодезичних мереж, а з каталогів виписують координата цих пунктів, виконують проєкт організації польових робіт.

Рекогносцирування місцевості. Після камеральної підготовки оглядають місцевість, виявляючи зміни в контурі поверхні та перевіряючи доцільність виконання наміченого проєкту, уточнюючи його деталі. Визначають місця точок знімального обґрунтування і закріплюють їх на місцевості, намічають шляхи прив'язування цих точок до пунктів державної геодезичної мережі Складають схеми теодолітних ходів і формують проєкт проведення польових знімальних робіт у вигляді побудови знімального обґрунтування та методики знімання.

Польові роботи. Їх розпочинають після етапу рекогностирування, тобто закріплення вершин теодолітних ходів на місцевості за допомогою знаків. Обирають місця закладання пунктів з огляду на такі критерії:

1) від кожного такого місця має бути видно сусідні пункти;

2) рельєф поверхні землі між двома сусідніми пунктами має сприяти вимірюванню ліній стрічкою;

3) пункти закладають в місцях можливості тривалого збереження їхньої цілісності і бути зручними для вимірювання кутів;

4) з кожного пункту теодолітного ходу має бути видно значну частину місцевост;

5) довжина сторін кожного теодолітного ходу повинна перебувати в межах, які відповідають даним таблиці 4.1.

Вершини теодолітних ходів закріплюються на місцевості зазвичай шляхом встановлення тимчасових знаків – зокрема дерев'яних кілків, що забиваються врівень з поверхнею землі; вершина кута позначається хрестоподібною насічкою в торці кілка або цвяхом (рисунок 4.1).

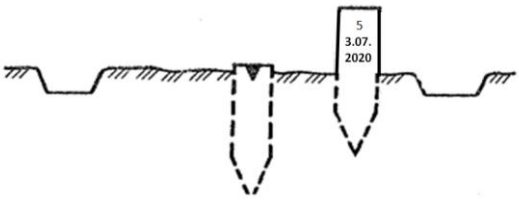


Рисунок 4.1 – Схема позначення й закріплення точки теодолітного ходу за допомогою тимчасових знаків

Тимчасовими знаками можуть слугувати також металеві штирі, костилі, трубки або цвяхи, забиті в пеньки дерев, а також валуни, на яких олійною фарбою наносяться хрестоподібні насічки. Для полегшення пошуку точок поряд з ними забивають сторожки – дерев'яні кілки, що виступають над поверхнею землі на 30-35 см; на кожному з них зазначають номери точок і дату їх закріплення. Кожну облаштовану точку обкопують канавками або обкладають камінням по колу діаметром 0,8 м, та виконують два – три виміри відстані до місцевих предметів (стовпів електроліній, рогу будівлі, споруди, перетину доріг та ін.) і наносять їх на абрис ділянки. Усі пункти теодолітних ходів на забудованих територіях облаштовують як центри тривалого зберігання.

У прокладанні теодолітних ходів необхідно використовувати прилади й приладдя, зокрема теодоліт, мірну стрічку або рулетку, віху, сокиру, дерев'яні кілочки, польові журнали.

Порядок виконання цієї роботи такий:

– рекогносцирування місцевості, складання схеми теодолітних ходів і закріплення точок на поверхні ділянки;

– вимірювання кутів і ліній, утворених теодолітних ходів;

– прив’язування точок знімальної мережі до пунктів опорної мережі (зазвичай виконують перед початком вимірювань).

У теодолітному ході вимірюють праві або ліві в напрямку прокладення горизонтальні кути між його сторонами, відстані між точками (довжину кожної сторони) і кути нахилу сторін, якщо вони перевищують 3°. Вимірювання проводять за викладеними в п. 3 правилами.

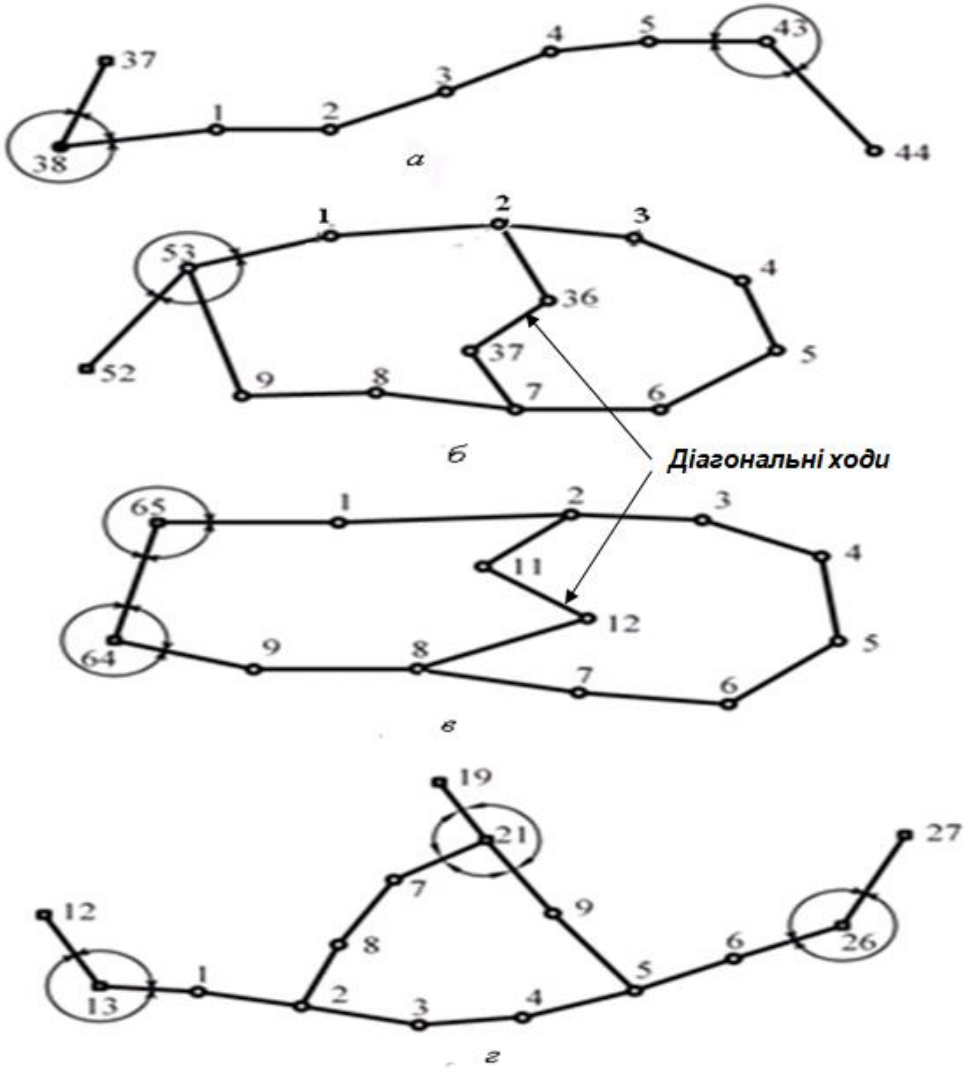


Рисунок 4.2 – Типові схеми теодолітних ходів знімальної мережі:
а – розімкнений хід, який має дві сторони вищого класу;
б – замкнений хід, що має один вихідний пункт і вихідний напрямок;
в – замкнений хід, прокладений між двома вихідними пунктами;
г – система ходів, прокладена між вихідними пунктами, з кількома вузловими точками

Кутові вимірювання здійснюють за допомогою теодоліта технічної точності. Довжину кожної сторони визначають за допомогою мірної стрічки або рулетки двічі в прямому й зворотному напрямках. Результати вимірювань записують у польовий журнал. Зразок запису наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика параметрів теодолітних ходів

Найменування показника	Масштаби знімання		
	1: 500	1: 1 000	1: 2 000
Максимальна довжина ходу, км : а) на відкритій і забудованої території: – хід 1-го порядку; – хід 2-го порядку	 0,6 0,3	 1,2 0,5	 2 1
б) на залісненій території : – хід 1-го порядку; – хід 2-го порядку	 – –		
Допустима відносна нев'язка : – у ходах 1-го порядку; – у ходах 2-го порядку	 1: 2 000 1: 1 000	 1: 2 000 1: 1 000	 1: 2 000 1: 1 000
Допустима довжина висячого ходу, м : – на незабудованій території; – на забудованій території	 150 100	 200 150	 200 300
Допустима кутова нев'язка в ходах 1-го і 2-го порядків; n – число кутів у ході	$1'\sqrt{n}$	$1'\sqrt{n}$	$1'\sqrt{n}$

Камеральна обробка результатів вимірювань. Після теодолітного знімання виконують потрібні обчислення та графічні побудови. Це роблять з метою визначення планових координат вершин кутів, утворених теодолітними ходами для подальшого використання цих точок для виконання тахеометричної зйомки ділянки місцевості.

Камеральна обробка результатів польових вимірювань включає такі етапи:

– перевірка обчислень у польовому журналі;

– складання схеми знімальної мережі;

– обчислення координат точок знімальної мережі.

Перевірка обчислень у польовому журналі. Повторно виконують усі обчислення, зроблені в полі, і виводять середні значення виміряних кутів (з округленням до $0{,}1'$) і довжини кожної їх сторін (до 0,01 м).

Складання схеми знімальної основи. У схемі використовують значення горизонтальних кутів та довжину сторін ходу, орієнтуючи побудову на сторони світу в довільному масштабі, й зображають на аркуші паперу формату А4 (рисунок – 4.3). Біля кожної вершини підписують середні значення горизонтальних кутів, а біля кожної сторони – її горизонтальну довжину. На схему наносять також пункти геодезичної мережі, до яких здійснювалася прив'язка теодолітних ходів, координати вихідних пунктів і величини дирекційних кутів вихідних сторін.

Після цього записують значення суми виміряних кутів $\Sigma\beta вим$, теоретичну суму кутів $\Sigma\beta$т, кутову нев'язку f_β й допустиму нев'язку кутів $f_{\beta доп}$.

4.2.2. Обчислення координат точок теодолітних ходів

Координати точки прокладених ходів визначають у такій послідовності: спочатку обчислюють координати точок теодолітного ходу 1-го порядку, потім координати точок теодолітного ходу 2-го порядку (*діагональний хід*), якщо такий є.

При цьому користуються величинами виміряних на вершинах (точках) теодолітного ходу правих у напрямку прокладання горизонтальних кутів і горизонтальні прокладання його сторін, дирекційного кута вихідної сторони й прямокутної координати вихідної точки. Обчислення виконують у спеціальній відомості окремо для кожного ходу.

Приклади обчислення координат точок замкненого та розімкненого ходів наведено в таблиці 4.2 і 4.3.

Обчислення координат точок замкненого теодолітного ходу

Схема замкненого теодолітного ходу знімальної мережі представлена на рисунку 4.2.

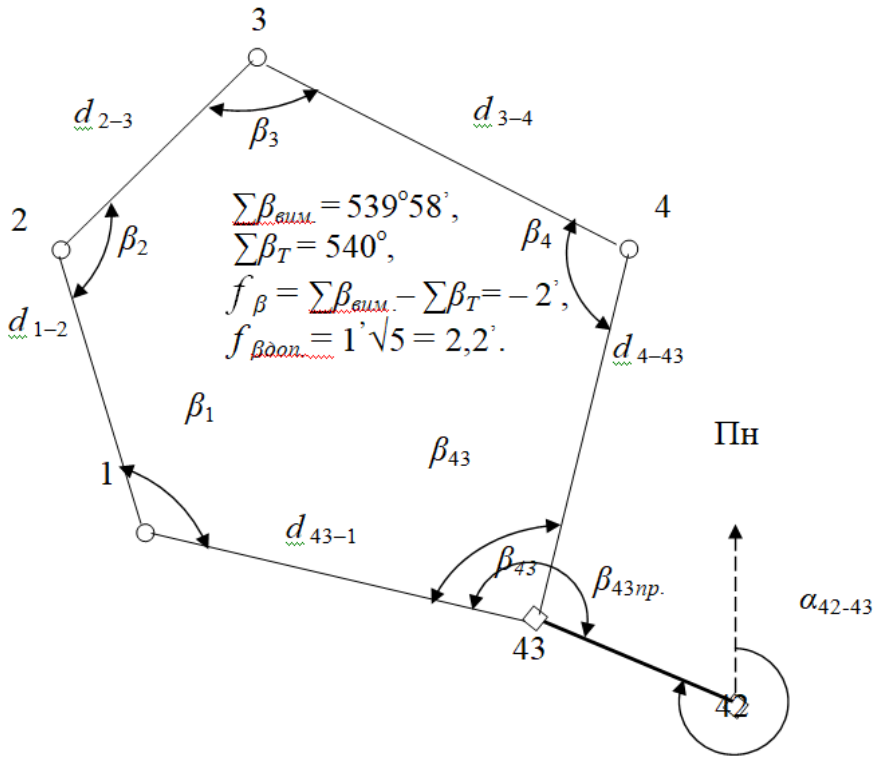


Рисунок 4.3 – Схема замкненого теодолітного ходу знімальної мережі

1. Записують у відомість результати обчислення координат, номери й величини вимірюваних горизонтальних кутів β і горизонтальні прокладання сторін d ходу.

2. Червоним кольором заносять значення дирекційного кута вихідної сторони й координат вихідного пункту ходу, а також поправки у виміряні кути та обчислені прирости координат.

3. Обчислюють після підсумкової риски відомості суму виміряних кутів $\Sigma\beta вим$, а нижче – теоретичну суму $\Sigma\beta$т внутрішніх кутів замкненого ходу, скориставшись перед цим такими виразами:

$$\sum\beta_{вим.} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_{43},$$
$$\sum\beta\text{т} = 180\cdot (n - 2), \tag{4.1}$$

де n – кількість виміряних кутів.

Обчислюють кутову нев'язку в замкненому ході таким чином:

$$f_\beta = \sum \beta_{вим.} - \sum\beta\text{т}. \tag{4.2}$$

Затим обчислюють допустиму кутову нев'язку:

$$f_{\beta доп} = 1'\sqrt{n}\,. \tag{4.3}$$

Якщо нев'язка f_β не перевищує допустимої величини, то виконують коригування кутів, розподіляючи поправки $\delta_{\beta i}$, серед усіх виміряних кутів зі знаком, оберненим знаку нев’язкі, а саме:

$$\delta_{\beta i} = -\frac{f_\beta}{n}. \tag{4.4}$$

Значення поправок округлюють до 0,1′. Якщо нев'язка не ділиться порівну з точністю до 0,1′ на всі кути, то в ті з них, що мають коротші сторони, уводять більші поправки (таблиця 4.2).

4. Обчислюють виправлені значення кутів. Сума цих значень повинна дорівнювати теоретичній сумі.

5. Обчислюють дирекційні кути сторін теодолітного ходу за формулою 4.5:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{n-1}, \tag{4.5}$$

де α_n і α_{n-1} – дирекційні кути наступної та попередньої сторін ходу відповідно;

β_{n-1} – горизонтальний кут (правий) між наступною та попередньою сторонами ходу.

Контролем правильності обчислення дирекційних кутів у замкненому теодолітному ході буде отримане в кінці обчислень значення дирекційного кута вихідної сторони α_{43-1}.

6. Скориставшись значеннями дирекційних кутів α і горизонтальних прокладань сторін d теодолітного ходу, обчислюють величини приросту координат, а саме:

$$\Delta X = d\cos\alpha, \qquad \Delta Y = d\sin\alpha. \tag{4.6}$$

7. Розраховують нев'язкі f_x і f_y приростів координат таким чином:

$$f_x = \sum \Delta X, \qquad f_y = \sum \Delta Y. \tag{4.7}$$

8. Визначають абсолютну лінійну нев'язку ходу, тобто

$$f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}\,. \tag{4.8}$$

9. Розраховують допустиму відносну лінійну нев'язку (вона не повинна перевищувати зазначеної величини), а саме:

$$f_{доп} = \frac{f_{абс}}{P} = \frac{1}{P/f_{абс}} \le \frac{1}{2000}, \tag{4.9}$$

де P – периметр теодолітного ходу.

Якщо відносна нев'язка виявиться більшою від значення $\frac{1}{2000}$, то необхідно перевірити правильність перенесення з журналу значень горизонтальних прокладань, а коли подібних помилок немає, то проводять повторне вимірювання довжини кожної лінії ходу.

10. Якщо відносна лінійна нев'язка не перевищує допустимої, то нев'язки розподіляють серед усіх приростів координат ΔX, ΔY з оберненим знаком f_x, f_y, пропорційна довжині ліній ходу з округленням до 0,01 м. Поправки δ_x і δ_y записують червоним кольором над обчисленими значеннями приросту.

Поправки розраховують за такими формулами:

$$\delta_{xi} = \frac{-f_x}{P} d_i; \quad \delta_{yi} = \frac{-f_y}{P} d_i. \tag{4.10}$$

Сума поправок повинна дорівнювати нев'язкі з оберненим знаком.

11. Обчислюють виправлені величини приросту координат. Їхні суми у замкненому ході мають дорівнювати нулю, тобто

$$\Delta X_{вип} = 0, \qquad \Delta Y_{вип} = 0.$$

12. Обчислюють координати точок теодолітного ходу за такими формулами:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X_{вип},$$
$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y_{вип}. \quad (4.9)$$

де X_n, Y_n – координати наступної точки ходу; X_{n-1}, Y_{n-1} – координати попередньої точки ходу; ΔX, ΔY – виправлені значення приросту координат, взяті зі своїми знаками, між попередньою й наступною точками ходу.

Контролем правильності визначення координат точок замкненого теодолітного ходу буде отримання в кінці обчислень величини вихідного пункту, від якого було їх початок. Отримані результати заносять у відомість обчислення координат (таблиця 4.2).

Обчислення координат точок розімкненого теодолітного ходу

Схема розімкненого теодолітного ходу знімальної мережі представлена на рисунку 4.4.

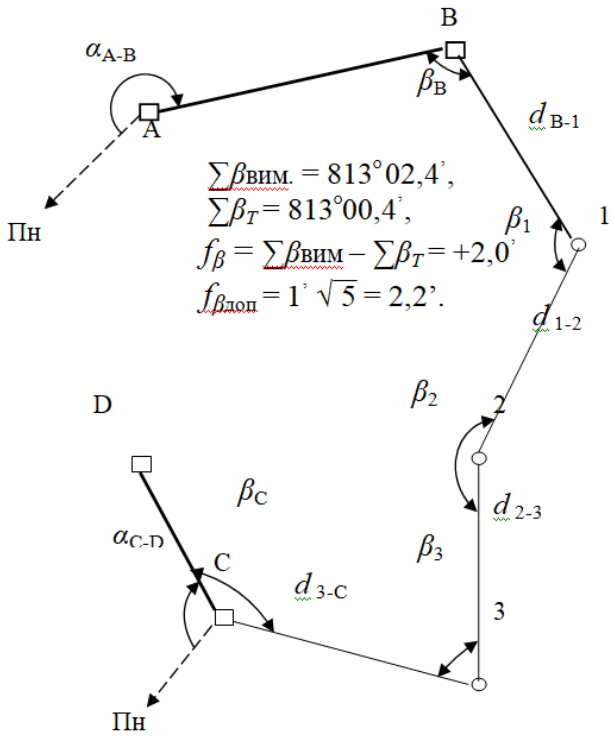


Рисунок 4.4 – Схема розімкненого теодолітного ходу

1. Червоним кольором записують вихідні дані для обчислення дирекційних кутів початкової $\alpha_{поч}$ та кінцевої $\alpha_{кін}$ вихідних сторін, а також координати початкової $X_{поч}$, $Y_{поч}$ та кінцевої $X_{кін}$, $Y_{кін}$ вихідних точок.

2. Обчислюють фактичну кутову нев'язку f_β значень виміряних кутів розімкненого ходу та допустиму нев'язку $f_{\beta доп}$ за формулою (4.8), а саме:

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{вим}} - \sum \beta_{\text{Т}} = \sum \beta_{\text{вим}} - (\alpha_{\text{поч}} - \alpha_{\text{кін}}) + 180^\circ n. \quad (4.10)$$

3. Якщо $f_\beta \le f_{\beta_{доп}}$, то вводять поправки у виміряні кути та обчислюють їхні виправлені значення так само, як це було передбачено для замкненого ходу.

4. Розраховують значення дирекційних кутів, утворених сторонами ходу за формулою (4.4). Контролем правильності розрахунку дирекційних кутів у розімкненому ході є отримання значення дирекційного кута кінцевої сторони ($\alpha_{C–D}$).

5. Визначають приріст координат за формулою (4.11), а також нев'язку в прирості за такими формулами:

$$f_x = \sum \Delta X - (X_{кін} - X_{поч}),$$
$$f_y = \sum \Delta Y - (Y_{кін} - Y_{поч}). \quad (4.11)$$

6. Обчислюють абсолютну лінійну нев’язку $f_{абс}$ приросту координат за виразом (4.7) і допустиму відносну нев’язку $f_{доп}$ за формулою (4.8).

7. Якщо $f_{доп} \le \frac{1}{2000}$, то нев’язкі f_x і f_y розподіляють серед усіх величин приросту координат розімкненого ходу з оберненим знаком пропорційна довжині кожної із сторін, округлюючи їх до 0,01 м. Величини поправок записують червоним кольором над обчисленими значеннями приросту (таблиці 4.3).

8. Розраховують виправлені значення приросту $\Delta X_{вип}$, $\Delta Y_{вип}$.

9. Скориставшись виправленими величинами приросту, обчислюють координати точок розімкненого ходу за формулами (4.9). *Контролем правильності визначення координат* точок розімкненого теодолітного ходу є отримання на завершення послідовних обчислень координат кінцевого пункту $X_{кін}, Y_{кін}$.

Таблиця 4.2 – Відомість обчислення координат точок замкненого теодолітного ходу

№ вершин ходу	Горизонтальні кути				Дирекційні кути		Горизонтальні проєкція сторін ходу, м	Прирости координат, м				Координати точок, м		№ вершин ходу
	виміряні		виправлені					обчислені		виправлені				
	°	′	°	′	°	′		ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y	
42														42
					318	**42**						**8389,55**	**6701,74**	
43	228	14	228	14				–0,01						43
		+01			270	28	151,58	+1,23	–151,57	+1,22	151,57			
1	115	08	115	09				–0,01				8390,77	6555,17	1
					335	19	120,20	+109,22	–50,20	+109,21	–50,20			
2	112	35	112	35				–0,02	–0,01			8499,98	6499,97	2
					42	44	164,24	+120,64	+111,45	+120,62	+111,44			
3	125	43	125	43				–0,02	–0,01			8620,60	6611,41	3
		+01			97	01	170,36	–20,81	+169,08	–20,83	+169,07			
4	75	28	75	29				–0,02	–0,01			8599,77	6780,48	4
					200	32	224,46	–210,20	–78,73	–210,22	–78,74			
43	110	04	110	05								**8389,55**	**6701,74**	43
					270	28								
1														1
							P = 830,84							

$\Sigma\beta_{\text{вим}} = 539^\circ 58'$ 0 0

$\Sigma\beta_{\text{т}} = 540^\circ 00'$

$f_\beta = -0^\circ 02'$

$f_{\beta_{\text{вим}}} = 1'\sqrt{n} = 1'\sqrt{5} = 2,2'$

$f_X = +0,08$ м, $f_Y = +0,03$ м 0,00 0,00

$$f_{абс} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} = \sqrt{0,08^2 + 0,03^2} = 0,08 \text{ м}.$$

$$f_{від} = \frac{0,08}{830,84} = \frac{1}{830,84/0,08} = \frac{1}{10386}, \quad f_{доп} < \frac{1}{2000}.$$

Таблиця 4.3 – Відомість обчислення координат точок розімкненого теодолітного ходу

№ вершин ходу	Горизонтальні кути				Дирекційні кути		Горизонтальні проекції сторін ходу, м	Прирости координат, м				Координати точок, м		№ вершин ходу
	виміряні		виправлені					обчислені		виправлені		X	Y	
	°	‘	°	‘	°	‘		ΔX	ΔY	ΔX	ΔY			
A														A
					200	**00,0**								
B	110	- 0,4 25,8	110	45,4								**50897,65**	**29035,62**	B
					130	45,4	100,00	-0,01 -65,28	– 0,03 +75,75	-65,29	+75,72			
1	216	- 0,4 17,5	216	17,1								50832,36	29111,34	1
					167	02,5	200,00	-0,02 -194,91	–0,07 +44,85	-194,93	+44,78			
2	124	- 0,4 15,3	124	14,9								50637,43	29156,12	2
					111	17,4	200,00	-0,02 -72,62	–0,07 +186,35	-72,64	+1186,28			
3	215	- 0,4 47,6	215	47,2								50564,79	29342,40	3
					147	04,6	250,00	-0,04 -209,85	–0,08 +135,88	-209,89	+135,80			
C	145	- 0,4 56,2	145	55,8								**50354,90**	**29478,20**	C
					113	**00,4**								
D														D
					P = 750,00 м									

$\Sigma\beta_{вим}$ = 813°02,4’

$\Sigma\beta_{т}$ = 813 00,4

$f_{\beta} = \Sigma\beta_{вим} - \Sigma\beta_{т}$ = 813°02,4’ – 813°00,4’ = + 2,0’

$\Sigma\Delta X_{обч}$ = - 542,66 м, $\Sigma\Delta Y_{обч}$ = + 442,83 м.

$\Sigma\Delta X_{т}$ = + 542,75 м, $\Sigma\Delta Y_{т}$ = - 442,58 м.

$f_{\beta доп} = 1’\sqrt{n} = 1’\sqrt{5} = 2, 2’$

f_x = + 0,09 м f_y = = + 0,25 м

$$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,09^2 + 0,25^2} = 0,26 \text{ м.}$$

$$f_{від} = \frac{1’_{абс}}{P} = \frac{0,26}{750,00} = \frac{1}{2885} < \frac{1}{2000}.$$

4.2.3. Визначення висоти точок знімальної мережі за допомогою геометричного нівелювання

Висоту кожної точки знімальної мережі визначають методом прокладання нівелірних ходів технічної точності, скориставшись точками теодолітного ходу. Передачу відміток висоти на точки знімальної мережі здійснюють від місця розташування найближчого репера шляхом послідовного визначення перевищень між точками. Передача висотних відміток передбачає польові роботи й камеральну обробку результатів вимірювань.

Польові роботи. Для визначення перевищень між точками шляхом геометричного нівелювання кожна бригада повинна мати нівелір, дві нівелірні рейки, польовий журнал.

Порядок роботи на станції, де виконують зазначені вимірювання, викладено в п. 3.4.1.

Результати вимірювань записують у польовий журнал. На кожній станції визначають перевищення двічі, скориставшись чорною та червоною шкалами рейок.

Контролюють правильність роботи, визначаючи різницю між обчисленими величинами перевищень. Розбіжності в отриманих на станції результатів (на чорній і червоній шкалі рейки) не повинні перевищувати
4 мм. В іншому випадку проводять повторні вимірювання.

Після заповнення сторінки журналу здійснюють *посторінковий контроль результатів*, підсумовуючи окремо задні та передні відліки на рейках та перевищення (з урахуванням їх знаків). Сума перевищень має дорівнювати половині різниці між сумою задніх і сумою передніх відліків на рейці в межах округлення, тобто:

$$\sum a - \sum b = \sum h_{вим} = \frac{1}{2} h_{вим} = h_{сер}.$$

Камеральні роботи. Передбачають обробку результатів нівелювання точок знімальної мережі з метою обчислення висоти кожної з них. Аналіз польових спостережень виконують стосовно кожного нівелірного ходу окремо.

Нижче, на прикладі нівелювання точок замкненого теодолітного ходу показано послідовність обробки результатів польових вимірювань та обчислення відміток точок замкненого нівелірного ходу з використанням одного репера (таблиця 4.5).

а) ***Замкнений нівелірний хід***

1. Знаходять нев’язку f_h перевищень замкненого ходу, таким чином:

$$f_h = \sum h_{сер}. \qquad (4.11)$$

Отриманий результат не повинен бути більшим допустимої нев’язки $f_{h_{доп}}$, тобто:

$$f_{h_{доп}} = 50 \text{ мм}\sqrt{L}, \qquad (4.12)$$

де L – довжина ходу, в км.

2. Розподіляють величину нев'язкі f_h на всі перевищення порівно, а саме:

$$\delta_{h_i} = -\frac{f_h}{n}. \qquad (4.13)$$

Записують ці величини в міліметрах над значенням кожного перевищення.

Для контролю правильності розподілу підраховують суму поправок. Вона має дорівнювати величині нев'язкі з протилежним знаком, тобто $-\lfloor\delta_h\rfloor = f_h$.

3. Обчислюють виправлені значення перевищень за такою формулою:

$$h_{вип} = h_i + \delta_h \qquad (4.14)$$

4. Записують у журнал червоним кольором висоту вихідного репера.

5. Обчислюють висоту точок ходу, скориставшись такою формулою:

$$H_{n+1} = H_n + h_{вип}, \qquad (4.15)$$

де H_{n+1} і H_n – висота відповідно наступної та попередньої точок ходу;

$h_{вип}$ – виправлене перевищення, взяте зі своїм знаком.

Посторінковий контроль обчислень:

$\sum З = 38371$ мм; $\sum П = 38416$ мм; $\sum h_{ср} = -22{,}5$ мм;

$\sum h = (\sum З - \sum П)/2 = (38371 - 38416)/2 = 45$ мм; $fh = \sum h_{сер} = -22{,}5$ мм;

$\sum h = 45/2 = -22$ мм; $fh_{доп} = 50 \text{ мм}\sqrt{L} = 50\sqrt{0{,}83} = 46$ мм.

Контролем правильності визначення висоти точок в замкненому ході є отримання в кінці обчислень висоти вихідної точки.

Таблиця 4.5 – Журнал нівелювання точок замкненого теодолітного ходу
Місце роботи с. Орловщина Дата 06.07.2022 р. Нівелір НВ-1 № 2154
Спостерігач Петренко О.П. Обчислювач Шевченко М.М.

№ станції	№ точки	Відлік на рейці, мм			Перевищення, мм			Горизонт приладу, м	Абсолютна позначка, *H*, м
		задній, *a*	передній, *b*	проміжний, *c*	виміряні *h* = *a* – *b*	середні	виправлені		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rp43	1525			304				54,760
		6208				+5			
	1		1221		305	304	309		
			5903						55,069
2	1	1783							
		6466							
	2		1333		450	+5			
			6015		451	450	455		55,524
3	2	1849							
		6531							
	3		1087		762	+4			
			5771		760	761	766		56,290
4	3	1029							
		5712							
	4		1884		–855	+4			
			6566		–854	–854	–850		55,440
5	4	1293							
		5975							
			1976		–683	+4			
	Rp 43		6660		–685	–684	–680		54,760

б) ***Розімкнений нівелірний хід***

Нижче наведено приклад послідовної обробки результатів польових вимірювань й обчислення відміток точок розімкненого ходу (таблиці 4.6) з використанням двох реперів (на початку та в кінці ходу).

1. Знаходять нев'язку f_h перевищення точок розімкненого ходу за такою формулою:

$$f_h = \sum h_{сер} - (H_{Рп\ 10} - H_{Рп\ 8}), \qquad (4.16)$$

де $\Sigma h_{сер}$ – сума середніх перевищень між початковою та кінцевою вихідними точками ходу; $H_{Рп10}$ і $H_{Рп8}$ – висота початкового та кінцевого вихідних реперів ходу відповідно.

2. Порівнюють величину нев'язкі з допустимою, знайденою з формули (4.12), і якщо $f_h \le f_{h_{доп}}$, то величину фактичної нев'язкі розподіляють із оберненим знаком порівну серед цих перевищень. Контроль розподілу нев'язкі, полягає в тому, що сума поправок має дорівнювати величині нев'язкі з протилежним знаком.

3. Обчислюють виправлені значення перевищень $h_{вип}$ за формулою (4.14).

4. Заносять у журнал червоним кольором висоту початкового та кінцевого реперів (таблиці 4.6).

5. Обчислюють висоту точок ходу за такою формулою 4.17:

$$H_{n-1} = H_n + h_{вип}, \qquad (4.17)$$

де H_{n-1} і H_n – висота відповідно наступної та попередньої точок ходу відповідно;

$h_{вип}$ – виправлена величина перевищення, взята із своїм знаком.

Посторінковий контроль обчислень:

$\sum З = 30729$; $\sum П = 30867$; $\sum h_{ср} = -68$ мм; $\sum h_т = -96$ мм,

$(\sum З - \sum П) / 2 = (30729 - 30867) / 2 = -68$ мм; $f_h = \sum h_{ср} - \sum h_т = +28$ мм;

$fh_{доп} = 50$ мм $\sqrt{L} = 50\ \sqrt{0{,}64} = 40$ мм.

Контролем правильності знаходження відміток у розімкненому ході буде отримання в кінці обчислень значення відмітки Rp 10.

Таблиця 4.6 – Журнал нівелювання точок розімкненого нівелірного ходу

Місце роботи с. Орловщина Дата 08.07.2019 р. Нівелір НВ-1 №12158

Спостерігач Петрук В.П. Обчислювач Авраменко М.О.

№ станції	№ точки	Відлік на рейці, мм			Перевищення, мм			Горизонт приладу, м	Абсолютна позначка, *H*, м
		задній, *a*	передній, *b*	проміжний, *c*	виміряні *h* = *a* – *b*	середні	виправлені		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rp8	1525							54.760
		6208			304	–7	297		
	1		1221		305	304			55.057
			5903						
2	1	1333							
		6015			–450	–7	457		
	2		1783		–451	–450			54.600
			6466						
3	2	1849							
		6531							
	3		1087		762	–7	754		55.354
			5771		760	761			
4	3	1294							
		5976							
			1976		–682	–7	–690		
	Rp 10		6660		–684	–683			54.664

4.3. Побудова координатної сітки

У цьому розділі описано методику виконання графічних робіт під час побудови планів місцевості за результатами горизонтального (ситуаційного) знімання.

Перед побудовою плану в заданому масштабі наносять згідно з координатами пункти знімальної основи, якими керувались виконуючи теодолітне знімання території. Для цього на папері будують координатну сітку, скориставшись лінійкою Ф.В. Дробишева (рисунок 4.5). Вона має шість вікон прямокутної форми, позначених числами від нуля до п'яти. Правий кінець лінійки віддалений від її початкової точки (початку відліку) на 70,711 см. Ця величина відповідає довжині діагоналі великого квадрата зі стороною 50 см. Лівий кінець кожного вікна, верхній край і правий кінець лінійки скошені. На скошеній частині нульового вікна (посередині) вигравіювано штрих. Перетин скошеного краю нульового вікна з цим штрихом (точка *а*) і є початком відліку лінійки.

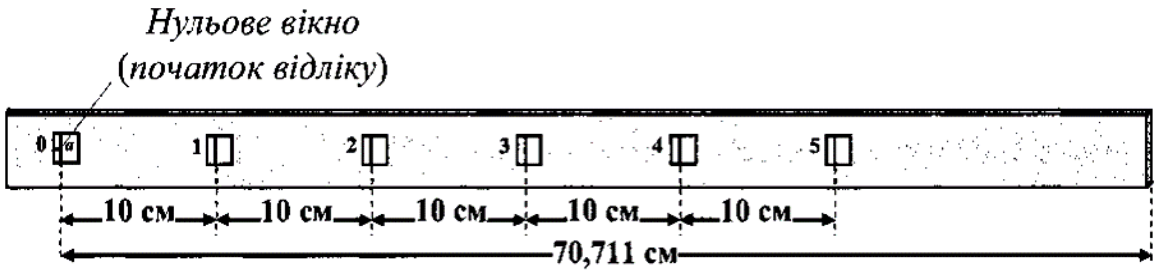


Рисунок 4.5 – Будова лінійки Ф.В. Дробишева

Скошений край нульового вікна лінійки утворює лінію, а скошені краї вікон 1, 2, 3, 4, 5 та правий кінець лінійки є дугами з радіусами 10, 20, 30, 40, 50 та 70,744 см відповідно та центром у точці *а.* Такою лінійкою можна побудувати сітку квадратів розміром 50×50 см. Розглянемо послідовність побудови координатної сітки.

Лінійку кладуть паралельно до нижнього краю (рисунок – 4.6, *а*) аркуша креслярського паперу і на відстані приблизно 5 см від нього прокреслюють уздовж скошеного верхнього краю лінійки добре загостреним олівцем (середньої твердості) лінію. Потім лінійку накладають на цю лінію (рисунок – 4.6, *б*) так, щоб її було видно посередині кожного віконця, а скошений край нульового вікна був на відстані приблизно 5 см від лівого краю паперу, далі наносять олівцем уздовж скошених країв віконець лінійки шість штрихів. Отже, на прокресленій лінії маємо дві крайні точки майбутньої координатної сітки (ліву й праву), відстань між якими дорівнює 50 см, при цьому утворимо позначення ліва – 1, а права – 2.

Повертають лінійку на 90° (можна використати косинець) і встановлюють точку початку відліку (на лінійці це *а*) на перетині лівого штриха з прокресленою лінією (рисунок 4.6, *в*). Наносять уздовж скошених країв вікон лінійки шість штрихів.

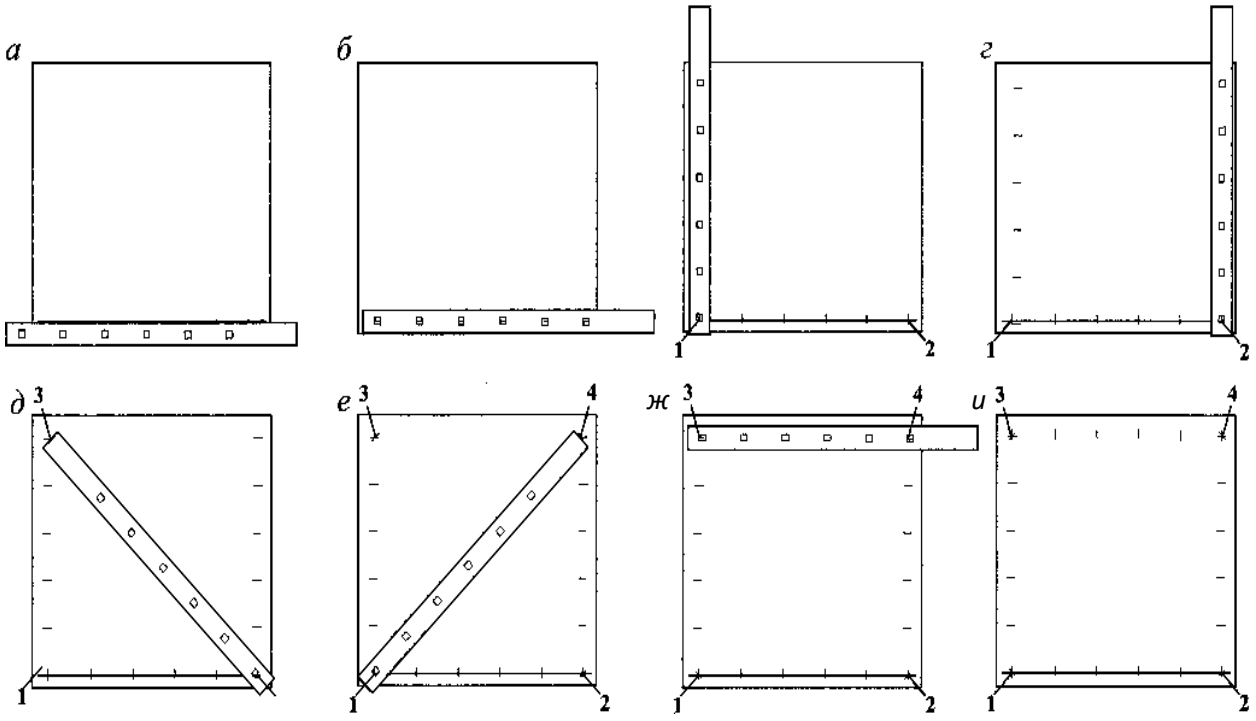


Рисунок 4.6 – Послідовність побудови координатної сітки

Далі встановлюють початок відліку лінійки перпендикулярно до прокресленої на папері лінії так, щоб його точка збігалась з перетином правого крайнього штриха з прокресленою на папері лінією (рисунок – 4.6, *д*). Наносять уздовж скошених країв вікон лінійки шість штрихів.

Щоб побудувати ще дві верхні крайні точки координатної сітки, лінійку укладають по діагоналі (рисунок – 4.6, *д*) так, щоб початок її відліку опинився в точці перетину правого крайнього штриха і прокресленої на аркуші лінії (точкою 2), а скошений край кінця лінійки зайняв положення верхнього лівого позначеного на папері штриха. Далі по скошеному краю кінця лінійки проводять лінію (до точки 3).

У результаті побудови маємо три вершини квадрата координатної сітки розміром 50 см.

Аби визначити четверту точку квадрата, лінійку укладають по діагоналі (рисунок 4.6, *е*) так, щоб точка початку відліку розташувалася на місці точки 1, а скошений край кінця лінійки – у положенні верхнього правого штриха. Далі по скошеному краю кінця лінійки проводять лінію (до точка 4).

Контролюють правильність побудови точок 3 та 4, тобто відстань між ними має дорівнювати 50 см. Для цього лінійку кладуть так, щоб точка початку відліку (рисунок 4. 6, *ж*) зайняла положення точки 3, а горизонтальний штрих (точка 4) був на середині скошеного краю останнього (5) вікна лінійки. На

скошені краї вікон лінійки наносять штрихи. Якщо штрих, проставлений у місці останнього вікна лінійки (рисунок 4. 6, *ж*), проходить через точку 4 або утворює з лініями побудови трикутник, найдовша сторона якого не перевишує 0,2 мм, то координатну сітку виконано правильно, а положення точки 4 вважають центром утвореного трикутника. Якщо умову не виконано, то координатну сітку будують повторно.

Усі нанесені штрихи з'єднують прямими лініями, утворюючи координатну сітку. При цьому перевіряють також правильність побудови квадратів, визначивши довжину діагоналей кожного із них. Для цього порівнюють кожну діагональ з розхилом циркуля, довжину якого визначено таким чином: $\sqrt{200}$ = 14,12 см. Відхилення від цієї величини не повинно перевищувати 0,2 мм.

Сітку квадратів оцифровують, тобто показують, яким віддалям від початку координат відповідають її горизонтальні та вертикальні лінії. У довільній системі оцифровування координатної сітки має відповідати зменшеній (відповідно до масштабу карти) прямокутній системі координат.

Лінії координатної сітки оцифровують згідно з координатами пунктів, які потрібно нанести на план певного масштабу.

Наприклад, складаючи план у масштабі 1:1 000, координатну сітку (рисунок – 4.7) підписують через кожні 100 м, а її крайні лінії позначають числами, кратними 0,1 км (тобто 0,0; 0,1; 0,2; 0,3;… 1,0 км).

4.3.1. Нанесення на план пунктів теодолітно-нівелірного ходу за їхніми координатами

Перевіривши правильність побудови координатної сітки, на план наносять вершини полігонів, діагональних ходів, усі інші точки ділянки, координати яких обчислені.

Нехай координати точок дано в умовній, довільній системі координат. Спочатку згідно з координатами визначають квадрат, у якому повина міститися відповідна точка, а потім відкладають уздовж його сторін не повні величини абсцис і ординат, а тільки різниці координат точки і відповідної лінії координатної сітки.

Наприклад, якщо координати точки 1: X = 248,67 м і Y = 436,88 м, а довжина сторони квадрата в заданому масштабі плану дорівнює 100 м, то на стороні відповідного квадрата потрібно буде відкласти вгору таку величину: 248,67 – 200 = 48,67 м, а праворуч таку: 436,88 – 400 = =36,88 м. У масштабі плану необхідно по осі x відкласти 4,9 см, а по осі y 3,7 см. З'єднавши паралельними до координатної сітки лініями нанесені на плані відповідні точки, отримаємо на їх перетині місце шуканої точки 1 (рисунок 4.7).

Правильність нанесення на плані кожної точки перевіряють, визначаючи за допомогою циркуля-вимірника та поперечного масштабу відстань між

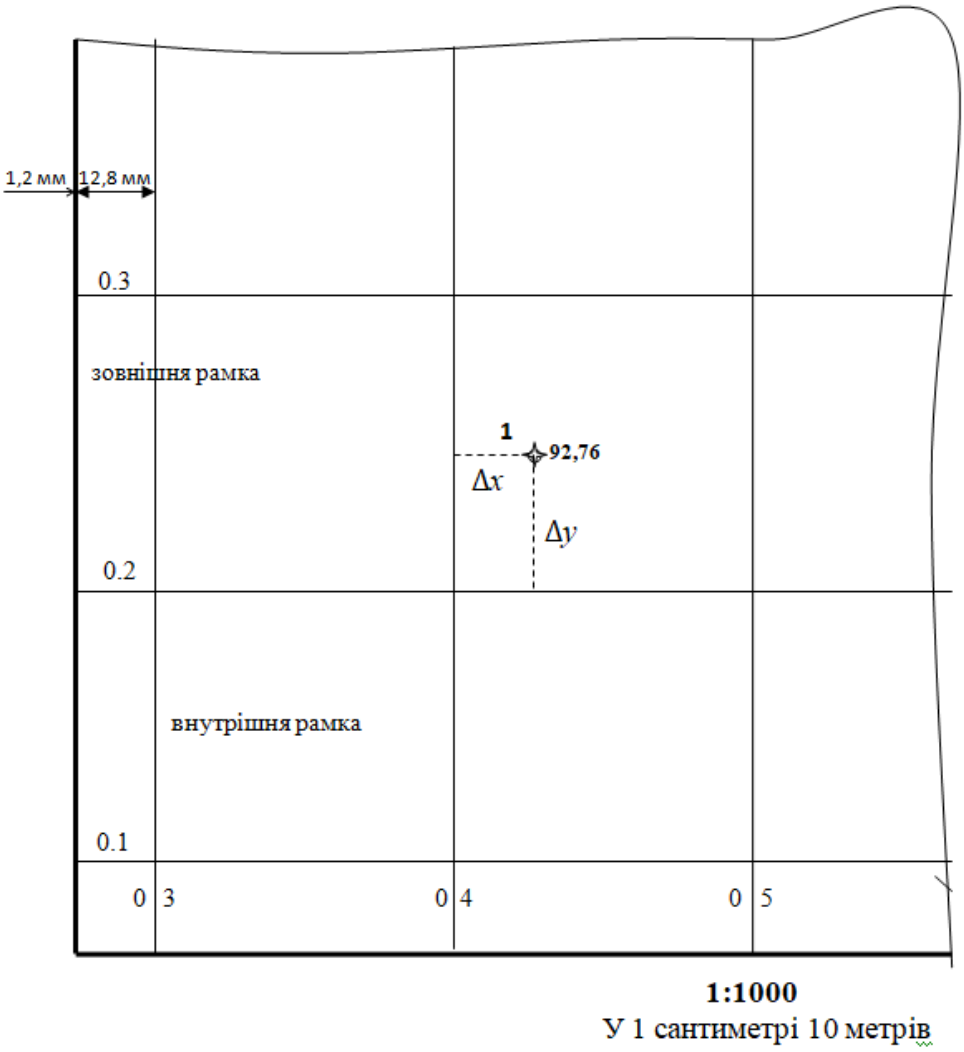


Рисунок 4.7 – Зразок нанесення точки за координатами на план масштабу 1:1 000

щойно нанесеною і попередньою точками і порівнюють результати з довжиною горизонтальної проєкції, що відповідає цій лінії, виміряній на місцевості. Нанесена точка позначається: зліва номер точки справа висотна відмітка, округлена до сотих метрів (рисунок –4,7). Розходження між результатами вимірювання не повинно перевищувати 0,2 мм у масштабі плану.

5. ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ МІСЦЕВОСТІ

5.1. Суть тахеометричного знімання

Тахеометрична зйомка є топографічною (контурно-висотною), в результаті якої отримують план місцевості зі змалюванням ситуації і рельєфу. Тахеометрична зйомка виконується самостійно для створення планів невеликих ділянок місцевості у великих масштабах (1:500 – 1:5 000).

Слово *"**тахеометрія**"* в перекладі з грецького означає "швидкий вимір", Швидкість вимірів при тахеометричній зйомці досягається тим, що положення точки місцевості, що знімається, в плані і по висоті визначається при одному наведенні труби приладу на рейку, встановлену в цій точці.

Тахеометрична зйомка виконується за допомогою технічних теодолітів або спеціальних приладів – тахеометрів.

При використанні технічних, теодолітів суть тахеометричної зйомки зводиться до визначення просторових полярних координат (β, ν, S) точок місцевості і подальшого нанесення цих точок на план. При цьому горизонтальний кут β між початковим напрямом і напрямом на точку, що знімається, вимірюється за допомогою горизонтального круга, вертикальний кут ν – вертикального круга теодоліта, а відстань до точки S – далекоміром. Таким чином, планове положення точок, що знімаються, визначається полярним способом (координатами β, d), а перевищення. точок – методом тригонометричного нівелювання (3.4.2), з використанням тахеометричних рейок спрощує обчислення перевищень. Якщо зорову трубу навести на висоту приладу, тобто $l = i$, то формула тригонометричного нівелювання набуває вигляду:

$$h = d \cdot \mathrm{tg}\nu.$$

Для виконання тахеометричного знімання можна використовувати нівелірні рейки (рисунок 3.3).

5.2. Знімальна основа для тахеометричного знімання

Планово-висотну основу тахеометричної зйомки складають пункти державної геодезичної опорної мережі (ДГМ), мереж згущування і знімальної мережі. Знімальна геодезична мережа створюється у вигляді теодолітно-нівелірних ходів при зйомці рельєфу з перерізом до 1 м.

У ***теодолітно-нівелірних ходах*** сторони вимірюються мірною стрічкою горизонтальні кути – технічними теодолітами, а перевищення точок ходу – методом геометричного нівелювання (4.2.1).

Зйомка ситуації і рельєфу може виконуватися одночасно з прокладанням теодолітних ходів або після того, як ходи прокладені. У першому випадку на кожній станції спочатку роблять усі виміри, пов'язані з прокладанням ходів знімального обґрунтування, а потім виконують зйомку ситуації і рельєфу.

Зйомка місцевих предметів, контурів і рельєфу місцевості робиться, як правило, полярним способом; у виняткових випадках (при зйомці недоступних місцевих предметів) застосовується спосіб кутових зарубок.

Перевищення точок місцевості визначають тригонометричним нівелюванням; у рівнинній місцевості перевищення можна визначати горизонтальним променем, користуючись теодолітом як нівеліром, т. е. встановивши візирну вісь труби теодоліта в горизонтальне положення.

Горизонтальні і вертикальні кути вимірюють при одному положенні зорової труби приладу, полярні відстані – нитяним далекоміром.

Навколо кожної станції намічають рейкові (пікетні) точки, необхідна кількість яких залежить від характеру рельєфу, складності ситуації і масштабу зйомки. Рейкові точки вибирають на характерних точках рельєфу – на вершинах і підошвах пагорбів, на дні і бровках улоговини і ярів, по лініях вододілів і водозливів, на перегинах скатів і сідловині, а також в характерних точках контурів і у місцевих предметів.

Для зображення рельєфу встановлюють рейку на усіх точках перегинів місцевості по характерних лініях рельєфу з таким розрахунком, щоб скат між сусідніми рейковими точками можна було вважати рівномірним, допускаючи коливання в межах не більше половини висоти перерізу рельєфу горизонталями.

В основу топографічного знімання покладено принцип “від загального до конкретного”, тобто спочатку визначають взаємне розміщення основних (опорних) точок, створюють знімальну основу, а потім виконують знімання об’єктів та рельєфу. Закінчують роботу складанням топографічного плану ділянки (Додаток 3).

5.3. Послідовність роботи на станції

Тахеометричну зйомку виконує бригада, в яку входять: виконавець робіт (який виконує вимірювання тахеометром); помічник, який записує результати спостережень в журнал тахеометричного ходу і виконує обчислення на станції та двох реєчників.

Над пунктом 1 встановлюють теодоліт так, щоб його вісь була прямовисною і проходила через центр пункту. Тобто теодоліт нівелюють і центрують. Послідовність виконання цих дій детально описано в розділі 3.3.1. для теодолітів.

Теодоліт центрують нитковим виском.

Після цього теодоліт орієнтують, тобто:

- діоптрійним кільцем окуляра зорової труби добиваються чіткого зображення сітки ниток, а діоптрійним кільцем відлікового пристрою чіткого зображення штрихів лімба і шкали (відлікового індексу);
- повертаючи алідаду, знаходять таке її положення, коли відлік горизонтального круга дорівнюватиме 0°00,0';
- закріплюють алідаду; відкріпляють закріпний гвинт лімба (горизонтального круга) і наводять зорову трубу (спочатку приблизно) за допомогою оптичного візира на рейку, встановлену на сусідньому пункті 2;
- закріплюють лімб;
- фокусувальним гвинтом зорової труби добиваються чіткого зображення рейки і за допомогою навідного гвинта лімба та зорової труби вертикальний штрих сітки ниток наводять точно на рейку.

У результаті в пункті 2 теодоліт зцентрований над пунктом, знівельований і відлік горизонтального круга дорівнює 0°00,0' коли зорова труба наведена на сусідній пункт 1, тобто прилад приведений в робоче положення.

- вимірюють рулеткою (або рейкою) висоту приладу *і*. Його значення записують в журнал та відкладають на рейках. У журналі вказують дату, погоду, прізвище спостерігача та його помічника.

Тахеометрична зйомка може виконуватися як при кругу право (*КП*) так кругу ліво (*КЛ*).

Після цього виконують знімання пікетних точок зі станції 1 (таб. 5,1):

1. встановлюють прямовисно рейку на вибраний пікет;

записують у графу 1 журналу і на абрисі номер пікету. У графі 11 "абрис" зазначають, де встановлено рейку;

2. спрямовують сітку ниток на цю рейку так, щоб вертикальна нитка потрапляла на середину поділок рейки, а середня горизонтальна нитка була близько до відліку висоти приладу;

3. спрямовують віддалемірний штрих сітки ниток на початок ближнього дециметра, а другим відлічують шкалу рейки, тобто вимірюють віддаль і записують її значення у графу 2 журналу;

4. спрямовують середню горизонтальну нитку на відкладену на рейці висоту приладу, відлічують горизонтальний та вертикальний круг і відлік записують у колонки 4 і 5 журналу відповідно.

5. Обертанням алідади візують на наступну рейкову точку і повторюють ті ж дії.

Якщо неможливо навести горизонтальний штрих сітки ниток на висоту приладу, відкладену на рейці (наприклад, ця поділка закрита рослинністю, забудовами, огорожами тощо), середній горизонтальний штрих сітки ниток наводять на іншу ділянку рейки, як правило, на відлік 2 м чи 2,5 м на рейці. У такому разі у журналі навпроти пікету у графу 3 записують висоту наведення.

Після кожного візування на рейку визначають:

- відстань до рейкової точки (нитяним далекоміром) – графа 2;
- висоту наведення (за середньою горизонтальною ниткою сітки) - графа 3;
- беруть відлік на горизонтальному і на вертикальному крузі – графа 4 і 5.

5.4. Камеральна обробка результатів тахеометричної зйомки

Камеральні роботи при тахеометричної зйомці включають: 1) перевірку польових журналів вимірів; 2) обчислення планових і висотних координат (*x, y, H*) точок тахеометричних ходів; 3) обчислення відміток рейкових точок на кожній станції; 4) складання топографічного плану місцевості.

Перевірка записів і обчислень в польових журналах робиться в дві руки (спостерігачем і його помічником) таблиця 5.1. При цьому наново обчислюють горизонтальні і вертикальні кути, горизонтальні прокладення, перевищення точок тахеометричних ходів. Виявлені погрішності усуваються шляхом відповідних виправлень.

Обробку журналу виконують у такому порядку:

1. За відліками по вертикальному кругу (графа 6) визначають кути нахилу за однією з формул:

$\nu = КЛ - МО$ або $\nu = МО - КП - 180^{\circ}$,

де *КЛ* та *КП* – відлік по вертикальному кругу відповідно при кругі ліво або при кругі право; *МО* – місце нуля вертикального круга.

При цьому слід мати на увазі, що до величин відліків *КП*, *КЛ*, *МО*, меншим за 90º, необхідно додавати 360º. Результати записують до графи 6 із зазначенням знака (+) або (–).

2. Визначають горизонтальне прокладання (*d*) та перевищення (*h*') за спеціальними тахеометричними таблицями або за формулами:

$$d = D \cdot \cos^2 \nu,$$

$$h' = \frac{D}{2} \cdot \sin 2\nu.$$

$$h' = d \cdot tg\nu$$

де *D* – відстань, визначена по рейці (графа 2); *v* – кут нахилу.
Результати записують до граф 7 і 8 із зазначенням знака перевищення.
3. Обчислюють перевищення точки спостереження над станцією за формулою:

$$h = h' + i - l,$$

де *i* - висота інструменту; *l* – висота наведення.
Результати записують до графи 9 із зазначенням знака перевищення.

Якщо висота приладу і висота наведення однакові, перевищення з колонки 8 переписується в колонку 9.

4. Обчислюють висотні відмітки точок спостереження за такою формулою:

$$H_i = H_{ст} + h_i$$

де *Н*ст. - висотна відмітка станції.

Результати записують до графи 10.

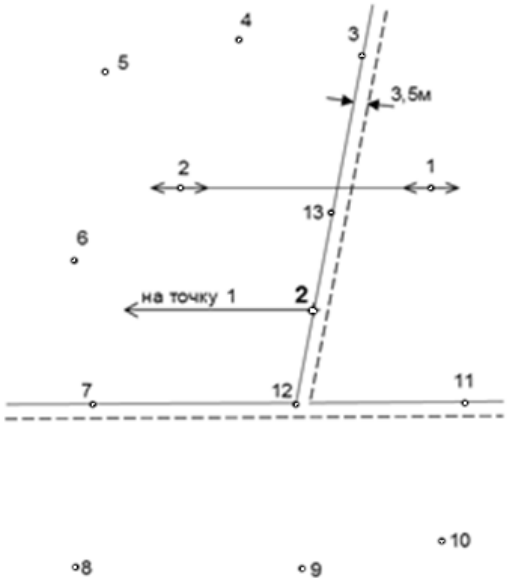
На цьому закінчується обробка журналу тахеометричної зйомки (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Журнал тахеометричної зйомки

Назва станції 2 Висота приладу i = 1,40 Круг ліво (*КЛ*) Теодоліт 2Т30М

Орієнтування на 1 Коефіцієнт віддаленіра K= 100 МО = 0˚02′ $H_{ст}$ = 94,30 м

№ рейкових точок	Відстань до рейкових точок, D, м	Висота наведення l м	Відлік на горизонтальному крузі		Відлік на вертикальному крузі		Кут нахилу, ν			Горизонтальна проєкція, $d=D\times\cos^2\nu$	Перевищення $h'=d\times\operatorname{tg}\nu$	Перевищення $h=h'+i-l$, м	Абсолютні відмітки рейкових точок, Н, м	Абрис
			°	′	°	′	+ -	°	′					
1	2	3	4		5		6			7	8	9	10	11
1	90,5	1,40	146	24	0	45	+	0	43	90,5	+1,13	+1,13	95,43	
2	51,0	1,40	84	30	2	00	+	1	58	51,0	+1,75	+1,75	96,05	
3	123,5	1,40	117	05	1	06	+	1	04	123,4	+2,30	+2,30	96,60	
4	101,5	1,40	85	00	1	37	+	1	35	101,4	+2,80	+2,80	97,10	
5	106,0	1,40	58	30	1	34	+	1	32	105,9	+2,83	+2,83	97,13	
6	69,0	1,40	17	30	0	51	+	0	49	69,0	+0,98	+0,98	95,28	
7	62,0	1,40	335	38	359	37	-	0	25	62,0	-0,45	-1,05	94,05	
8	106,6	1,40	301	30	358	41	-	1	21	106,5	-2,51	-3,11	93,09	
9	94,5	2,00	268	13	358	38	-	1	24	94,4	-2,31	-2,91	91,39	
10	101,5	2,00	232	51	358	47	-	1	15	101,4	-2,21	-2,81	91,49	
11	86,5	1,40	197	44	359	10	-	0	52	86,5	-1,31	-1,91	92,39	
12	42,0	1,40	219	38	358	37	-	1	25	42,0	-1,04	-1,64	92,66	
13	59,5	1,40	137	45	1	05	+	1	03	59,5	+1,09	+1,09	95,39	



5.5. Складання топографічного плану

Після закінчення обчислювальних робіт переходять до складання плану зйомки. Нанесення на план рейкових точок робиться полярним способом за допомогою кругового транспортира і масштабної лінійки.

Центр транспортира сполучають зі станцією знімання. Нульову поділку орієнтують на вихідний напрямок. Відраховують виміряний при зніманні горизонтальний кут між вихідною лінією і напрямком на точку тахеометричного знімання (рисунок 5.1) і вздовж отриманого напрямку в масштабі плану відкладають горизонтальне прокладення *d* за допомогою лінійки. Таким чином отримують положення шуканої точки. Підписують її номер і відмітку.

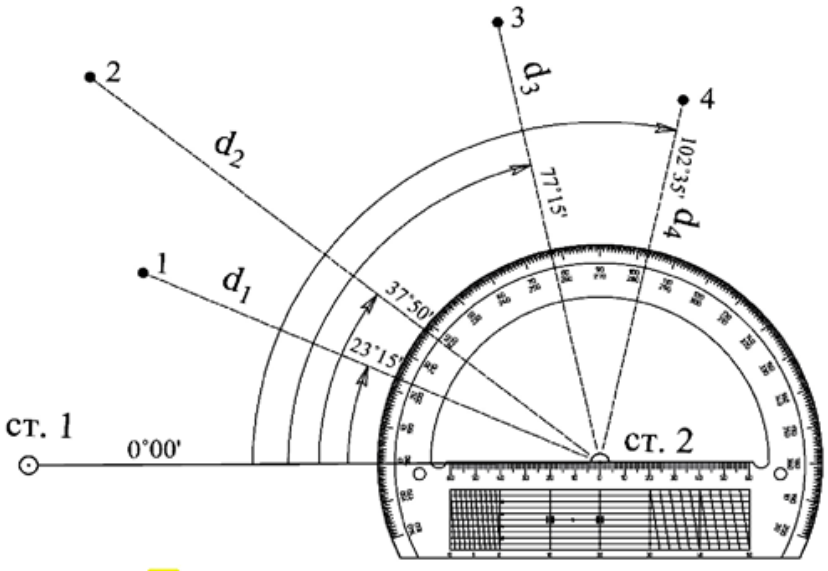


Рисунок 5.1 – Нанесення точок тахеометричної зйомки за допомогою транспортира

При нанесенні ситуації, знятої способом перпендикулярів, від лінії знімальної основи відкладають відстані *X* та *У* до кожної точки у масштабі плану. Перпендикуляри будують прямокутними трикутниками.

За способом кутових засічок на плані транспортиром будують виміряні кути від лінії знімальної основи і на перетині отриманих напрямків знаходять положення шуканої точки.

За способом лінійних засічок циркулем роблять засічку довжинами виміряних ліній у масштабі плану і на перетині отримують шукану точку.

За способом створів у масштабі плану відкладають за створом лінії виміряні відрізки.

Згідно з абрисом і примітками в польових журналах (таблиця 5.1) викреслюють контури і предмети місцевості. По відмітках рейкових точок, користуючись методом графічної інтерполяції, проводять горизонталі; при

цьому інтерполяцію виконують тільки по напрямах, відмічених на абрисі стрілками.

Побудова горизонталей. Визначають (інтерполюють) значення висот горизонталей відповідно до висот точок тахеометричного знімання і висоти перерізу рельєфу. Горизонталь – це плавна крива лінія, яка з'єднає точки з однаковими відмітками. Відстань *h* між січними площинами називають – висотою перерізу рельєфу.

Інтерполяцію виконують за допомогою палетки. (прозорої плівки або кальки, на якій нанесені горизонтальні паралельні лінії). Лінії палетки підписують згідно з відмітками горизонталей. В даному випадку висота перерізу рельєфу $h = 0{,}5$ м.

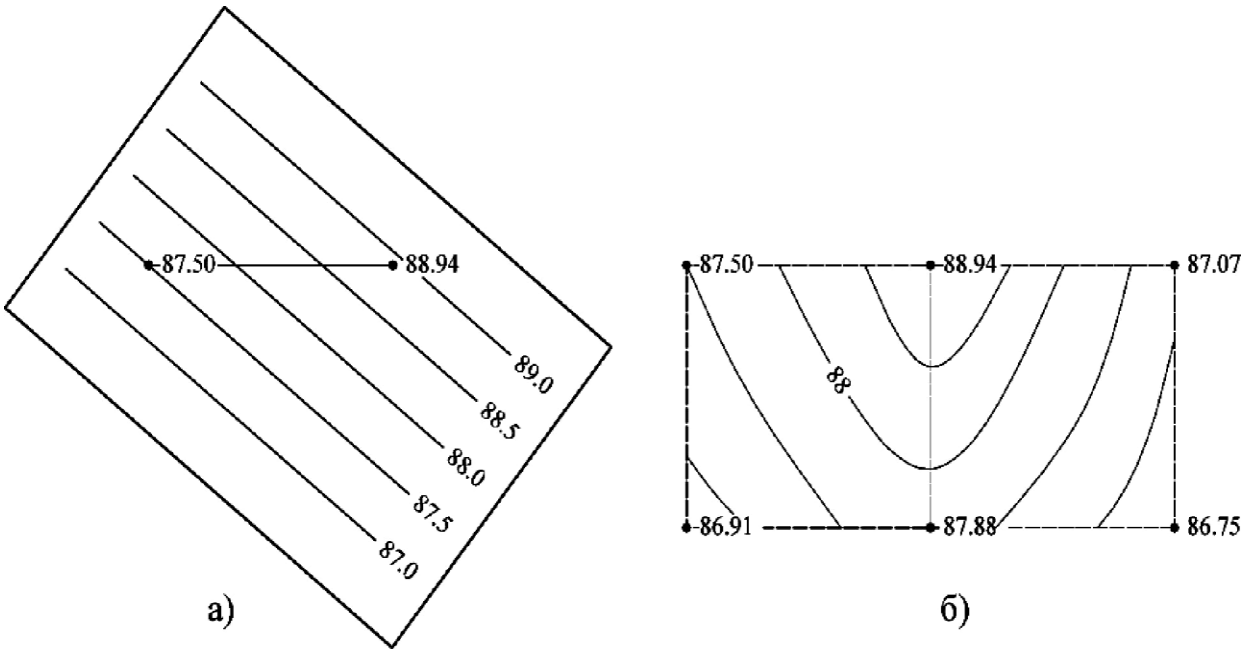


Рисунок 5.2 – Побудова горизонталей (а – інтерполяція за допомогою палетки; б – проведення горизонталей на плані)

Накладають палетку на точки плану і розвертають так, щоб вони знаходились на відповідних відмітках (рисунок 5.2, а). На перетині ліній якою з'єднані точки з підписаними лініями палетки, отримують відмітки горизонталей. Таким чином визначають положення горизонталей між усіма суміжними точками. Точки з однаковими відмітками з'єднують плавними кривими лініями – горизонталями (рисунок 5.2, б).

Не слід проводити горизонталі через зображення будов (споруд), кар'єрів, ярів, водних об'єктів, доріг та ін. Для полегшення сприйняття рельєфу і визначення відміток точок на плані кожна п'ята (іноді четверта) горизонталь проводиться потовщеною; у розриві таких горизонталей підписуються їх відмітки основою цифр у бік пониження схилу.

У ряді випадків для зображення дрібних, але важливих подробиць рельєфу проводять напівгоризонталі. На замкнутих горизонталях і в місцях, де можуть

виникнути утруднення в читанні рельєфу, перпендикулярно до них ставлять так звані скат-штрихи. У характерних точок рельєфу (вершина пагорба, дно улоговини або сідловини, повороти і розгалуження ліній вододілів і тальвегів, урізання води річок, струмків і водойм та ін.) на плані підписують їх відмітки.

Складений в олівці план зйомки звіряють з місцевістю і у разі потреби виконують контрольні виміри Відкоригований план викреслюють тушшю відповідно до діючих умовних знаків (Додаток 2).

На рисунку 5.3 зображено топографічний план ділянки місцевості.

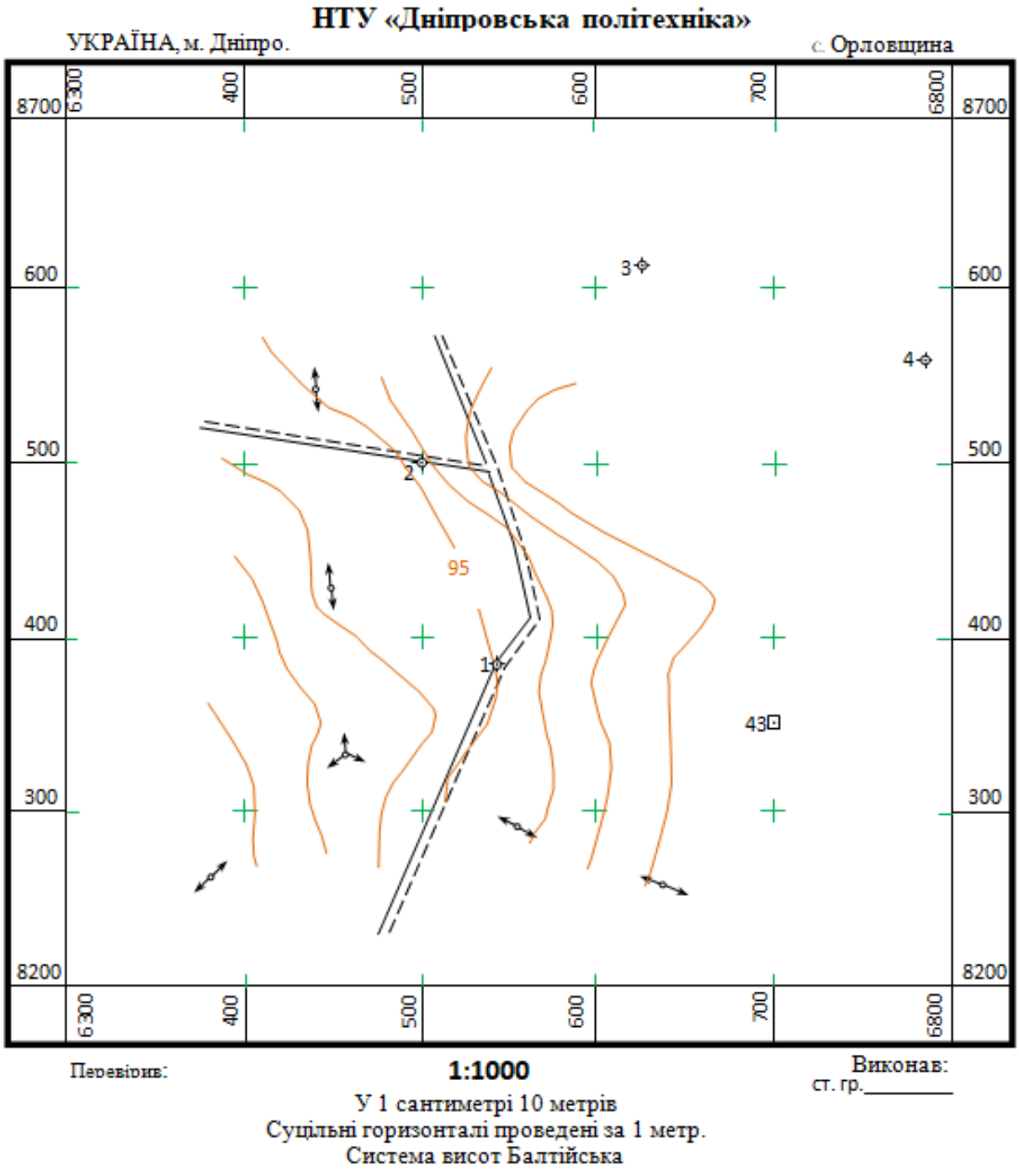


Рисунок 5.3 – Топографічний план ділянки місцевості

5.6. Питання для самоконтролю до розділів 4 і 5

1. Що називається теодолітною зйомкою місцевості?
2. Які види теодолітних ходів ви знаєте?
3. З яких етапів складається теодолітна зйомка?
4. Що таке рекогносцировка місцевості?
5. З чого складається державна геодезична мережа (ДГМ)?
6. Яким методом будуються знімальні мережі?
7. Чим закріплюються вершини теодолітних ходів на місцевості?
8. Що означає слово "спирається"?
9. У якій послідовності виконують знімання ділянки місцевості?
10. Які способи знімання ситуації ви знаєте?
11. З чого складаються камеральні роботи при теодолітної зйомки?
12. Що включають в себе обчислювальні роботи?
13. Яка послідовність обчислення результатів вимірювань у замкнутому теодолітному ході?
14. В замкнутому теодолітному ході з n=5 вершин, сума виміряних кутів $539^{\circ}\,57{,}2''$. Обчислити кутову нев'язкі і порівняти її з допустимою?
15. В замкнутому теодолітному ході лінійні нев'язкі склали: fx=0,34 м, fy=0,26 м. Обчислити абсолютну і відносну нев'язкі, якщо периметр ходу 785,85 м? Зробити висновок?
16. Назвіть послідовність обчислення результатів вимірювань у розімкненому теодолітному ході?
17. В розімкненому теодолітному ході з n=6 вершин, сума виміряних кутів $984^{\circ}\,30{,}5'$. Обчислити кутову нев'язкі якщо: $\alpha_к=72^{\circ}56{,}8'$, $\alpha_п=178^{\circ}24{,}1'$ (виміряні ліві по ходу кути) і порівняти її з допустимою?
18. В розімкненому теодолітному ході лінійні нев'язкі склали: f_x=0,36 м, f_y=0,28 м. Обчислити абсолютну і відносну нев'язкі, якщо периметр ходу 956,19 м? Зробити висновок?
19. Як розподіляються поправки в виміряні кути і прирости координат?
20. Послідовність побудови координатної сітки?
21. Як наносяться точки теодолітного ходу за їх координатами?
22. Які приналежності необхідно мати для нанесення ситуації?
23. З якою метою виконується вертикальна зйомка?
24. Які ходи геометричного нівелювання ви знаєте?
25. Назвіть послідовність камеральної обробки замкнутого нівелірного ходу?
26. Яка послідовність камеральної обробки розімкнутого нівелірного ходу?
27. Що таке тахеометрична зйомка?
28. Яким чином визначаються планове та висотне положення точок при тахеометричної зйомці?
29. За якими формулами обчислюються перевищення і горизонтальне прокладання при тахеометричній зйомці?
30. Які прилади застосовуються при тахеометричній зйомці?
31. За допомогою чого наносяться точки тахеометричної зйомки на план?
32. Яким методом визначають положення горизонталей на плані?

6 . РОЗВ′ЯЗУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАДАЧ

6.1. Геодезична підготовка даних для перенесення проєкту об’єкта в натуру

Аби перенести проєкт інженерної споруди на місцевість, виконують розмічувальні креслення, на яких показують усі необхідні для цього дані: координати, позначки, відстані, уклони, елементи кутових і лінійних побудов. Геодезична підготовка вихідних даних передбачає використання графічного, аналітичного і графоаналітичного способів.

Наприклад, застосовуючи останній, домагаються більш оперативної підготовки даних із забезпеченням достатньої точності побудов. Отже, в будівельній практиці графоаналітичний спосіб переважає.

Координати точок об'єкта, який виноситься в натуру, при цьому визначать графічно з плану, координати пунктів опорної мережі беруть з відомості або каталогу координат, а величини дирекційних кутів і відстаней обчислюють за формулами оберненої геодезичної задачі.

6.2. Винесення проєкту свердловини на місцевість

Перенесення проєкту в натуру – процес, зворотний до знімання. Якщо за результатами знімання зображують контури елементів топографічної ситуації та рельєф на плані, то перенесення проєкту в натуру, навпаки, передбачає розрахунок геодезичних даних (кутів, вимірювання ліній, нанесеннями відміток), на базі яких з допомогою геодезичних приладів визначають розташування запроєктованої споруди на місцевості.

Наприклад, центр запроєктованого шахтного стовбура задають проєктом у вигляді координат ($X_ц$, $У_ц$), до того ці координати можуть визначатися графічно на топографічному плані, де проєктувальник встановлює положення цього об’єкта.

Для цього необхідно виконати такі дії:

– запроєктувати свердловину на топографічній основі;

– виконати геодезичну прив’язку проєкту свердловини до точок знімальної мережі;

– побудувати розмічувальне креслення з використанням заданих параметрів;

– винести запроєктовану свердловину на місцевість.

6.2.1. Проєктування свердловини на топографічній основі

Керівник практики знаходить на топографічній основі положення центра майбутньої свердловини, яку необхідно винести на місцевість (у натуру). При цьому, належить врахувати зручність вимірювання відстані до майбутньої свердловини та кутів, утворених лініями теодолітного ходу, проведеними від точок знімальної мережі, наприклад, 43 і 1 (рисунок 6.1).

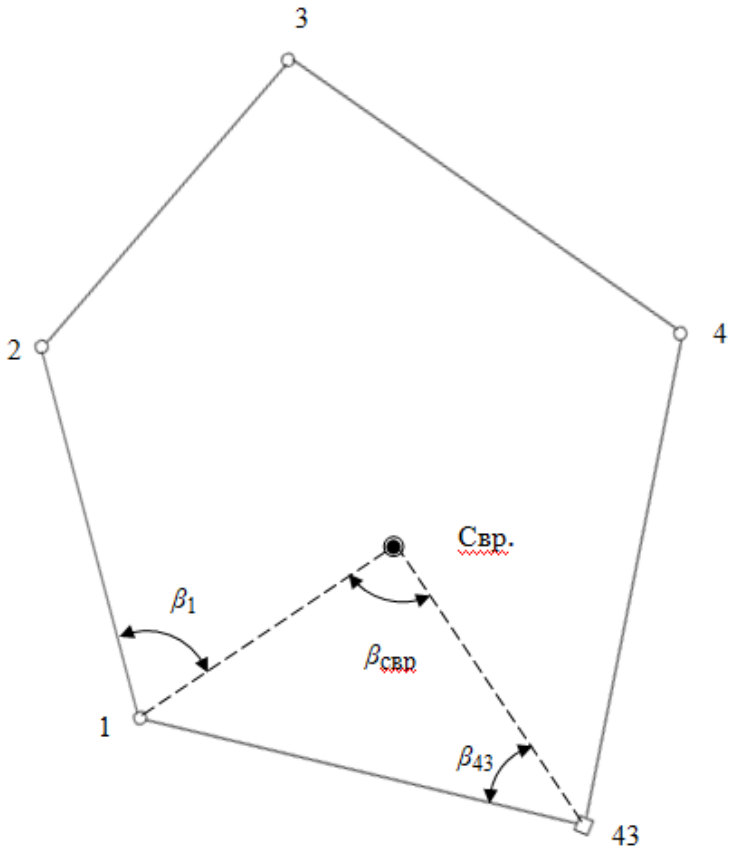


Рисунок 6.1 – Схема проєкту свердловини на топографічній основі

6.2.2. Геодезична прив'язка проєкту свердловини до місцевості

Під час навчальної практики для виконання розрахунку елементів винесення центра свердловини в натуру запропоновано скористатись графоаналітичним способом.

Графоаналітичний розрахунок геометричних параметрів **об'єкта**. Його виконують з метою винесення проєктних осей будівель та споруд, геологічних свердловин і шахтних стовбурів, враховуючи розташування пунктів геодезичної основи поблизу об'єкта, який потрібно винести в натуру. Розташування проєктної свердловини на місцевості визначають шляхом побудови проєктних кутів β_{43} і β_1 та розрахунку проєктної довжини $d_{43\text{-}свр}$ і $d_{1\text{-}свр}$. Проєктні значення параметрів β і d обчислюють, розв'язуючи обернену геодезичну задачу. Центр запроєктованої свердловини задають у вигляді координат ($X_{свр}$, $У_{свр}$), до того ж їх можна визначити графічно на топографічному плані, де зафіксовано положення центра свердловини.

Розглянемо на прикладі графоаналітичний розрахунок параметрів запроєктованої свердловини відносно точок знімальної основи (рисунок – 6.1).

Наприклад, маємо відомі координати точки 4 і 3 знімальної основи, а саме: X_{43} = 8389,55 м; $У_{43}$ = 6701,74 м; X_1 = 8390,77 м; $У_1$ = 6550,17 м; дирекційний кут

напрямку $\alpha_{43\text{-}1} = 270^{\circ}28'$ сторони 43–1, а також напрямку $\alpha_{1\text{-}2}$ сторони 1–2 (дані про цей кут взято з відомості обчислення координат); проєктні координати свердловини $X_{\text{свр}} = 8445{,}36$ м; $Y_{\text{свр.}} = 6621{,}31$ м (визначено графічно з плану).

Розрахунок виконують у такій послідовності:

Знаходять дирекційний кут напрямку $\alpha_{43\text{-свр}}$, тобто

$$r_{43\text{–свр}} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{\text{свр}} - Y_{43}}{X_{\text{свр}} - X_{43}} = \frac{6621{,}31 - 6701{,}74}{8445{,}36 - 8389{,}55} = \frac{-80{,}43}{+55{,}81} = 55^{\circ}15';$$

оскільки ΔX має знак (+), а ΔY – (–); це четверта чверть, то дирекційний кут напрямку $\alpha_{43\text{-свр}}$ набуває такого значення:

$$\alpha_{43\text{-свр}} = 360^{\circ} - r_{43\text{-свр}} = 360^{\circ} - 55^{\circ}15' = 304^{\circ}45'.$$

Розраховуємо величину проєктного кута β_{43}, а саме:

$$\beta_{43} = \alpha_{43\text{-свр}} - \alpha_{43\text{-}1} = 304^{\circ}45' - 270^{\circ}28' = 34^{\circ}17'.$$

Обчислюємо проєктну довжину (горизонтальне прокладання) лінії від пункту 43 до свердловини $d_{43\text{-свр}}$ за такими формулами:

$$d_{пр} = d_{43\text{–свр}} = \frac{\Delta x_{43\text{–свр}}}{\cos\alpha_{43\text{–свр}}} = \frac{55{,}81}{\cos 304^{\circ}45'} = \frac{55{,}81}{0{,}5699968} = 97{,}91 \text{ м};$$

$$d_{пр} = d_{43\text{–свр}} = \frac{\Delta y_{43\text{–свр}}}{\sin\alpha_{43\text{–свр}}} = \frac{80{,}43}{\sin 304^{\circ}45'} = \frac{80{,}43}{0{,}8216469} = 97{,}89 \text{ м};$$

$$d_{пр.} = d_{43\text{-свр.}} = 97{,}90 \text{ м}.$$

Аналогічно розраховують довжину лінії від точки 1.

Для цього знаходимо дирекційний кут напрямку $\alpha_{1\text{-свр}}$, а саме:

$$r_{1\text{–свр}} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{\text{свр}} - Y_1}{X_{\text{свр}} - X_1} = \frac{6621{,}31 - 6550{,}17}{8445{,}36 - 8390{,}77} = \frac{+71{,}14}{+54{,}59} = 52^{\circ}30',$$

оскільки Δx має знак (+), а Δy – (+); це перша чверть, то дирекційний кут напрямку $\alpha_{43\text{-свр}}$ набуває такого значення:

$$\alpha_{1\text{-свр}} = r_{1\text{-свр}} = 52^{\circ}30'.$$

Розраховуємо проєктний кут β_1, тобто

$$\beta_1 = \alpha_{1\text{-свр}} + 360^{\circ} - \alpha_{1\text{-}2} = 52^{\circ}30' + 360' - 335^{\circ}19' = 77^{\circ}11'.$$

Обчислюємо проєктну довжину (горизонтального прокладання) лінії від пункту 1 до свердловини $d_{1\text{-свр}}$ за такими формулами:

$$d_{\text{gh}} = d_{1\text{–свр}} = \frac{\Delta x_{1\text{–свр}}}{\cos\alpha_{1\text{–свр}}} = \frac{54{,}59}{\cos 52^{\circ}30'} = \frac{54{,}59}{0{,}60876143} = 89{,}67 \text{ м};$$

$$d_{\text{gh}} = d_{1\text{–свр}} = \frac{\Delta y_{1\text{–свр}}}{\sin\alpha_{1\text{–свр}}} = \frac{71{,}14}{\sin 52^{\circ}30'} = \frac{71{,}14}{0{,}79335334} = 89{,}67 \text{ м};$$

$$d_{пр.} = d_{1\text{-свр}} = 89{,}67 \text{ м}.$$

Для контролю обчислюємо величину кута 1-свр.-43, тобто $\beta_{свр.}$ таким чином:

$$\beta_{свр.} = \alpha_{свр–1} – \alpha_{свр–43} = 232^{\circ}30' – 124^{\circ}45' = 107^{\circ}45'$$

6.2.3. Побудова розмічувального креслення

На аркуші формату А4 в довільному масштабі будують схему проєкту свердловини, на яку наносять обчислені параметри: проєктні кути β_{43} та β_1 і проєктні відстані $d_{43\text{-свр}}$ та $d_{1\text{-свр}}$ (рисунок 6.2).

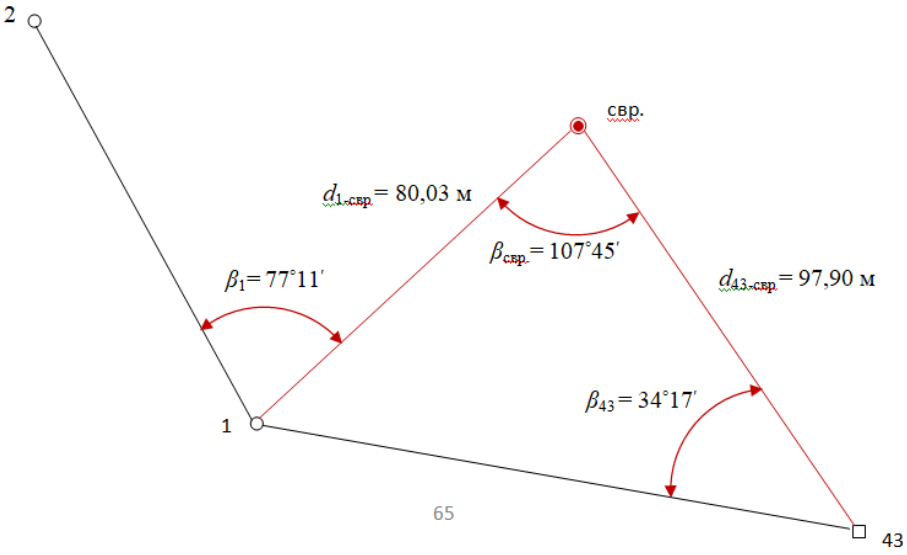


Рисунок 6.2 – Розмічувальне креслення для винесення проєкту свердловини на місцевість полярним способом

6.2.4. Винесення запроєктованої свердловини на місцевість

Аби перенести центр стовбура свердловини з проєкту в натуру, необхідно облаштувати на місцевості, поблизу майбутніх будівельних робіт точки 43, 1, та 2 з певними координатами (пункт державної геодезичної мережі 43 і пункти знімальної мережі 1, 2).

Винесення (розмічання) на місцевості проєктної точки центра (свердловини) способом полярних координат виконують у такій послідовності:

– на точці державної геодезичної мережі, наприклад, 43, встановлюють теодоліт, центрують його і приводять у робочий стан;

– підзорну трубу наводять на точку мережі, наприклад, 1, і беруть відлік на горизонтальному крузі теодоліта, наприклад, $\beta' = 46^{\circ}35'$, далі за ходом годинникової стрілки відкладають значення проєктного кута, розрахованого таким чином:

$$\beta''_{пр} = \beta' + \beta_{43} = 46^{\circ}35' + 34^{\circ}17' = 80^{\circ}52';$$

– уздовж отриманого напрямку у створі 43–свр встановлюють і фіксують на місцевості заданий проєктний напрямок кута $\beta'_{пр}$, вимірюють його і порівнюють з проєктним;

– проєктну довжину ($d_{пр.}$ = $d_{43\text{-свр}}$) до свердловини відкладають у створі проєктного напрямку 43–свр за допомогою стрічки або рулетки і фіксують її положення кілочком. Якщо лінії довгі, то їх розбивають на ряд проміжних точок. Причому, відкладаючи відрізки $d_{43\text{-свр}}$ *і* $d_{1\text{-свр}}$, враховують уклон ліній між точками 43–свр і 1–свр, уводячи відповідні поправки.

Слід пам'ятати, що при відкладанні проєктної довжини лінії на місцевості всі внесені поправки мають обернені до поправок при вимірюванні довжини знаки.

Для контролю вимірюють у пункті 43 винесений на місцевості проєктний кут $\beta'_{пр}$ і порівнюють його з величиною $\beta_{пр}$. Розбіжність між значеннями заданих величин не повинна перевищувати подвоєну точність теодоліта, тобто 1′. Розбіжність між відкладеною та проєктною довжиною ліній має бути не вищою $\frac{1}{2000}$. Ці параметри слугують критерієм перевірки правильності положення зафіксованої точки *С*.

Аналогічно виконують винесення центра свердловини в натуру з точки 1.

Після того, як винесення центра відбулось з точок 43 і 1, на забитому в його місці кілочку, вимірюють контрольний кут. У разі правильності виконання всіх дій цей кут дорівнюватиме розрахунковому значенню проєктного кута $\beta_{свр}$.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином виконують зворотні до геодезичного знімання дії?
2. Яка методика аналітичного розрахунку проєктного кута для винесення майбутньої свердловини?
3. Як можна перевірити правильність винесення в натуру проєктного кута?
4. Наведіть приклад аналітичного розрахунку проєктної довжини лінії до майбутньої свердловини.
5. Яку роль відіграє розмічувальне креслення в процесі винесення свердловини на місцевість?
6. У якій послідовності виконують винесення проєктного кута свердловини на місцевість?
7. Яку послідовність дій передбачено у винесенні проєктної довжини лінії до свердловини на місцевість?

7. Оформлення звіту з практики

Звіт з навчальної практики з топографії має бути виконано відповідно до ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання [8].

Шрифт – Times New Roman, кегль – 14, міжрядковий інтервал – 1,5.

У таблицях та на рисунках допускається розмір шрифту 12 та міжрядковий інтервал – 1,0.

Розмір полів: верхнє і нижнє – 20 мм, ліве – 20 мм, праве – 20 мм. Текст друкується з абзацами 1,25 см, вирівнювання тексту – за шириною сторінки. Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами.

Сторінки нумеруються внизу посередині сторінки арабськими цифрами без крапки в кінці, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Розмір і шрифт номерів сторінок такий же як усього тексту. Титульний аркуш входить до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки на ньому не проставляється.

Переліки (за потреби) подають у основних структурних елементах кваліфікаційної роботи. Перед переліком ставлять двокрапку (крім пояснювальних переліків на рисунках).

Переліки одного рівня підпорядкованості позначаються перед кожним рядком знаком тире «–».

Переліки підпорядковані позначають малими літерами української абетки, наступний рівень – арабськими цифрами, далі – через знаки «тире».

Текст кожної позиції переліку починається з нового рядка з маленької літери з абзацу відносно іншого рівня підпорядкованості.

Усі міри величин, що описуватимуться у звіті, повинні входити до системи SI.

Студент під час написання звіту може використати будь-який з існуючих у текстовому редакторі видів лапок, але у всьому тексті звіту має бути лише один з видів. Тобто обраний варіант має бути уніфікованим для тексту усього звіту.

Графічні матеріали у тексті (рисунки, фото, креслення, схеми тощо) подаються безпосередньо після посилання на них у тексті, де вони згадуються вперше. Позначаються словом «Рисунок», номер якого складається з номера розділу та порядкового номера графічного матеріалу, між якими ставить крапка, після номера ставиться тире та назва графічного матеріалу з великої літери, у кінці крапка не ставиться. Наприклад, «Рисунок 1.2 – Графічні матеріали». Вирівнювання по центру сторінки. Перед та після рисунку жодних інтервалів чи пропуску абзаців не повинно бути. Обов’язково позначати обтікання рисунку в тексті «зверху і знизу», щоб текст коректне відображався в майбутньому на інших пристроях.

Таблиці у звіті подаються після посилання на них у тексті, де вони згадуються вперше. Нумерація наскрізна арабськими цифрами в межах розділу. Після слова «таблиця» та її номера ставиться тире і з великої літери вказується назва таблиці, вирівнювання по центру, наприклад, «Таблиця 2.1 Шрифт у таблиці такий самий як основного тексту (допускається розмір шрифту 12 та

міжрядковий інтервал – 1,0). У разі, якщо таблиця займає більше однієї сторінки, то шрифт можна зменшити до 12 пт та міжрядковий інтервал до 1,0, а при перенесенні таблиці на наступну сторінку необхідно писати «Продовження таблиці 2.1» і її номер.

Оформлення бібліографічного опису переліку посилань виконується відповідно до ДСТУ 8302:2015 Видання. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання [9].

Матеріали практики після перевірки їх керівником підшивають до папки, на лицьовій стороні якої підписують номер групи та склад бригади, спеціальність та навчальний рік (Додаток 1). На першому аркуші складають перелік матеріалу, що додається, по кожному виду роботи.

Кожен студент бригади повинен брати активну участь як у польових, так і в камеральних роботах.

До заліку допускаються бригади, що здали всі прилади і отримали розписку про здачу.

Оформлений звіт здають керівнику практики після здачі всіма членами бригади заліку з практики.

8. Методи контролю

Контроль знань та вмінь студентів здійснюється керівником практики від кафедри.

8.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Студенти на початку практики розподіляються на бригади та кожна обирає бригадира. Всі бригади виконують польові і камеральні роботи та в кінці практики захищають загально-бригадний звіт. Звіт є обов'язковий до виконання.

Протягом проходження навчальної геодезичної практики студенти отримують бали за знання устаткування геодезичних приладів та вміння їх застосовувати у різних задачах, виконання польових та камеральних робіт, вміння виконувати обчислювальну та графічну частину, що передбачено практикою. Максимальну кількість балів наведено у таблиці:

Критерії оцінювання результатів проходження практики					Сума
Знання устаткування геодезичних приладів та вміння роботи з ними	Знання теоретичного матеріалу	Участь у польових роботах	Участь у камеральних роботах	Звіт (відповідність та точність розрахунків, графічної частини і т. ін.)	
20	20	20	20	20	100

8.2. Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за

офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90…100	відмінно / Excellent
74…89	добре / Good
60…73	задовільно / Satisfactory
0…59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної геодезичної практики зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Положення про проведення практики здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» / М-во освітиі науки України, Нац. техн. ун-т. – Дніпро : НТУ «ДП», 2018.–21с.

2. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»: від 23.12.1998 № 353-XIV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14

3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) : Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 №56 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98

4. Бандурка В.І. Геодезія: підручник / В.І. Бандурка; М-во освіти України, Нац. гірн. акад. України – Дніпропетровськ : НГА України, 1999. – 90 с.

5. Білокриницький С.М. Б 614 Геодезія : навч. посіб. / С.М. Білокриницький. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 576 с.

6. Островський А.Л. Геодезія. Частина ІІ: підруч. для вузів / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львівська політехніка", Львів : Львівська політехніка 2008. – 332 с.

7. Романчук С.В. Геодезія: навч. посіб. / С.В. Романчук, В.П. Кирилюк, М.Н. Шемякін; Київ : Центр учбової літератури, 2008. – 296с.

8. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання [Чинний від 2017-01-07]. 2015. 32 с.

9. ДСТУ 8302:2015. Видання. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 26 с.

10. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000 – 1:500. /Розроб. Укр. держ. наук. – вироб. ін-т. знім. міст та геоінформ. – Київ : Мінекресурсів України, 2001. – 256 с.

ДОДАТОК 1
Зразок оформлення титульного аркуша звіту

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний
університет «Дніпровська політехніка»

Кафедра геодезії

ЗВІТ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ (ГЕОДЕЗІЧНОЇ)

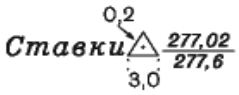
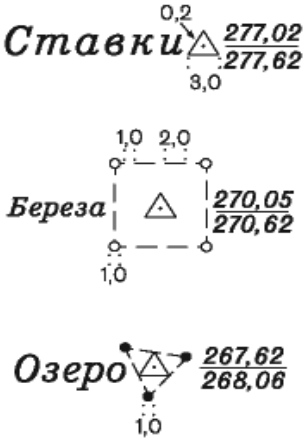
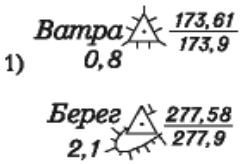
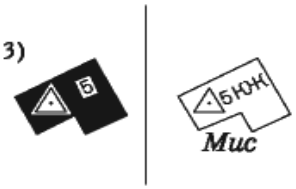
Студента(ки) І курсу групи 184-00-0
Прізвище, ім’я

Керівник практики :
(посада, вчене звання, науковий ступінь,
прізвище ініціали)
(підпис)

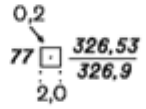
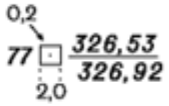
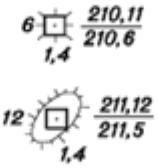
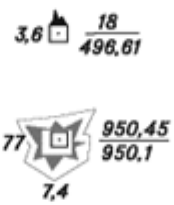
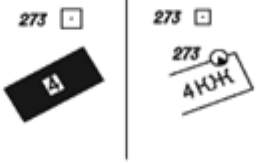
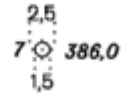
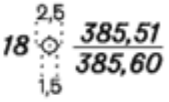
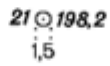
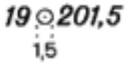
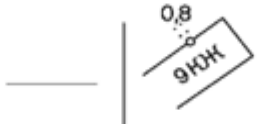
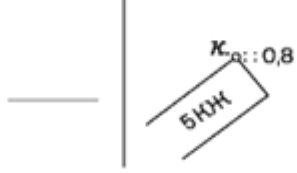
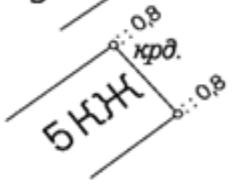
м. Дніпро
2025

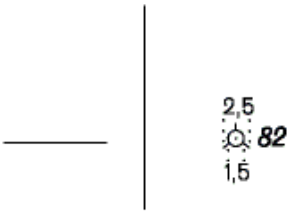
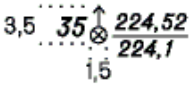
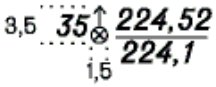
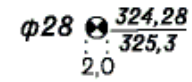
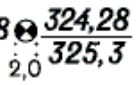
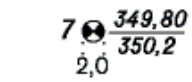
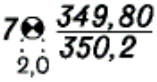
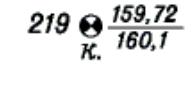
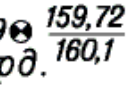
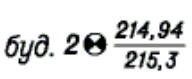
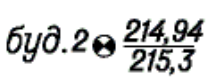
ДОДАТОК 2

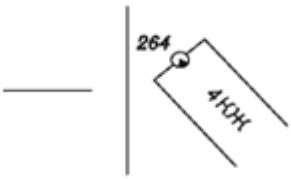
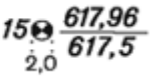
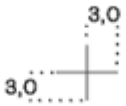
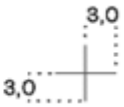
ГЕОДЕЗИЧНІ ПУНКТИ

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
1	**Пункти деожавної гедезичної мережі (в *чисельнику* дробу – позначка центра, в *знаменнику* – позначка землі; *ліворуч* від знака – назва пункту).** * **[21 – 24]**		
2	**Пункти деожавної геодезичної мережі [21 – 25]:** **1) на курганах (*цифри* ліворуч – висоти курганів у метрах)**		
	2) на скелях- останцях (*цифри* ліворуч – висота останця в метрах)		
	3) на будівлях (*цифри* та *букви* – характеристика будівель)		

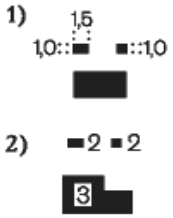
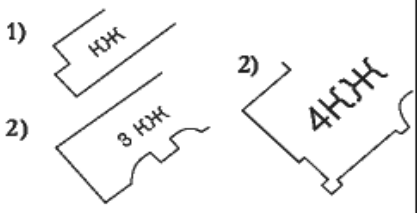
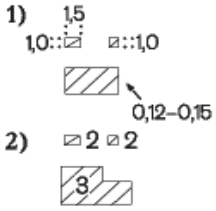
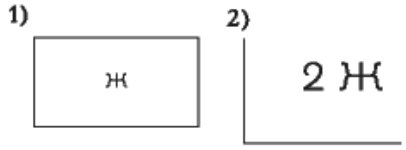
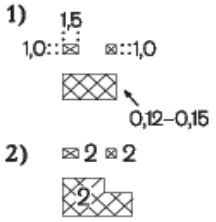
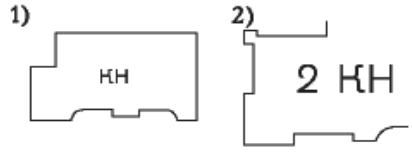
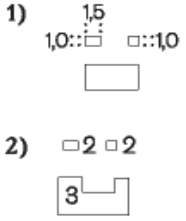
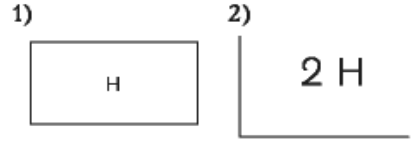
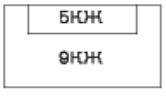
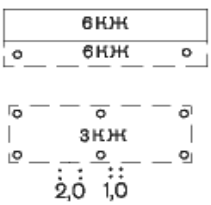
*** При розміщенні характеристик цього та інших об'єктів необхідно керуватись п. 17 пояснень до умовних знаків.**

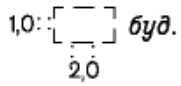
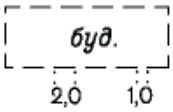
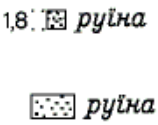
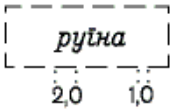
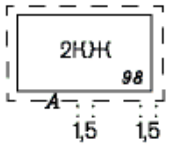
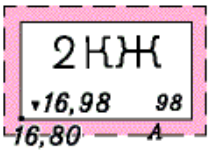
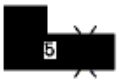
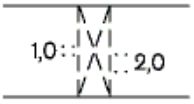
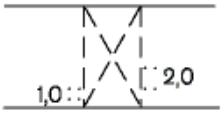
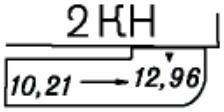
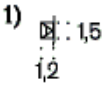
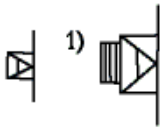
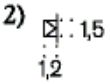
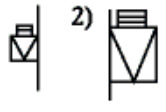
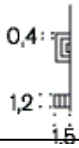
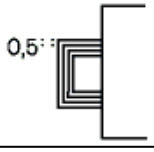
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
3	**Пункти геодезичних мереж згущення та їх номери [21, 26 – 30]**		
4	**Пункти геодезичних мереж згущення [21, 26 – 30]:** **1) на курганах (*цифри* знизу – висота кургана в метрах** **2) на скелях-останцях (варіанти підписів: біля лівого верхнього знака в *чисельнику* дробу – номер пункту, у *знаменнику* – позначка центру; біля решти в *чисельнику дробу* – позначка центру, в *знаменнику* – позначка землі, *внизу* – висота останця в метрах, *ліворуч* – номер пункту)**	1)  2) 	1)  2) 
*	**3) у стінах будівель**	3) 	3) 
5	**Точки планових знімальних мереж [21, 31 – 33]:** **1) тривалого закріплення на місцевості**	1) 	1) 
*	**2) тимчасового закріплення на місцевості**	2) 	2) 
*	**3) у стінах будівель**	3) 	3) 
*	**4) на розі капітальних будівель (координовані кути)**	4) 	4) 

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
6	Пункти орієнтирні [34]		
7	Знаки межові - межові стовпи [35]		
8 *	Стовпи закріплення проекту планування та їх номери [36]		
9 *	Пункти закріплення розмічувальних мереж для будівництва, поперечників і осей будинків та споруд [37]		
10	Знаки нівелірні [38-43]:		
	1) репери фундаментальні (в *чисельнику* дробу - позначка головки, в *знаменнику* - позначка землі; *ліворуч* - номер знака)	1) 	1) 
	2) репери ґрунтові	2) 	2) 
	3) репери ґрунтові координовані	3) 	3) 
*	4) репери ґрунтові будівельні, тривалого закріплення	4) 	4) 

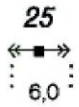
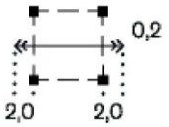
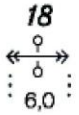
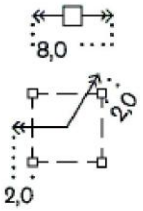
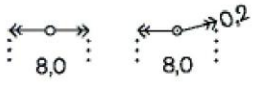
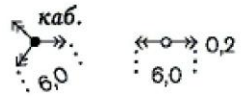
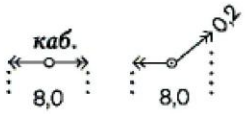
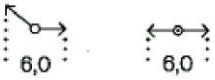
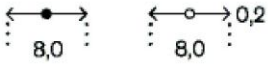
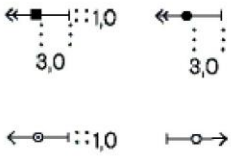
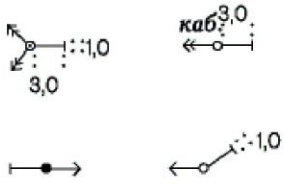
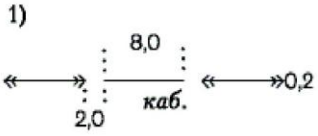
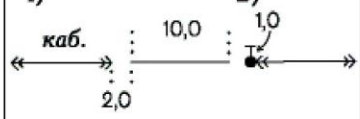
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
	5) репери та марки скельні (у *чисельнику* дробу – номер знака, *знаменнику* позначка головки репера або центра марки)		
	5) репери та марки скельні (в *чисельнику* дробу - номер знака, в *знаменнику* - позначка головки репера або центру марки)	5) 	5) 
	6) репери та марки стінні		
*	6) репери та марки	6) 	6) 
	7) репери тимчасові		
*	7) репери тимчасові		7) *тимч.15* 
	Перетин ліній координатної сітки [44]		
11	Перетин ліній координатної сітки [44]		

БУДІВЛІ, БУДИНКИ ТА ЇХ ЧАСТИНИ

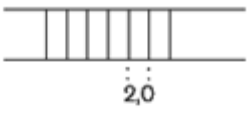
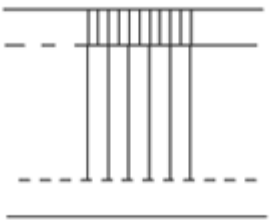
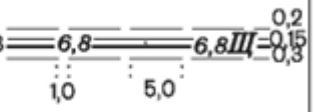
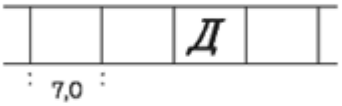
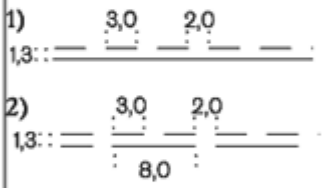
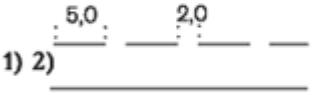
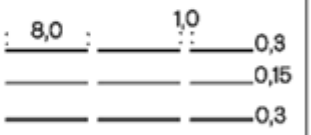
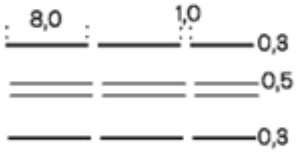
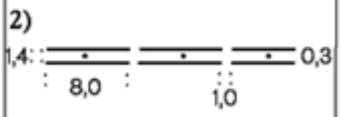
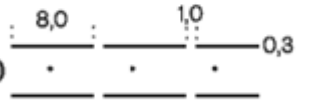
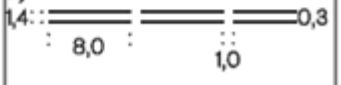
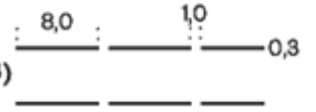
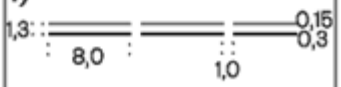
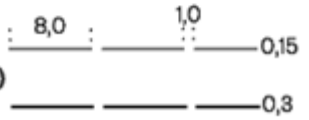
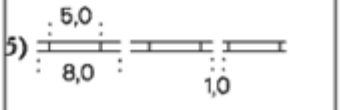
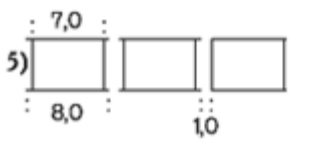
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000	1:2 000, 1:1 000, 1:500
12	Будівлі житлові вогнестійкі (цегляні, кам'яні, бетонні, шлакоблочні тощо) [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові (*цифри* - кількість поверхів, *букви* - матеріал спорудження та призначення будівлі)		
13	Будівлі житлові невогнестійкі (дерев'яні, саманні, глинобитні) [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові		
14	Будівлі нежитлові вогнестійкі [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові		
15	Будівлі нежитлові невогнестійкі [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові		
16	Будівлі з різноповерховими частинами [52-54]		
17	Будинки з колонами замість частини або всього першого поверху [55]		

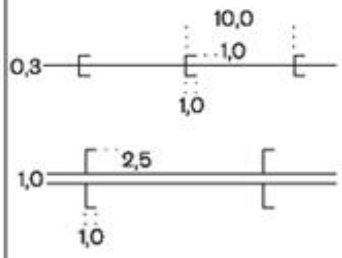
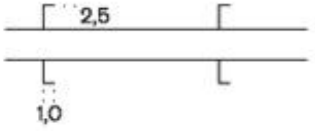
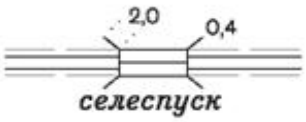
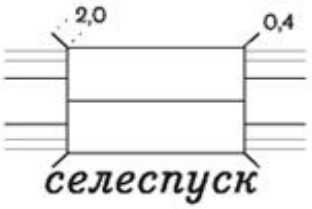
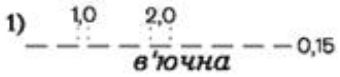
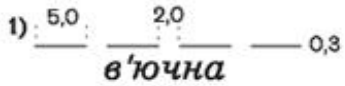
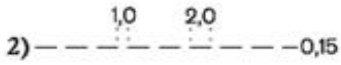
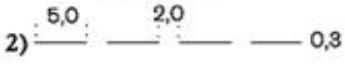
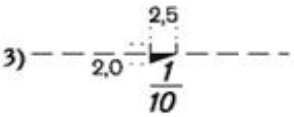
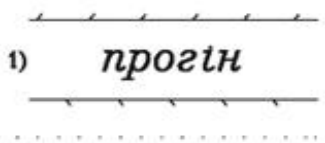
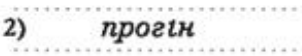
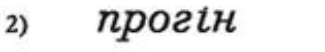
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ		
		1:5000	1:2000	1:1000, 1:500
18	Будинки, що будуються [56]			
19	Будинки зруйновані та напівзруйновані [57]			
20 * *	Вимощення будинків (*букви* - матеріал покриття) та номери будинків [58-59]. Позначки висот: підлоги першого поверху (усередині контуру будівлі), вимощення, землі або тротуару на куті будинку [60]	—		
21	В'їзди під арками [61]			
22	В'їзди на другий поверх (позначки висот внизу і наверху) [62]	—		
23	Ґанки закриті [63-65]: 1) кам'яні	—		
	2) дерев'яні	—		
24	Ґанки відкриті, сходи наверх [63-65]	—		

ОБ'ЄКТИ ПРОМИСЛОВІ ТА КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

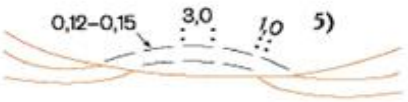
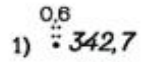
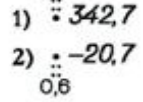
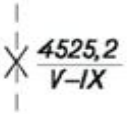
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
95	Лінії електропередачі (ЛЕП) на забудованій території [154-162]:		
	1) ЛЕП високої напруги на металевих фермах (*цифри* - висоти ферм в метрах)	1) 	1) 
	2) ЛЕП високої напруги на дерев'яних фермах (*цифри* - висоти ферм в метрах)	2) 	2) 
	3) ЛЕП високої напруги на стовпах	3) 	3) 
	4) кабельна повітряна ЛЕП високої напруги на стовпах	4) 	4) 
	5) ЛЕП низької напруги на стовпах	5) 	5) 
96	Місця переходу від повітряних ЛЕП до кабельних підземних ЛЕП [163]		
97	Електрокабелі підземні [164-169]:		
	1) високої напруги (закладені в траншеї)	1) 	1) 2) 
	2) кабельні стовпчики-сторожки		

АВТОМОБІЛЬНІ ТА ҐРУНТОВІ ДОРОГИ, СТЕЖКИ

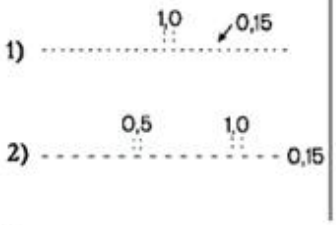
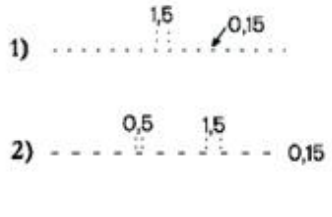
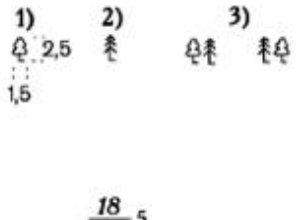
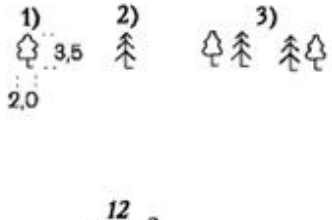
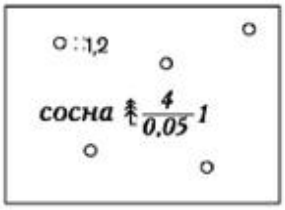
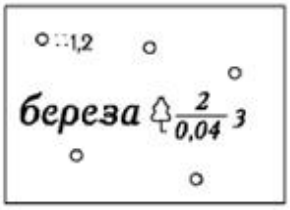
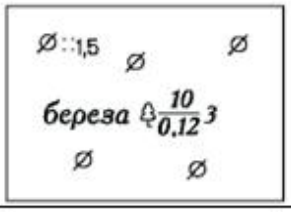
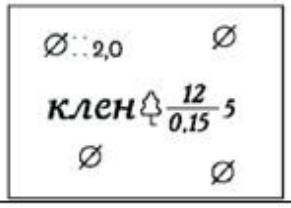
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
170	Непроїжджі вулиці (круті, зі сходами, завалені камінням тощо) [251]		
171	Автомобільні дороги без покриття (покращені ґрунтові дороги) та їх характеристика: ширина проїжджої частини в метрах, матеріал домішок [239,240,243, 252,253]		
172	Автомобільні дороги з дерев'яним покриттям [243,254]		
173	Дороги ґрунтові [243,255-258]: 1) путівці 2) польові та лісові		
174	Дороги, що споруджуються [259]: 1) автомагістралі		
	2) автомобільні дороги з удосконаленим покриттям		
	3) автомобільні дороги з покриттям		
	4) автомобільні дороги без покриття		
	5) автомобільні дороги з дерев'яним покриттям		

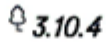
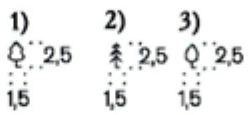
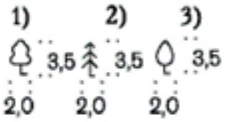
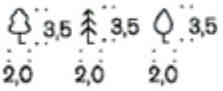
№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
187	Лотки для спуску лісу та інших матеріалів [273]		
188	Селеспуски через дороги та канали [274]		
189	Стежки [275,276]:		
	1) в'ючні		
	2) пішохідні		
	3) ділянки на штучних карнизах та їх характеристики (*чисельник* - найменша ширина в метрах, *знаменник* - довжина в метрах)		
190	Прогони для худоби [277]:		
	1) огороджені (*цифри* - ширина в метрах)		
	2) без огорожі		

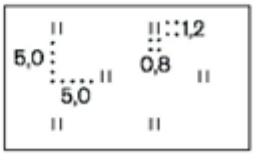
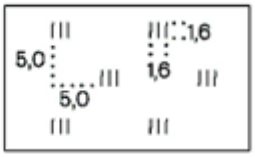
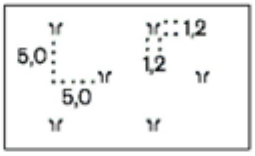
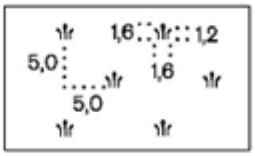
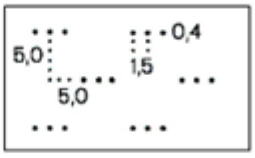
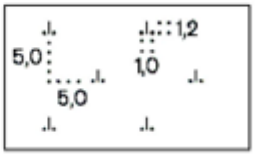
РЕЛЬЄФ

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500
307	Горизонталі [424-433]:	
	1) горизонталі потовщені (через заданий інтервал основного перерізу)	
	2) горизонталі основні	
	3) горизонталі додаткові (напівгоризонталі - на половині висоти основного перерізу)	
	4) горизонталі допоміжні (на довільній висоті)	
	5) горизонталі для зображення нависаючих схилів	
	6) покажчики напряму схилів (бергштрихи)	
	7) підписи горизонталей	
308	Позначки висотні [434]:	
	1) вище нуля Кронштадтського футштока	
	2) нижче нуля Кронштадтського футштока	
309	Перевали, їх висотні позначки і місяці дії [435]	
310	Обриви земляні (*цифри* - глибини в метрах) [436]	

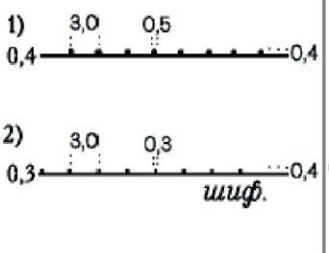
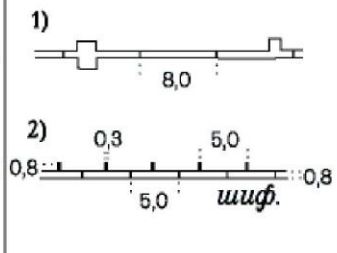
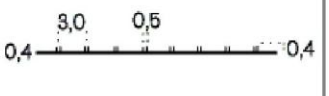
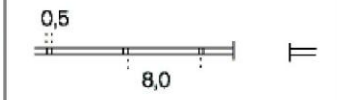
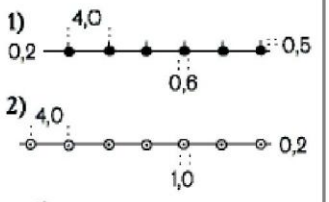
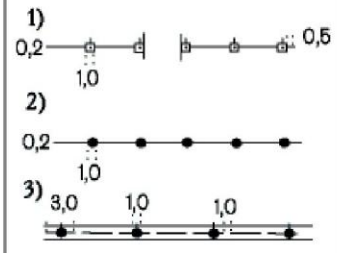
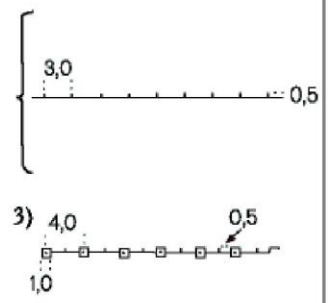
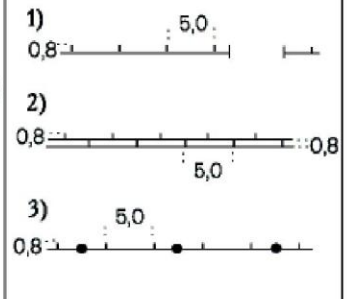
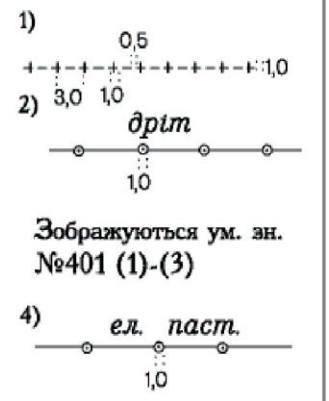
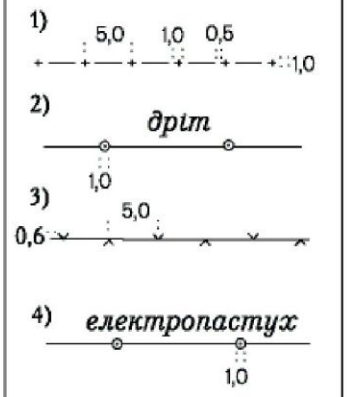
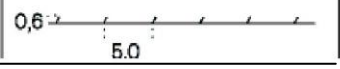
РОСЛИННІСТЬ

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
333	Контури рослинності, сільськогосподарських угідь тощо [463-465]: 1) при ручному нанесенні 2) при автоматизованому нанесенні		
	Деревна рослинність		
334	Характеристики лісових деревостоїв [466]: За складом: 1) листяні 2) хвойні 3) змішані За метричними даними: в *чисельнику* дробу - середня висота в метрах; у *знаменнику* - середня товщина стовбурів в метрах; *праворуч* - середня відстань між деревами в метрах		
335	Ліси високостовбурні [467]		
336	Ліси пригнічені низькорослі [468]		
337	Криволісся [469]		

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
354	Характеристики вузьких смуг деревних насаджень, що визначаються при зйомці для меліорації земель (цифри: *перша* - середня висота дерев в метрах, *друга* - загальна ширина смути в метрах, *третя* - кількість рядів дерев) [486]		———
355	Дерева, що стоять окремо, орієнтирного або культурно-історичного значення [487]: 1) листяні 2) хвойні 3) фруктові		
356	Дерева, що стоять окремо, але не мають орієнтирного або культурно-історичного значення [487]		
357	Породи дерев (позначення при подеревній зйомці) [488]:	———	
	1) широколисті (дуб, бук, клен, граб, липа, ясен, в'яз тощо)		
	2) дрібнолисті (береза, верба, осика, вільха, тополя тощо)	———	
	3) фруктові	———	
	4) пальми	———	
	5) ялини та смереки	———	
	6) сосни та кедри	———	
	7) модрини	———	
	8) кипариси	———	

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ
		1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500
	Трав'яна та мохова рослинність	
365	Трав'яна лугова рослинність (різнотрав'я) [497,498]	
366	Рослинність високотрав'яна (чий, зонтичні висотою 1 м і більше) [497,499]	
367	Рослинність трав'яна вологолюбна (осока, пухівка тощо) [497,500]	
368	Зарості очерету [497,501]	
369	Мочарі, що не виражаються в масштабі плану [497,502]	
370	Рослинність трав'яна степова (ковила, типчак тощо) [497,503]	
371	Рослинність мохова [504]	

ОГОРОЖІ

№	НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ	
		1:5 000, 1:2 000	1:1 000, 1:500
398	1) Огорожі кам'яні та залізобетонні висотою 1 м і більше, мури історичні [531-533] 2) Огорожі шиферні на кам'яному, бетонному або цегляному фундаменті [531-533]		
399	Огорожі кам'яні та залізобетонні висотою менше 1 м, огорожі глинобитні, ворота в огорожах [531-533]		
400	Огорожі металеві [531,532, 534]: 1) висотою 1 м і більше, з воротами 2) висотою менше 1 м 3) на кам'яному, бетонному або цегляному фундаменті	 Зображуються ум. зн. №400 (1) або (2)	
401	Огорожі дерев'яні, ворота в огорожах [531,534]: 1) суцільні, штахетні тощо 2) на кам'яному, бетонному або цегляному фундаменті 3) з капітальними опорами		
402	Огорожі дротяні [531,535]: 1) з колючого дроту 2) з гладкого дроту 3) з дротяної сітки (вольєри) 4) дротяні "електропастухи"	 Зображуються ум. зн. №401 (1)-(3)	
403	Загорожі, плоти та трельяжі [531,535]	Зображуються ум. зн. №401 (1) або (2)	

ДОДАТОК 3

Пояснення до умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500

ОПОРНІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПУНКТИ

Умовні знаки складаються із двох частин: графічної і текстової. У графічній частині подано зображення умовних знаків, у текстовій – визначення об'єктів та основні особливості їх зображення на планах відповідних масштабів.

Назви об'єктів у графічній частині супроводжуються номерами пунктів пояснень текстової частини (*у квадратних дужках*). У текстовій частині номери умовних знаків, яких цей текст стосується, подаються слідом за порядковим номером пояснення (*у круглих дужках*).

17. Числові характеристики об'єктів місцевості необхідно розташувати за зразками, поданими в таблицях біля відповідних умовних знаків. При відсутності місця можливе деяке зміщення характеристики, яке не викликає сумніву відносно її належності до об'єкта. Виконання геодезичних робіт на місцевості передбачає врахування поданих нижче пояснень.

21 (1–5). На топографічних планах зображують усі існуючі на місцевості пункти державної геодезичної мережі в єдиній системі координат, пункти геодезичних мереж згущення та точки зйомочних мереж, призначених для топографічної зйомки.

22 (1). Умовними знаками пунктів державної геодезичної мережі зображують пункти тріангуляції, полігонометрії і трилатерації 1, 2, 3 і 4-го класів, а також пункти державної геодезичної мережі 1 і 2-го класів та геодезичної мережі згущення 3-го класу, які побудовані у відповідності до вимог "Основних положень про державну геодезичну мережу України", 1998 р..

23 (1,2). Біля умовного знака кожного пункту державної геодезичної мережі підписують позначку його центра та позначку поверхні землі.

Позначки центрів пунктів, одержані нівелюванням I–IV класів, а також позначки поверхні землі при перерізі рельєфу горизонталями через 0,5 м підписують до сотих часток метра. В інших випадках вимоги, до яких часток метра (сотих чи десятих) необхідно підписувати позначки центрів пунктів та земної поверхні, повинні бути викладені в технічному проєкті на зйомку.

Якщо різниця позначок центрів і землі менша ніж 0,1 м – на плані підписують тільки позначки центрів. Власні назви пунктів підписують на планах, якщо для цього достатньо місця.

24 (1,2). При зображенні на планах пунктів державної геодезичної мережі опори знака зображуються, якщо відстань між ними 5 мм і більше. Кожна опора зображується на своєму місці з характеристикою матеріалу, з якого вона споруджена.

Якщо відстань між опорами менша ніж 5 мм, показується тільки умовний знак самого пункту.

Геодезичні пункти на курганах, залежно від їх величини, зображують поєднанням двох відповідних позначень або одним комбінованим знаком, причому в обох випадках указують відносну висоту кургану.

Геодезичні пункти на скелях-останцях зображують шляхом розміщення їх умовного знака (трикутника) у відповідну ділянку контуру скелі-останця або загальним знаком пункту і скелі, якщо розміри скелі-останця малі. Залежно від наявності на плані місця поруч зі знаком пункту на скелі-останці підписують її відносну висоту або абсолютну позначку землі біля основи скелі [ум. зн. № 2 - (2)]. Цю позначку не фіксують, якщо земля укрита уламками.

25 (2). Геодезичні пункти, які знаходяться на будівлях, зображують на планах із таким розрахунком, щоб центр трикутника умовного знака відповідав точці будівлі, координати якої визначені. У випадках, коли за геодезичний пункт прийнято такі об'єкти-орієнтири, як церкви, заводські труби, телевізійні щогли, баштові капітальні споруди, їх зображують своїми умовними знаками. При цьому їх точки геодезичного призначення показуються за координатами, а біля кожного з цих об'єктів розміщується пояснювальний підпис *к.* або *крд*. (тобто *координовані*).

26 (3,4). Умовним знаком пунктів геодезичних мереж згущення на топографічних планах показують пункти тріангуляції та полігонометрії IV класу 1 та 2-го розрядів. Цим же знаком необхідно показувати на планах:

– пункти геодезичних мереж II, III, та IV класів, визначених згідно з раніше діючими основними положеннями про побудову державної геодезичної мережі і не включених в сучасну державну мережу;

– знесені центри пунктів державної геодезичної мережі, тобто додаткові центри біля основного пункту, які встановлюють в місця більш зручного їх використання.

27 (3,4). Умовні знаки пунктів геодезичних мереж згущення, за наявності на плані графічних можливостей (наприклад, на незабудованих територіях), необхідно супроводжувати номерами цих пунктів або назвами (якщо вони найменовані).

Номер або назву пункту, як правило, розташовують ліворуч від умовного знака. Числову характеристику пункту розміщують на плані праворуч від знака – у вигляді дробу. Якщо передбачено підпис тільки позначки центра пункту, то його необхідно розмістити у знаменнику дробу, а в чисельнику – номер пункту.

28 (4). При зображенні на планах пунктів геодезичних мереж згущення передбачають також основні варіанти їх зображення, як і для пунктів державної геодезичної мережі, а саме: на рівнині, курганах, скелях-останцях та будівлях.

29 (4). Пункти геодезичних мереж згущення на великих валунах відтворюють на планах за тим же принципом, що і геодезичні пункти на скелях-останцях.

30 (4). Пункти геодезичних мереж згущення, які розміщені у стінах будівель, зображують на топографічних планах масштабів 1:500 – 1:2 000. Їх умовний знак необхідно розташовувати паралельно зображенню відповідних стін, причому на графічно завантажених ділянках плану цей знак дозволяється

зменшувати з 2,0 до 1,5 мм. Позначки центрів цих пунктів у стінах будинків підписують на топографічних планах лише за додатковими вимогами.

Якщо пункти геодезичних мереж згущення закладені у стінах будинків, у фундаментах опор ліній електропередачі, бурових свердловин та інших подібних спорудах і вони оформлені на місцевості у вигляді стінних реперів або марок то на планах їх зображують як і всі інші пункти цих мереж, а саме – квадратом із крапкою посередині. Якщо стінний знак є одночасно і репером, то його зображують знаком стінного репера.

31 (5). При зображенні на топографічних планах точок зйомочних геодезичних мереж застосовують роздільне позначення для точок у стінах та на кутах будинків.

Щодо змісту і розташування підписів позначок до цих точок та підписів їх номерів необхідно керуватись поясненнями, що і для пунктів державної геодезичної мережі та пунктів геодезичних мереж згущення (пп. 27, 28).

32 (5). До точок планових зйомочних мереж тривалого закріплення, тобто розрахованих на тривале зберігання, належать точки, зафіксовані на місцевості у вигляді залізобетонних знаків, відрізків рейок, забетонованих металевих штирів або труб. До точок тимчасового закріплення належать точки зафіксовані дерев'яними стовпчиками та кілками, забетонованими штирями тощо.

Точки планових зйомочних мереж тимчасового закріплення на планах масштабів 1:5 000 та 1:2 000 показують за додатковими вимогами.

33 (5). Точки планових зйомочних мереж, що знаходяться в стінах та на кутах будинків, необхідно зображати на планах масштабів 1:500 – 1:2 000 (на останніх – за додатковими вимогами).

Для того, щоб ці точки краще виділялись, біля їх умовних знаків, при потребі, розміщують підпис *крд*. або *к.* (тобто *координовані*). Для великомасштабних планів у таблиці передбачено два варіанти розміщення умовних знаків цих точок на координованих кутах будинку – залежно від того, є виступаючий цоколь, чи немає.

34 (6). Орієнтирні пункти – це закріплені на місцевості (палями, пілонами) напрямки з геодезичних пунктів. На топографічних планах пояснювальний підпис *ор.п.* біля умовних знаків розміщують у всіх випадках.

44 (11). Перетин ліній координатної сітки зображують на планах для полегшення різних вимірів та нанесення спеціального картографічного навантаження. З метою кращого виділення умовного знака перетинів на фоні топографічного навантаження плану цей знак зображують зеленим кольором. Якщо перетин співпадає із зображенням важливих географічних об'єктів, то показувати його на плані не потрібно.

БУДІВЛІ

45 (12-15). Термін "будівля" застосовується для загального визначення будинків, легких споруд і критих приміщень.

Будинками називають міцні будівлі, тобто переважно капітальні, а також такі, що відрізняються своїми розмірами і призначені для проживання, службового або виробничого використання.

На топографічних планах контури будівель необхідно показувати згідно з їх дійсним положенням на місцевості (прямокутними, овальними тощо). Ця основна вимога поширюється на всі будівлі, що виражаються в масштабі, і по можливості на ті, що можуть бути зображені на планах позамасштабними умовними знаками.

46 (12-15). Будівлі, що виражаються в масштабі, зображують на планах по проєкції цоколя з показом його виступів і фігурних архітектурних деталей величиною 0,5 мм і більше.

47 (12-14). Визначні будівлі слід зображувати в поєднанні з підписами типу *визн.60* (де цифра – висота будинку, яку проставляють при висоті будинку 50 м і більше). Це потрібно для подальшого карто складання в дрібніших масштабах.

48 (12-15). Залежно від характеру населеного пункту і вимог замовника такі частини будівель, як ґанки, входи, веранди, що виступають за лінію основи будівель на 0,5 м і більше, можна зображувати окремо від загального контуру будівель або у вигляді виступів. Менші за розмірами прибудови на топографічних планах не показують.

49 (12-15). Всі будівлі поділяють на житлові і нежитлові; вогнестійкі і невогнестійкі; одноповерхові і багатоповерхові.

Житловими будівлями є як спеціально побудовані для проживання будинки, так і ті, що мали спочатку інше призначення, але потім були пристосовані і фактично використовуються як житлові. Будівлі, пристосовані для тимчасового проживання тільки певний період року, вважаються нежитловими.

50 (12-15). Будівлі громадського призначення (навчальні заклади, магазини, лікарні, поліклініки, будинки відпочинку, санаторії, адміністративні, культурні, торгівельні, дитячі заклади тощо) відносять до житлових. Об’єкти культового призначення відносяться до нежитлових споруд. Легкі споруди літніх таборів відпочинку, дачних кооперативів та інші, придатні для проживання лише в теплий період року, - до нежитлових. Зображення будівель громадського призначення супроводжується на планах пояснювальними підписами: *адм*. (адміністративний будинок), *маг*. (магазин), *полікл*. (поліклініка) тощо.

51 (12-15). При зображенні на топографічних планах масштабів 1:2000-1:500 матеріалу, з якого споруджено об’єкт (передбачено тільки для вогнестійких будівель), використовують буквені позначення: *К* – для цегляних, кам’яних, бетонних, шлакобетонних тощо; *М* – для металевих; *С-Б* – для склобетонних; *С-М* – для склометалевих.

За додатковими вимогами серед невогнестійких житлових будівель можуть виділятися дерев’яні з позначенням їх великою буквою *Д* (в масштабах 1:1000, 1:500).

Змішані щодо вогнестійкості будівлі на топографічних планах усіх масштабів зображують невогнестійкими (умовні знаки №13, 15).

52 (12-16). Кількість поверхів будівель підписують на топографічних планах усіх масштабів відповідною цифрою, починаючи з двох поверхів.
53 (12-16). Якщо при нанесенні на топографічні плани індексів, що характеризують призначення, вогнестійкість і поверховість будівель, недостатньо місця для їх розміщення всередині контуру, їх дають поруч із контуром будівель, паралельно його довшій стороні.
54 (12-16,43). При зображенні зімкнутих будівель житлові розмежовують контурними лініями. Зімкнуті нежитлові будівлі показують загальним контуром. Нежитловими зімкнутими будівлями є ряди металевих гаражів, загальний контур яких повинен супроводжуватися підписом *гаражі М* на відміну від зображеного єдиною будівлею (але з зовнішніми боксами) гаража колективного користування, переважно цегляного, і оформленого на планах підписом *гаражі К*.
56 (18). Умовний знак будинків, що будуються, застосовують, коли закладено фундамент і будуються стіни.

Якщо будинок збудовано до даху, то контур його викреслюють уже не штриховою лінією, а суцільною і супроводжують на планах масштабів 1:1000,1:500 характеристикою призначення, вогнестійкості і поверховості будинку. Пояснювальний підпис *буд.* на цій стадії зберігається.
Будівництво вважається завершеним, якщо будинок здано в експлуатацію.

ДОРОГИ

58 (20). Вимощеннями називають асфальтові або бетонні смуги, які оточують будинки з тих боків, де до них на прилягають тротуари або інші тверді покриття.

На планах масштабів 1:500 та 1:1000 зображують всі вимощення, масштабу 1:2000 – при ширині на місцевості 1,2 м і більше, або якщо вони є в цьому місці єдиними пішохідними доріжками вздовж будинку.

154 (94-95). Лінії електропередачі (ЛЕП) зображують на топографічних планах з поділом на кабельні та дротяні. Для зображення ЛЕП високої напруги і низької (380 В і менше) передбачено різні за рисунком стрілки.

Лінії електропередачі на топографічних планах, як правило, показують всі. На планах забудованої території масштабу 1:5000 зображують тільки ЛЕП високої напруги. Стовпи ЛЕП низької напруги на планах масштабу 1:5000 зображують тільки на незабудованій території з обов’язковим показом поворотних стовпів та біля сторін рамок плану.

155 (94,95). Залежно від характеру території та графічного навантаження плану при зображенні лінії електропередачі керуються такими правилами:

- лінійні елементи умовних знаків ЛЕП викреслюють на топографічних планах незабудованої території - без розриву між опорами, забудованої - з розривами. На планах масштабів 1:1000 та 1:500 умовні знаки ЛЕП високої напруги за наявністю місця зображують без розривів;

252 (171). Умовним знаком автодоріг без покриття на топографічних планах зображують профільовані з підсипкою дороги, що регулярно ремонтуються (але не мають основи і покриття). Якщо ґрунт таких доріг

покращений домішками гравію, щебню або шлаку, то відповідні ділянки відділяють на плані крапковим пунктиром (перпендикулярним до осі дороги) і характеризують буквеними індексами (п.242). Ділянки з домішками інших матеріалів (наприклад, піску або черепашнику), а також укріплені в'яжучими речовинами на топографічних планах не зображують.

Ширину проїжджої частини автодороги без покриття підписують приблизно через 15 см, передусім у місцях, де профільоване полотно має домішки.

253 (171). При зображенні автодоріг без покриття потовщену лінію розміщують із східного і південного боку умовного знака. Якщо напрям дороги на місцевості змінюється, то порядок відтінене лінії повинен зберігатися до найближчого населеного пункту або перетину з іншою автодорогою. Потрібно також узгоджувати зображення цих доріг по рамках суміжних планів.

255 (173). Ґрунтовими дорогами вважаються непрофільовані, що не мають закріпленої земляної основи і будь якого покриття, та дороги, що ремонтуються нерегулярно. На топографічних планах ґрунтові дороги розділяють за їхніми умовними позначеннями на путівці, польові та лісові.

Оскільки ці дороги зображують на планах двома паралельними різними лініями: одна – суцільна, друга - штрихова, то при їх зображенні потрібно керуватися тим самим правилом відтінена, що застосовується при зображенні автодоріг без покриття (п.253).

258 (173). Польові і лісові дороги це ґрунтові дороги, що використовуються автогужовим транспортом сезонно, головним чином під час польових сільськогосподарських робіт і лісозаготівельні.

Позначенням польових і лісових доріг рекомендується показувати на планах і деякі другорядні, погано наїжджені путівці.

РЕЛЬЄФ

424 (307). Горизонталі на планах проводять через зображення всіх топографічних об'єктів, крім будинків, водойм, річок та каналів, які передають двома лініями, а також ярів і сухих русел шириною по дну менше ніж 3мм і обривів, форм рельєфу штучного походження - відкритих розробок промислового значення (діючих кар'єрів), виїмок, насипів, валів корчування, курганів, числових характеристик, пояснень-підписів тощо. Як правило, не проводять горизонталі і в межах будмайданчика**426**(*307*).Потовщені горизонталі застосовують для того, щоб поліпшити наочність та "читаність" загального рисунка рельєфу, а також полегшити підрахунок горизонталей.

428 (307). Додаткові горизонталі (напівгоризонталі) проводять для відображення на планах характеристик форм рельєфу, що не передаються основними горизонталями, а також змін у крутизні схилів. На протилежних схилах однойменні додаткові горизонталі слід показувати обов'язково.

На планах масштабу 1:5000 при перерізі рельєфу 2м на плоско рівнинних ділянках потрібно проводити всі додаткові горизонталі, кратні п'яти.

429 (307). Допоміжні горизонталі необхідні для зображення на планах найвищих ділянок окремих вершин і найнижчих окремих улоговин, а також

якомога повнішого показу мікрорельєфу земної поверхні (малих горбів і грив, западин). Їх проводять на довільній висоті і, як правило, підписують.

На планах масштабу 1:5000 при перерізі рельєфу 2м на плоско рівнинних ділянках дають всі допоміжні горизонталі через 5м, починаючи з висоти 2,5м (2,5; 7,5; 12,5 і т.п.).

433 (307). Підписи горизонталей необхідно орієнтувати основою цифр вниз по схилу, причому бажано до південної або східної сторін рамки плану. При перерізі рельєфу через 0,5м або 2,5м підписи у вигляді десяткового дробу дають тільки на відповідних горизонталях, а на всіх інших - у цілих метрах (наприклад, у першому випадку – 112,5; у другому - 120, а не 120,0).

При розміщенні підписів горизонталей виходять з того, що в поєднанні з позначками вони повинні забезпечити зручне визначення висотного положення будь-якої точки плану.

ОГОРОЖІ

531 (398-403). До огорож відносять: огорожі кам’яні, залізобетонні, глинобитні, металеві а також мури історичного значення, що збереглися; огорожі дерев’яні та шиферні з різними фундаментами та опорами; огорожі дротяні різної будови; загорожі, плоти і трельяжи.

Всі види огорож показують на планах з таким розрахунком, щоб виступаючі деталі їх умовних знаків були орієнтовані всередину огородженої території (виняток - коли остання має велике графічне навантаження). Такий порядок зображення огорож потрібно зберігати по всьому їх периметру.

Розмежування огорож за умовними знаками проводять при довжині цих об’єктів у масштабі плану 0,5 см і більше (вздовж фасадної лінії будинків - від 1 см). При меншій довжині огорож їх передають однаково -тонкими лініями чорного кольору.

532 (398-400). Зображення воріт на всіх огорожах передбачається тільки на планах масштабів 1:1000, 1:500.

Внутрішньо садибні огорожі на топографічних планах масштабів 1:2000 - 1:5000 , як правило, не показують.

533 (398,399). Огорожі кам’яні, залізобетонні та глинобитні на планах масштабів 1:500 і 1:1000 можуть бути зображені не тільки за їх довжиною, але й за шириною (більшою частиною). Відповідно їх потрібно зображувати подвійною лінією, а при наявності виступів розміром 0,5 мм і більше у масштабі плану - зі збереженням їхньої конфігурації. Історичні стіни і мури (наприклад, стіни старовинних замків) на цих планах, а найбільш масивні і на планах масштабу 1:2000 зображують по контуру фундаменту, причому їхній зовнішній бік, при наявності місця, - потовщеною лінією. Біля позначення історичних стін на планах усіх масштабів дають пояснювальний підпис *іст., історич*.

534 (400,401). Металеві, дерев’яні та шиферні огорожі, що мають капітальні опори, передають з розподілом їх за формою та матеріалом виготовлення (ум.зн.№ 86-88). На планах масштабів 1:500 і 1:1000 опори огорож, як правило, показують на своїх місцях, масштабів 1:2000 і 1:5000 - через задані умовними знаками інтервали.

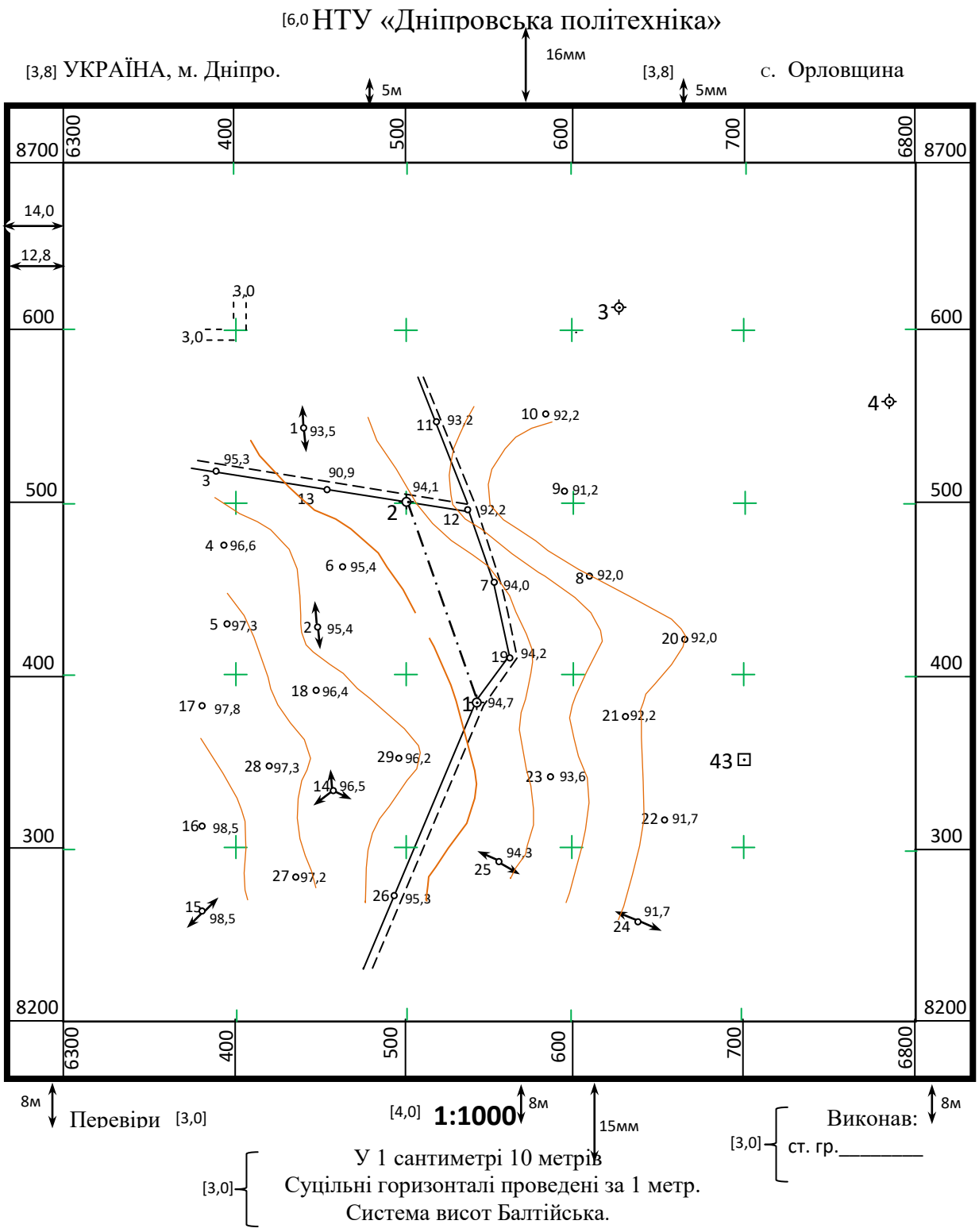
Наявність капітальних фундаментів у металевих, дерев’яних та шиферних огорож показують тільки на планах масштабів 1:500 і 1:1000. При цьому ширину фундаментів огорож показують двома лініями.

535 (402,403). Із дротяних огорож на топографічних планах виділяють огорожі з колючого і гладкого дроту, дротяні електропастухи та дротяні сітки (вольєри).

Огорожі з гладкого дроту та електропастухи зображують одним і тим же умовним знаком, але з різними пояснювальними підписами.

При зображенні дротяних сіток (вольєрів), а також загорож, плотів і трельяжів (легких дерев’яних огорож у вигляді решіток для рослин, що в’ються) окремі умовні знаки введені тільки для планів масштабів 1:500 і 1:1000; для решти планів використовують загальне позначення дерев’яних огорож (ум.зн.№ 401).

ДОДАТОК 4



Оформлення топографічного плану ділянки місцевості
з розмірами шрифтів та відстанями від зовнішньої рамки

ДОДАТОК 5

Алфавіт

Латинський алфавіт		**Грецький алфавіт**	
Aa – a	Nn – ен	Αα –альфа	Νν – ню
Bb – бе	Oo – о	Ββ – бета	Ξξ – ксі
Cc – це	Pp – пе	Γγ – гамма	Οο – омікрон
Dd – де	Qq – ку	Δδ – дельта	Ππ – пі
Ee – е	Rr – ер	Εε – епсілон	Ρρ – ро
Ff – еф	Ss –ес	Ζζ – дзета	Σσ – сігма
Gg –же	Tt –те	Ηη – ета	Ττ – тау
Hh –аш	Uu – у	Θθ –тета	Φφ – фі
Ii – і	Vv –ве	Ιι – йота	Χχ – хі
Jj – йот	Ww – дубль ве	Κκ – каппа	Υυ – іпсілон
Kk – ка	Xx –ікс	Λλ – лямбда	Ψψ – псі
Ll –ель	Yy – ігрек	Μμ –мю	Ωω – омега
Mm – ем	Zz– зет		

Навчальне видання

Тельнов Вячеслав Геннадійович
Бруй Ганна Валеріївна
Гойчук Алла Петрівна

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА (ГЕОДЕЗИЧНА)

Методичні рекомендації
для здобувачів ступеня бакалавра
зі спеціальності 184 Гірництво

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс.
Підписано до видання 12.11.2024. Авт. арк. 6,6.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.