МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Факультет природничої освіти та природокористування
Кафедра географії, геодезії та землеустрою

Володимир КИРИЛЮК
Валерій МИКОЛАЙКО
Томас РОЖІ

ТОПОГРАФІЯ

навчально-методичний посібник
до лабораторних занять і самостійної роботи
галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»
спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
освітній ступінь «Бакалавр»

Частина ІІ

Умань
2024

УДК 528.4(075.8)
К43

Рецензенти:

Красноштан І. В., кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри біології та здоров'я людини Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Рожі І. Г., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету природничої освіти та природокористування
Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини
(протокол № 3 від 30. 01. 2024 р.)

Кирилюк В. П.

К43 Топографія : навч.-метод. посіб. до лаб. занять і самостійної роботи галузь знань 19 «Архітектура та будівництво» спец. 193 «Геодезія та землеустрій» освітній рівень «Бакалавр». Ч. 2 / Володимир Кирилюк, Валерій Миколайко, Томас Рожі ; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини, Ф-т природничої освіти та природокористування, Каф. географії, геодезії та землеустр. – Умань : Візаві, 2024. – 120 с.

У навчально-методичному посібнику до лабораторних занять і самостійної роботи для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 Геодезія та землеустрій наведено склад, зміст, послідовність та способи виконання лабораторних робіт і самостійного опрацювання матеріалу з дисципліни «Топографія».

УДК528.4(075.8)

© Кирилюк В. П., Миколайко В. П., Рожі Т. А., 2024

ЗМІСТ

Передмова…… 4

Лабораторна робота 11. Вивчення форм рельєфу…….. 5

Лабораторна робота 12. Ознайомлення з будовою нівелірів та нівелірних рейок …….....…… 14

Лабораторна робота 13. Перевірки і юстування нівелірів. Перевірки нівелірних рейок ……. 21

Лабораторна робота 14. Вимірювання перевищень геометричним нівелюванням ……... 30

Лабораторна робота 15 Камеральна обробка результатів технічного нівелювання ……..….. 35

Лабораторна робота 16. Нівелювання поверхні та побудова плану місцевості в горизонталях …… 53

Лабораторна робота 17. Ознайомлення з приладами які застосовуються при тахеометричній зйомці. ……..…… 67

Лабораторна робота 18. Проведення тахеометричного знімання..... 75

Лабораторна робота 19. Обробка журналу тахеометричного знімання і побудова плану ……. 83

Лабораторна робота 20. Ознайомлення з приладами, які використовують під час мензульного знімання. Перевірки приладів …… 94

Теми самостійних робіт……..... 110

Теми ІНДЗ……. 116

Розподіл балів…….. 115

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Топографія» належить до дисциплін обов'язкового компоненту для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 Геодезія та землеустрій. Головною задачею навчальної дисципліни є формування комплексу знань, умінь та уявлень про використання карт при аналізі загальних природних та антропогенних особливостей території, організації та проведенні моніторингу навколишнього середовища, нанесення інформації при виконанні екологічної експертизи, паспортизації тощо.

Навчально-методичний посібник призначений для полегшення засвоєння дисципліни «Топографія» і контролю знань здобувачів вищої освіти.

Вони визначають склад, зміст, послідовність і способи виконання лабораторних робіт і самостійного опрацювання матеріалу з навчальної дисципліни «Топографія».

Вивчення матеріалу навчального курсу, допоможе здобувачам вищої освіти виконувати завдання з використанням раніше одержаних знань з навчальної дисципліни, матеріалів рекомендованих для самостійного опрацювання, а також матеріалу, що одержано під час аудиторних заняттях у період семестру.

У посібнику для полегшення засвоєння матеріалу наведені посилання на розділи підручника, рекомендовані для самостійного опрацювання, тести для самоконтролю до кожної теми та контрольні питання для самоперевірки.

Оволодіння відповідними фаховими компетентностями із навчальної дисципліни «Топографія» дозволить належним чином здійснити підготовку професійних навиків із спеціальності.

Методичний посібник призначений для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

Вивчення форм рельєфу

Мета роботи: вивчити форми рельєфу, їх застосування та нанесення на топографічну карту.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

Рельєфом називається сукупність нерівностей земної поверхні, що складаються з різноманітних елементарних форм. За підвищенням над рівнем моря і ступеню розчленованості земної поверхні розрізняють два основних типи рельєфу – гірський і рівнинний.

Гірський рельєф складається головним чином із гірських ланцюгів і хребтів з відрогами, лінійно витягнутих, які простягаються на великі відстані.

Рівнинний рельєф характеризується формами поверхні з малими (у межах 200 м) коливаннями висот. Горбистий рельєф є одним з різновидів рівнинного рельєфу.

На топографічних картах рельєф зображується горизонталями – кривими замкнутими лініями, кожна з який являє собою зображення на карті горизонтального контуру нерівності, усі точки якого на місцевості розташовані на одній і тій же висоті над рівнем моря (рис. 11.1). Уявимо собі острів у вигляді гори, які поступово затоплює водою.

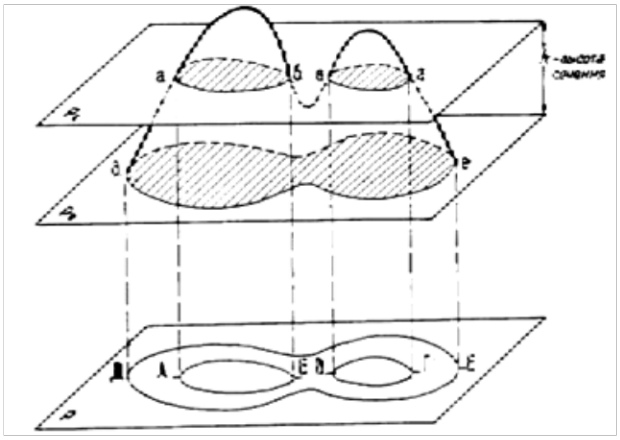


Рис. 11. 1. Зображення горизонталей

Припустимо, що рівень води послідовно зупиняється через однакові проміжки по висоті (рівні h метрів). Кожному рівню води, починаючи з

вихідного, буде відповідати своя берегова лінія у виді замкнутої кривої, усі точки якої мають ту ж саму висоту. Ці лінії спроектовані на поверхню землі і зображені в заданому масштабі на карті. Вони дадуть нам зображення гори в плані, у вигляді системи замкнутих кривих ліній – горизонталей.

Відстань *h* по висоті між суміжними січними площинами називається висотою перетину.

Далі розглянемо основні форми рельєфу, що зображуються на топографічних картах.

Гора – значне куполоподібне або конічне узвишшя з більш-менш явно вираженою основою – підошвою. Невелика гора округлої або овальної форми з пологими (< 300 м) схилами і відносною висотою до 200 м. називається пагорбом, а штучний пагорб – курганом (рис. 11.2).

Хребет – лінійно витягнуте узвишшя, що поступово знижується по одному або обом своїм кінцям. Гірський хребет – ланцюг гір, що простягається в одному напрямку.



Рис. 11.2. Основні форми рельєфу (узвишшя).

Улоговина – замкнута чашоподібна впадина з пологими схилами.

Лощина – витягнуте поглиблення, що знижується в одному напрямку, має схили. Лінія, що проходить по дну, називається водозливом.

Великі і широкі лощини з положистими схилами і слабко нахиленим дном називають долами. Вузькі гірські, глибокі лощини називають ущелинами. Різновид лощин: балки і яри – великі глибокі вимоїни з крутими не задернованими схилами що утворені тимчасовими водостоками (рис.11.3).

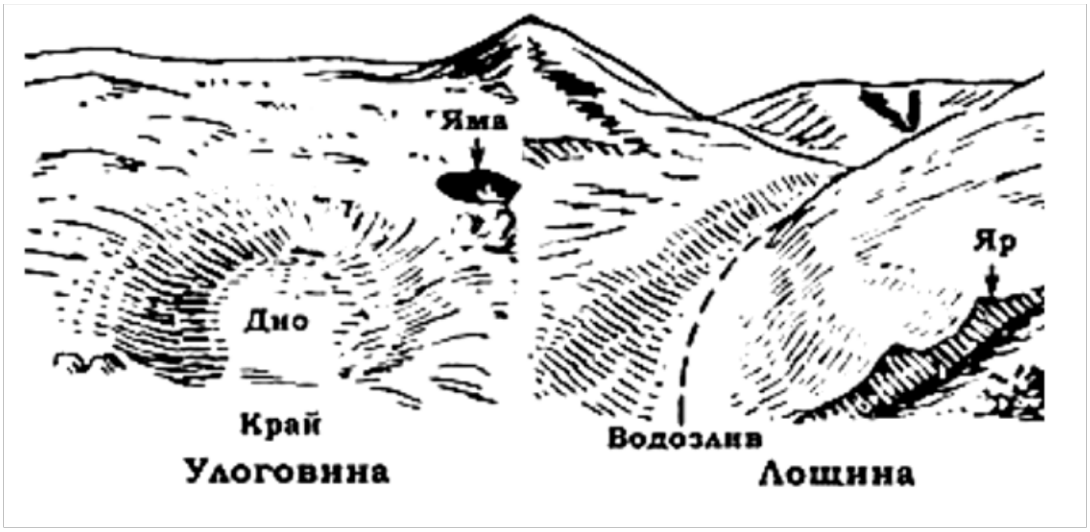


Рис. 11.3. Основні форми рельєфу (впадини).

Сідловина – зниження на гребені хребта між двома суміжними вершинами. Через сідловини в горах часто проходять дороги; у цьому випадку сідловина називається перевалом (рис. 11.4).

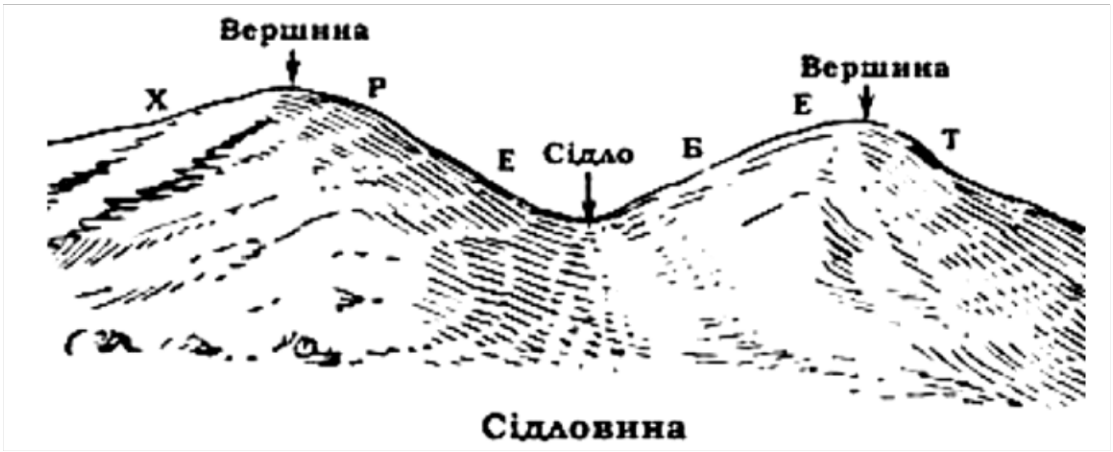


Рис. 11.4. Вид сідловини

Для того, щоб відрізнити опуклу форму рельєфу (гору, хребет) від увігнуто (улоговини, лощини), і швидко визначити напрямок схилу, на горизонталях ставлять штрихи – показники схилів, що своїми вільними кінцями спрямовані убік зниження схилів (рис. 11.5).

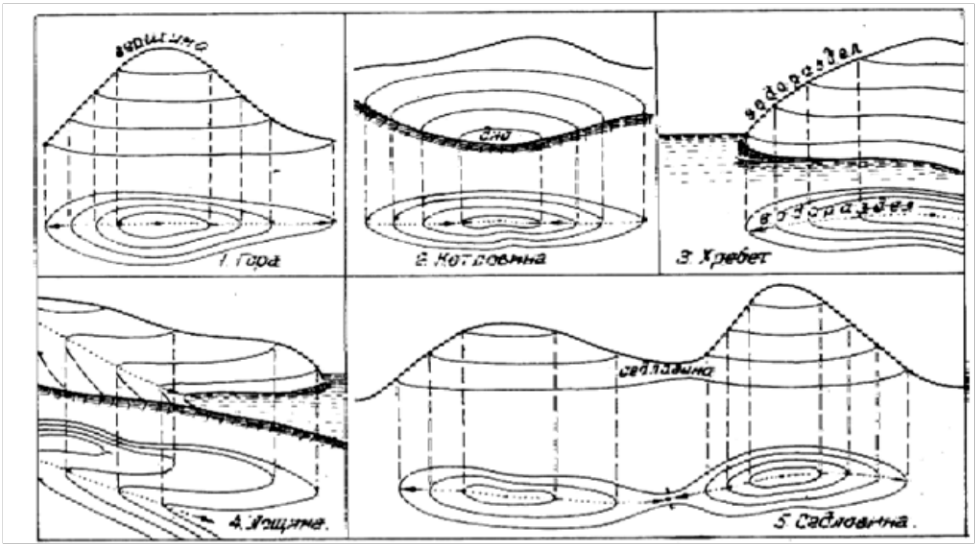


Рис. 11.5. Напрямки схилів

Зображення різних видів горизонталей наведено на рис. 11.6.

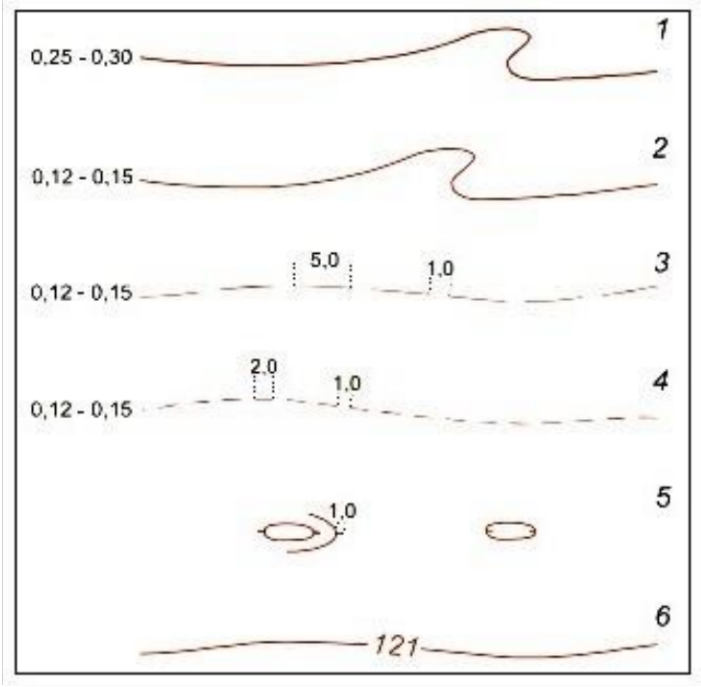


Рис. 11.6. Зображення горизонталей

1 – горизонталі потовщені; 2 – горизонталі основні; 3 – горизонталі додаткові; 4 – горизонталі допоміжні; 5 – покажчики напряму схилів (бергштрихи); 6 – підписи горизонталей

Основна висота розрізу указана на кожному листі карти під південною стороною рамки. Об'єкти і деталі рельєфу, що неможливо зобразити горизонталями, показують умовними знаками (обриви, скелі, осипи, яри, вимоїни, вали, дорожні насипи, виїмки, кургани, ями).

Абсолютною висотою точки місцевості називають її висоту в метрах над рівнем моря. За початок рахунку висот прийнятий рівень Балтійського 6 моря. Висоту точок у метрах над рівнем моря, підписані на картах, називають позначками. Висоту точок визначають по горизонталях і позначкам висот. Якщо точка розташована на горизонталі, те її висота дорівнює значенню позначці цієї горизонталі.

Наприклад: перетинання кілометрових ліній у районі квадрату 6607 лежить на висоті 190 м.

Якщо точка знаходиться між горизонталями, то її абсолютна висота визначається за значенням висоти однієї з цих горизонталей. Для цього до значення висоти горизонталі додають або віднімають ту частину висоти перетину, на якому точка віддалена від горизонталі.

Для визначення ступеня засвоєння дається завдання самостійно визначити абсолютну висоту точок по карті.

Взаємне перевищення точок місцевості визначається, як різниця їхніх абсолютних висот.

Для визначення ступеня засвоєння дається завдання самостійно визначити взаємне перевищення точок:

- міст (7010.7) 200 м.
- цвинтар (6811.6) 190 м.
- дамба (7110.3) 185 м.
- дім лісника (6713.6) 150 м.

Крутість схилу характеризується на карті відстанню між двома сусідніми горизонталями та називається закладенням (рис. 11.7). Властивість горизонталей передавати крутість схилів дозволяє відобразити на карті його форму. Форма схилу визначається по взаємному розташуванню горизонталей на схилі.

За формою схил може бути:

- рівним - горизонталі на однаковій відстані одна від іншої;

- опуклим - горизонталі частішають до підошви;

- увігнутим - горизонталі частішають до вершини;

- хвилястим - частішають і розріджуються в декількох місцях.

Крутість схилу, тобто кут його нахилу, визначається по розміру закладення:

- чим менше розмір закладення, тим схил крутіше;

- чим більше розмір закладення, тим схил більш положистий.

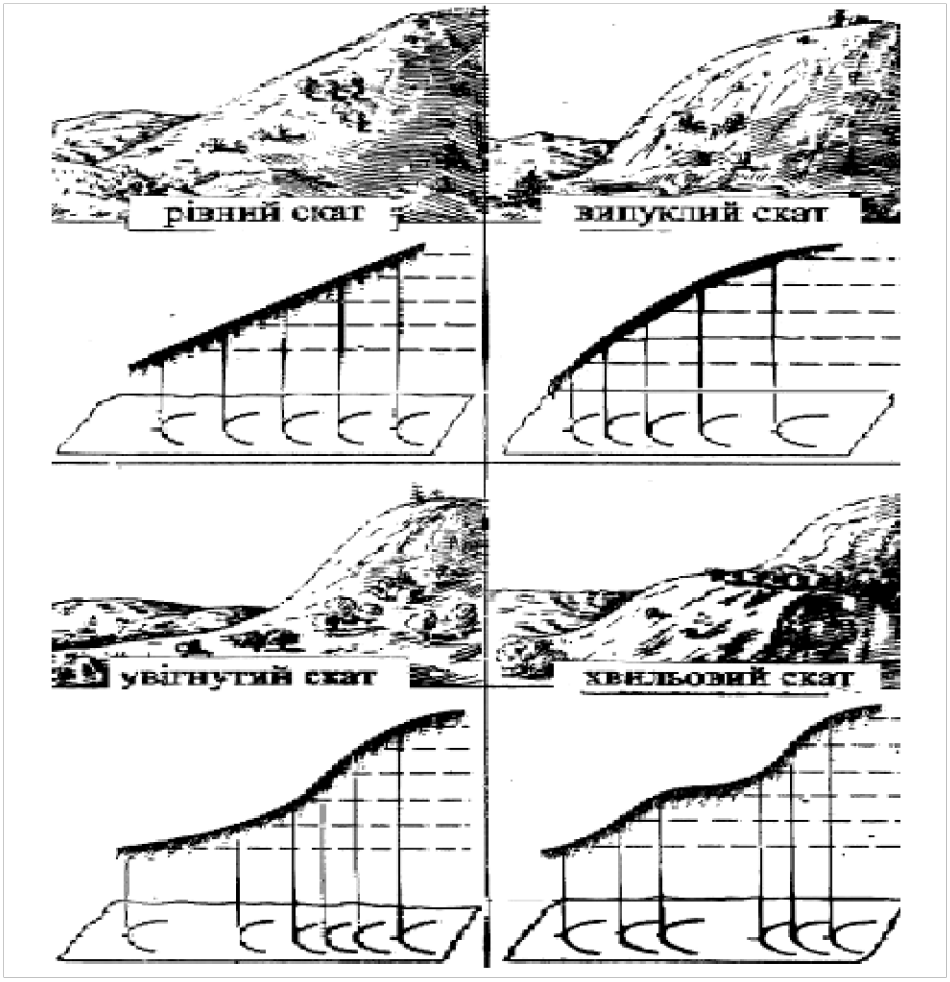


Рис. 11.7. Форми схилу

Крутість схилу визначається за допомогою спеціального графіка шкали закладення, що друкується на картах поруч із лінійним масштабом. Уздовж підстави графіка підписана крутість схилів у градусах. На перпендикулярах до підстави шкали, відкладені відповідні їм закладення: у лівій частині шкали - закладення між основними горизонталями, у правої – для закладень між стовщеними горизонталями тобто п'ятикратної. Для визначення крутості схилу треба взяти циркулем відстань між двома суміжними горизонталями на

визначеному схилі і потім, приклавши цей відрізок до шкали, прочитати значення градусів крутості (рис. 11.8).

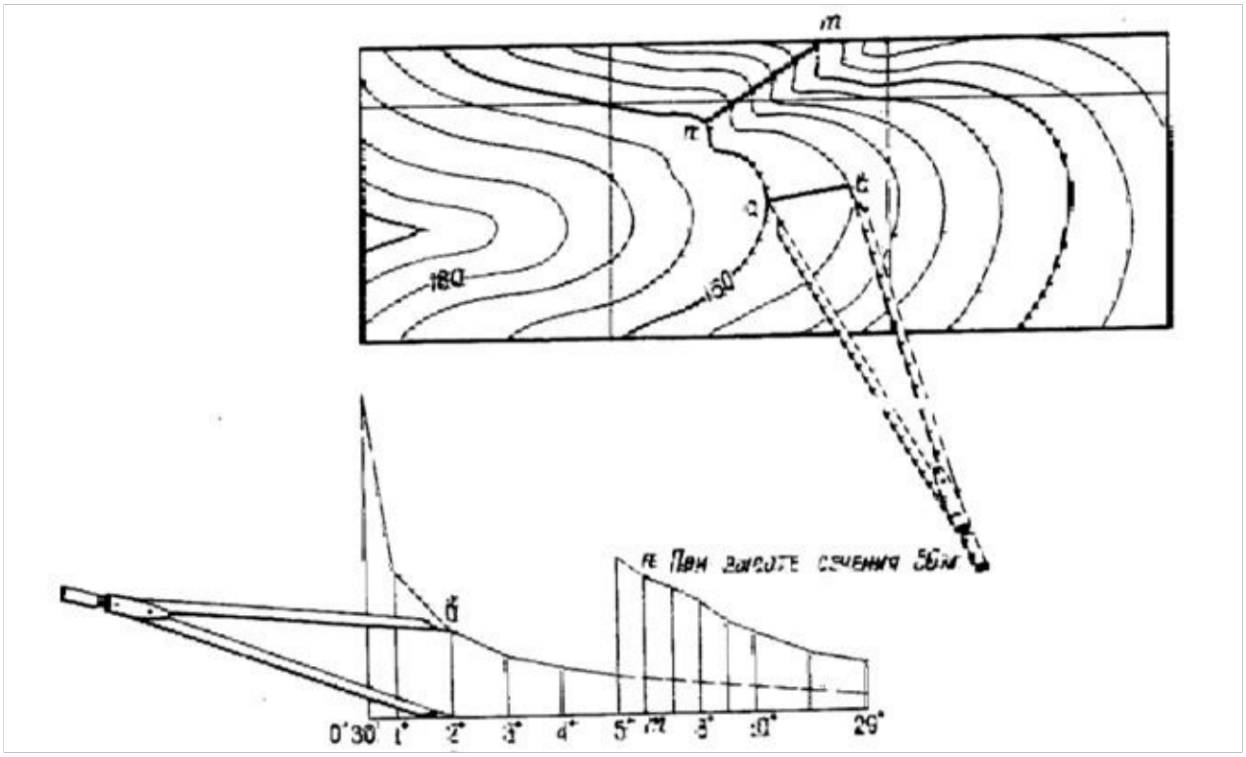


Рис. 11.8. Визначення крутості схилу

Графічна робота 1

Форми рельєфу

Для набування навичок зображення різних форм рельєфу на топографічних картах пропонуємо виконати графічну роботу 1 «Форми рельєфу».

На аркуші білого паперу формату А4 необхідно зобразити 5 форм рельєфу (використовуючи для прикладу топографічні карти масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000). При зображені рельєфу горизонталями особливу увагу треба приділяти товщині горизонталей (див. рис. 11.6). Приклад виконання графічної роботи 1 «Форми рельєфу» наведено на рис. 11.9.

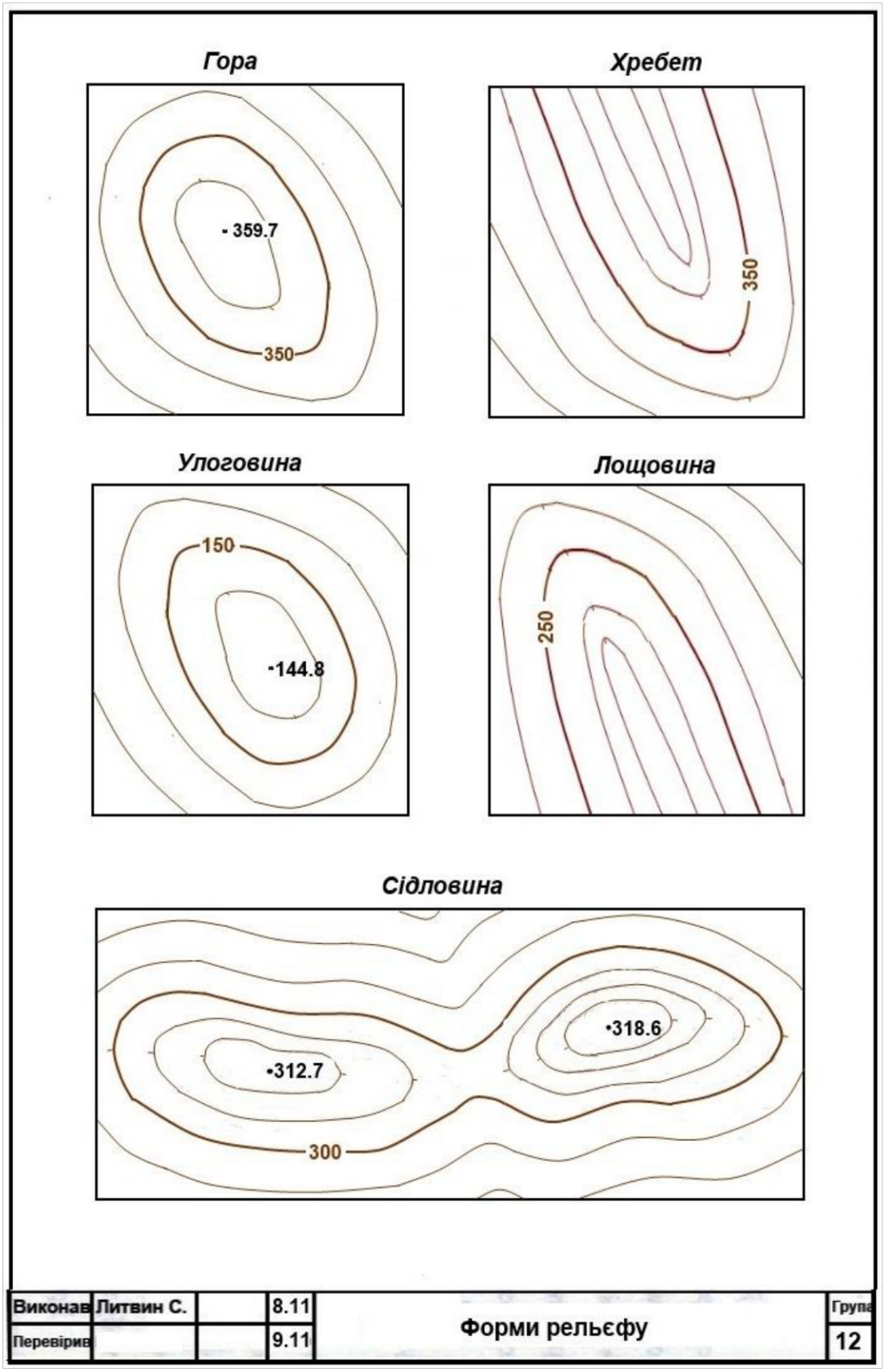


Рис. 11.9. Приклад виконання графічної роботи 1 «Форми рельєфу»

Питання для самоконтролю

1. Що називають рельєфом місцевості?
2. Які способи зображення рельєфу Вам відомі?
3. Що таке гора і як її зображують на карті?
4. Що таке котловина і як її зображують на карті?
5. Що таке хребет і лощина? Як вони зображуються на карті?
6. Що таке сідловина і як її зображують на карті?
7. Що називають крутизною схилу?
8. Які лінії на карті називають горизонталями?
9. Що таке бергштрих і як він зображується на карті?
10. Які форми схилів Вам відомі?

Рекомендована література

1. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. А Топографія з основами картографії : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2008. С. 24–34.
2. Картографія з основами топографії. Частина І. Топографія : Навчальний посібник для студентів географічних спеціальностей педагогічних університетів / Укладачі: Хаєцький Г. С., Стефанков Л. І. Вінниця : ВДПУ, 2014. С. 55–62.
3. Основи топографії: навчальний посібник / укл.: Л.М. Хом'як. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. С. 3–47.
4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 221–230.
5. Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії : навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. С. 57–59.
6. Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. С. 67–69.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

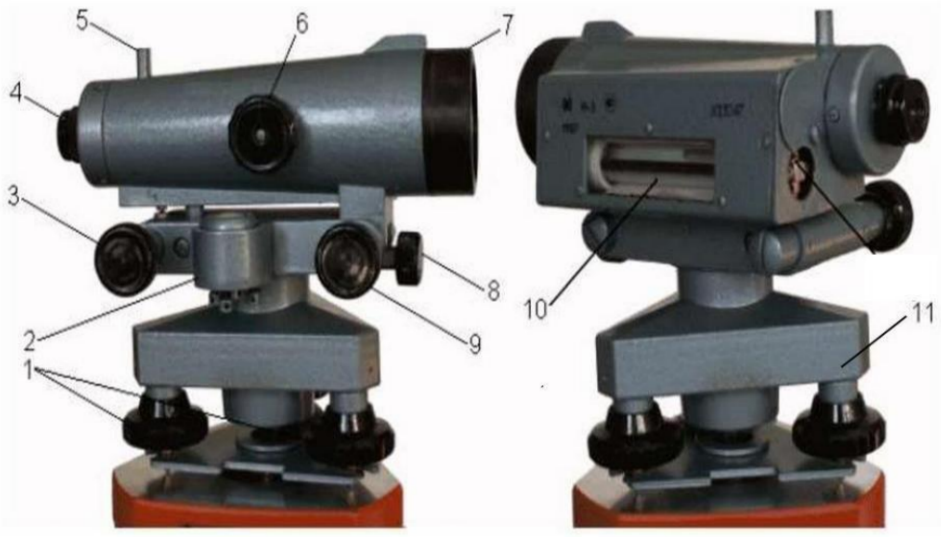
Ознайомлення з будовою нівелірів та нівелірних рейок

Мета роботи: вивчити будову нівелірів Н-3, Н-10Л і нівелірних рейок; навчитися знімати відлік з рейок.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

Нівелір (*від фр. niveau – рівень*, нівелір) – це оптико-механічний прилад, призначений для побудови в просторі горизонтального променю. За допомогою нівелірів виконують геометричне нівелювання для визначення перевищення між двома точками.

За точністю нівеліри поділяють на високоточні (призначені для нівелювання I та II класів – Н-05, Ni002), точні (застосовуються для нівелювання III та IV класів – Н-3, Н-3К, Н-3КЛ) та технічної точності (використовуються при виконанні технічного нівелювання – Н-10, Н-10К). *За способом установки візирного променю в горизонтальне положення* – поділяються на нівеліри з циліндричним рівнем при зоровій трубі (Н-3, Н-10) та на нівеліри з компенсатором (Н-3К, Н-10К).



1 – *піднімальні гвинти*; 2 – *круглий рівень*; 3 – *елеваційний гвинт*; 4 – *окуляр зорової труби з діоптрійним кільцем*; 5 – *візир*; 6 – *кремальєра (фокусуючий гвинт)*; 7 – *об'єктив зорової труби;* 8 – *закріпний (затискний) гвинт*; 9 – *навідний (мікрометричний) гвинт*; 10 – *контактний циліндричний рівень*; 11 – *підставка нівеліра*

12.1. Будова нівеліра Н-3

1 – *піднімальні гвинти* – призначені для приведення бульбашки круглого рівня в нуль-пункт;

2 – *круглий рівень* – призначений для встановлення осі обертання нівеліра в прямовисне положення;

3 – *елеваційний гвинт* – призначений для приведення кінців бульбашки циліндричного рівня в контакт (нуль-пункт);

4 – *окуляр зорової труби з діоптрійним кільцем* – призначений для отримання чіткого зображення сітки ниток;

5 – *візир* – призначений для швидкого, приблизного наведення нарейку;

6 – *кремальєра* (*фокусуючий гвинт)* – призначена для отримання чіткого зображення рейки в полі зору зорової труби;

7 – *об'єктив зорової труби;*

8 – *закріпний (затискний) гвинт* – призначений для закріплення зорової труби в нерухомому положенні;

9 – *навідний (мікрометричний) гвинт* – призначений для точного наведення зорової труби на рейку в горизонтальній площині (працює при загвинченому затискному гвинті);

10 – *контактний циліндричний рівень* – призначений для встановлення лінії візування в горизонтальне положення;

11 – *підставка нівеліра*.

Нівелір Н-3 (Н-3К) призначений для нівелювання III і IV класів, але його застосовують і при технічному нівелюванні. Загальний вигляд нівелірів Н-3 та Н-10Л показаний на рис. 12.1 та 12.2.

У назві нівеліра літера «*Н*» означає нівелір, «*К*» – наявність компенсатора кутів нахилу, «*Л*» – наявність лімба горизонтального круга. *Цифра* в шифрі нівеліра означає середню квадратичну похибку (в міліметрах) на 1 кілометр подвійного нівелірного ходу



12.2. Будова нівеліра Н-10Л

Н-10Л (середнє квадратична помилка подвійного нівелювання на 1 км ходу 10 мм, збільшення в 20 раз). Відмінність від Н-3 – спеціальний штатив з кульовим шарніром замість піднімальних гвинтів і лімб, також немає навідного і затискного гвинтів.

Нівелірні рейки. Нівелірна рейка служить робочою мірою вимірювання перевищень. *За точністю* вони поділяються на високоточні (РН-05), точні (РН-3) та технічні (РН-10). Літери означають – «*Р*» – рейка, «*Н*» – нівелірна, *цифри* – вказують середню квадратичну похибку (в міліметрах) на 1 кілометр подвійного нівелірного ходу. Для нівелювання I, II та III класів використовуються суцільні рейки з круглим рівнем. У складних рейках після цифр додається літера «*С*» (РН-10С).

Рейка РН-10 (рис. 4.3) – двостороння, шашкова, ціна поділки *10 мм*. Являє собою дерев'яний брусок шириною *8-10 см*, товщиною *2-3 см*, виготовлений з сухої деревини. З боків рейки закріплені дві ручки (*2*). Кінці рейки для міцності оковують металевими пластинами (*1*). На одному боці

нанесені чорні і білі поділки (*чорний бік*), на іншому – червоні і білі (*червоний бік*). Поділ виконаний у вигляді дециметрів, розділених на *10 частин*. Кожний дециметр підписаний двозначним числом (*3*). Початок кожного дециметра фіксується тонким горизонтальним штрихом (*4*), від якого будується п'яти сантиметрова фігура у вигляді літери «*Е*» (*5*).

На чорному боці поділкипочинаються від нуля, який суміщений з нижнім кінцем рейки. На червоному боці поділки зміщені і починаються *наприклад* з *4683, 4783, 4883*.

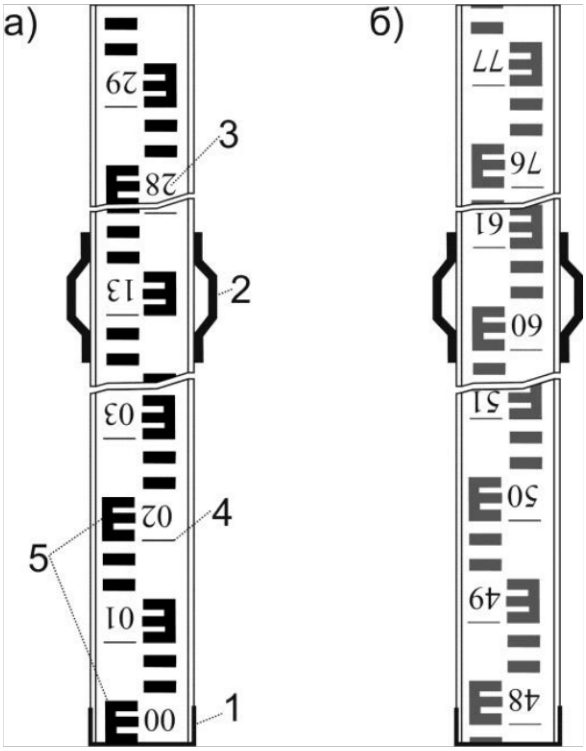


Рис. 12.3. Рейка РН-10 для нівеліра з оберненим зображенням: а) чорний бік; б) червоний бік

Число з якого починаються відліки на червоному боці рейки називається **п'яткою рейки**. П'ятка рейки обчислюється як різниця відліків знятих з червоного і чорного боків рейки. В залежності від того, яке зображення будує зорова труба нівеліра дециметрові підписи можуть бути *прямими* або *оберненими*(перевернутими). Як правило виготовляють рейки три- і чотирьох метрові. Рейка РН-3 має аналогічну конструкцію і додатково обладнана круглим рівнем.

Завдання: Вивчити будову нівеліра, навчитися знімати відліки за рейкою.

Порядок виконання роботи

Перед зніманням відліку з рейки необхідно:

1. встановити нівелір на штатив і за допомогою піднімальних гвинтів вивести бульбашку круглого рівня на середину (в нуль-пункт);
2. приблизно навести зорову трубу на рейку за допомогою візиру та зафіксувати напрям наведення закріпним гвинтом;
3. досягнути чіткого зображення рейки в полі зору труби за допомогою фокусуючого гвинта;
4. досягнути чіткого зображення сітки ниток в полі зору труби за допомогою діоптрійного кільця окуляра;
5. точно навести зорову трубу на рейку (сумістити вертикальний штрих сітки ниток з центром рейки) за допомогою навідного гвинта;
6. привести бульбашку циліндричного рівня на середину за допомогою елеваційного гвинта. При цьому зображення кінців бульбашки циліндричного рівня в полі зору труби повинні утворити параболу – (*5*) (рис. 11.4).

В полі зору труби (рис. 12.4) видно: вертикальний штрих (*1*) сітки ниток; середній (*2*), верхній (*3*) і нижній (*4*) – горизонтальні штрихи сітки ниток; а також кінці бульбашки циліндричного рівня (*5*) і рейку з поділками (*6*).

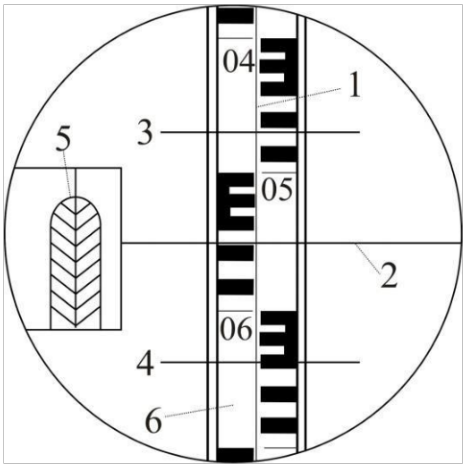


Рис. 12.4. Поле зору труби нівеліра Н-3

Відлік з рейки знімається в міліметрах і складається з *чотирьох значущих цифр*. Відлік являє собою відстань від нуля шкали рейки до променя даного штриха сітки. *Перші дві цифри* – номер дециметра, *третя* – число повних сантиметрових поділок від початку дециметра до даного штриха, *четверта* – десяті долі наступної сантиметрової поділки (знімаються на око). В нашому випадку маємо на рис. 4.4 – за верхнім штрихом – *0472*, за середнім – *0559*, за нижнім – *0646 мм*.

За допомогою віддалемірних штрихів сітки ниток можна визначати віддалі від нівеліра до рейки. Віддалемірні відстанівираховують як *різниці між відліками за нижнім та верхнім штрихами* (в нівелірів з прямим зображенням навпаки – верхній мінус нижній), помножених на коефіцієнт віддалеміра (*К=100*). Внашому випадку на рис. 4.4:

$D=(646-472)\times100=17400$ *мм* $= 17,4$ *м*.

Зміст звіту. Звіт повинен містити назву роботи, мету, завдання, використані прилади й обладнання, рисунок поля зору труби, наведеної на нівелірну рейку, із записаними відліками за горизонтальною та віддалемірними нитками; умови, схеми виконання.

Питання для самоконтролю

1. Призначення нівеліра.
2. Які ви знаєте типи нівелірів, їх призначення?
3. Класифікація нівелірів.
4. Будова нівеліра Н-3.
5. З яких основних частин складається нівелір?
6. Будова нівелірних рейок.
7. Знімання відліків з нівелірних рейок.

Рекомендована література

1. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 88–95.
2. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 242–261.
3. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 108–112.
4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 248–263.
5. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 111–114.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

Перевірки і юстування нівелірів. Перевірки нівелірних рейок

Мета роботи: навчитися виконувати перевірку нівелірів і нівелірних рейок.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

13.1. Перевірки і юстування нівеліра Н-3

Нівелір – це геодезичний прилад, який призначений для вимірювання перевищення між двома точками. При допомозі горизонтального візирного променю і вертикально встановлених нівелірних рейок на точках, вимірюють віддалі від верху точки на якій встановлена рейка до горизонтального променю. Така віддаль називається відліком з рейки. Різниця цих віддалей називається перевищенням. Для того, щоб виміри отримати з відповідною точністю даного приладу, необхідно перевірити умови закладені конструкторами при розробці цього приладу (рис.13.1). Перевірка цих умов називається **перевірками нівеліра**.

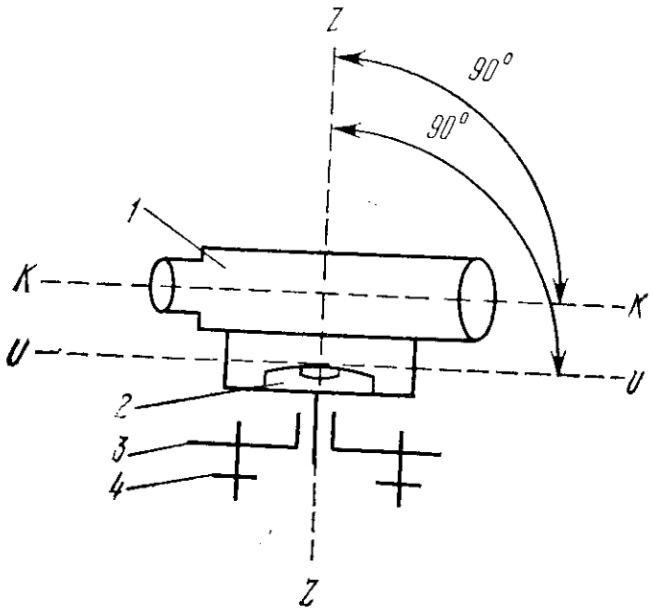


Рис. 13.1. Принципова схема нівеліра

Основні осі: *ZZ* - вертикальна вісь обертання нівеліра; *UU* - вісь циліндричного рівня; *KK* - візирна вісь зорової труби. Основні частини: *1* -

зорова труба нівеліра; *2* - циліндричний рівень; *3* - підставка; *4* - піднімальні гвинти.

Перевірка круглого рівня. *Вісь круглого рівня повинна бути паралельною осі обертання нівеліра.*

Виконання перевірки. Приводять нівелір в робоче положення. За допомогою трьох піднімальних гвинтів бульбашку круглого рівня приводять в нуль-пункт (рис. 13.2). Повертають нівелір за азимутом і дивляться на бульбашку. Якщо бульбашка знаходиться весь час в границі круга рівня, то умова виконана. Якщо бульбашка виходить за границю круга рівня, то виконують виправлення.

Виправлення. На половину дуги відхилення бульбашку повертають до нуль - пункту виправними гвинтами рівня.

Після цього перевірку повторюють.

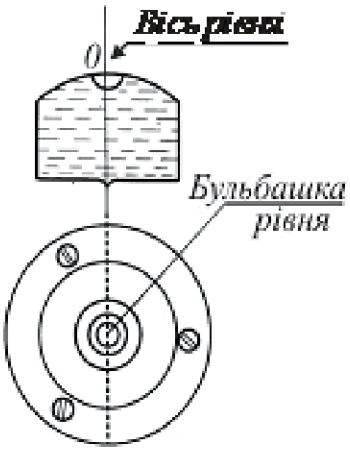


Рис. 13.2. Круглий рівень

Перевірка головної геометричної умови. *Вісь циліндричного рівня повинна бути паралельною візирній осі зорової труби.*

Виконання перевірки. На місцевості закріплюють дві точки *A* і *B* на відстані одна від другої приблизно *70...80 м*. Встановлюють нівелір посередині між точкам *A* і *B* та рейки на кілочки в цих точках і беруть відлік a_1 і b_1 (рис. 13.3).

Обчислюють перевищення: від відліку по задній рейці віднімають відлік по передній рейці, тобто

$$h_1 = a_1 - b_1 . \qquad (13.1)$$

Нівелір переноситься ближче до задньої рейки так, щоб відстань до неї була приблизно *5...10 м* (рис. 13.4).

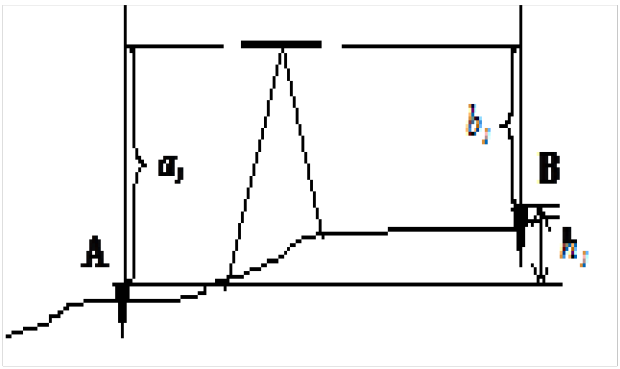


Рис. 13.3. Нівелювання при рівності плеч

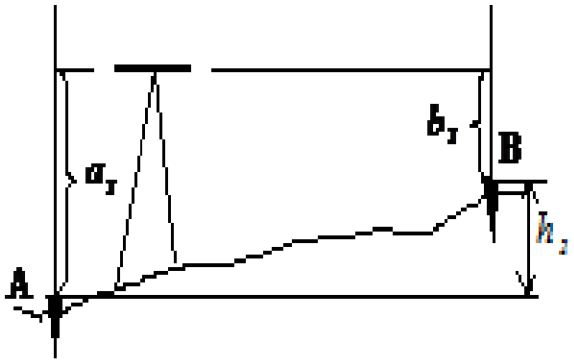


Рис. 13.4. Нівелювання при нерівності плеч

Приводять його в робоче положення, беруть відлік по задній і передній рейках та обчислюють перевищення за формулою

$$h_2 = a_2 - b_2 . \qquad (13.2)$$

Обчислюють похибку за формулою

$$x = h_2 - h_1. \qquad (13.3)$$

Якщо $x \leq 4$ *мм,* то умова виконана, якщо $x > 4$ *мм,* то виконують виправлення.

Одержані результати аналізують. Якщо нівелір знаходиться на середині між рейками, то відліки будуть мати одинакові похибки. При різниці цих відліків похибки знищуються і перевищення буде дійсним. Коли нівелір знаходиться ближче до однієї з рейок, то відлік на ній буде мати маленьку похибку, а якщо нівелір знаходиться від рейки на більшій віддалі, то і похибка цього відліку буде більшою. На цій основі вважають, що відлік b_2 відрізняється від справжнього на похибку x. Безпомилковий відлік b_0 обчислюють за формулою

$$b_0 = b_2 - x. \qquad (13.4)$$

Виправлення. За допомогою елеваційного гвинта середню нитку сітки встановлюють на відлік b_o. В цьому випадку бульбашка циліндричного рівня зійде з нуль-пункту. Повертають виправні гвинти циліндричного рівня так, щоб бульбашка його стала в нуль-пункт. Перевірку повторюють знову.

Перевірка правильності установки сітки ниток. *Вертикальна нитка сітки повинна бути паралельною осі обертання нівеліра.*

Виконання перевірки. Приводять нівелір в робоче положення. Рейку встановлюють на відстані від нівеліра *5...10 м.* Наводять зорову трубу на рейку так, щоб вона була на краю її поля зору. По середній нитці знімають відлік. Навідним гвинтом зорової труби повертають трубу так, щоб сітка перемістилась на другий кінець її поля зору. По середній нитці беруть відлік. Якщо обидва відліки відрізняються один від одного не більше *1 мм,* то умова виконана. Якщо вони відрізняються більше ніж на *1 мм*, то виконують виправлення.

Виправлення. Знімають кришку в окулярній частині. Відпускають гвинти, що скріплюють окулярну частину труби з об'єктивом, і повертають сітку ниток до досягнення умови. Після виправлення ставлять кришку на місце.

13.2. Перевірки і юстування нівеліра Н-ЗК з компенсатором

Перевірки круглого рівня і правильності установки сітки ниток нівелірів з компенсаторами виконують так, як і нівелірів з циліндричним рівнем.

Перевірка міри компенсації кутів нахилу осі нівеліра. *Компенсація кутів нахилу осі нівеліра повинна бути повною.*

Виконання перевірки. В польових умовах на станції вимірюють перевищення між двома точками при довжині віддалі до кожної *50 м* для нівелірів *Н-3К* і *Н-10К*.

На місцевості закріплюють станцію нівеліра і від неї вимірюють відстані *50 м* до кожної точки, між якими будуть визначати перевищення. Кінці таких відстаней закріплюють дерев'яними кілочками. Нерівність плеч не повинна перевищувати *1 м.* Визначають перевищення між точками згідно методики наведеної нижче.

Перевищення визначають п'ять разів в залежності від положення бульбашки круглого рівня, показаного в табл. 13.1.

$$h_1 = a_1 - b_1. \qquad (13.5)$$

де a_1 і b_1 - відліки відповідно по задній і передній рейках в *мм*, коли нахил осі труби відсутній. Знаходять середнє значення перевищення із положень 2–5, тобто

$$h_{ср} = (h_2 + h_3 + h_4 + h_5)/ 4; \qquad (13.6)$$

а потім і саму різницю

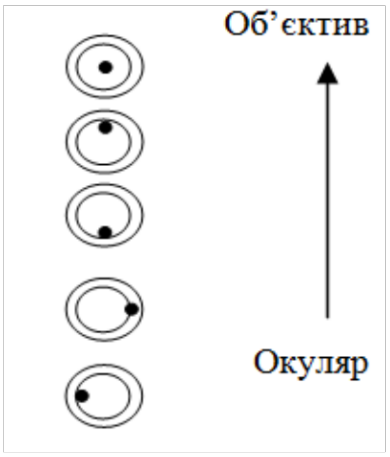
$$\Delta h = h_{cp} - h_1; \qquad (13.7)$$

де h_1 - перевищення одержане коли бульбашка круглого рівня була в нуль-пункті.

Якщо $\Delta h \leq 5$ *мм,* то умова виконана.

Таблиця 13.1

Порядок спостереження при визначенні похибки компенсації

Послідовність вимірювання перевищень	Положення бульбашки круглого рівня	
1. Ухил відсутній $v = 0^o$ 2. Ухил осі до об'єктива (при наведенні на задню рейку) на кут плюс v 3. Ухил осі до окуляра (при наведенні на передню рейку) на кут мінус v 4. Ухил осі вправо (поперечний ухил) на кут плюс v 5. Ухил осі вліво (поперечний ухил) на кут мінус v		$h_1 = a_1 - b_1$ $h_2 = a_2 - b_2$ $h_3 = a_3 - b_3$ $h_4 = a_4 - b_4$ $h_5 = a_5 - b_5$

Виправлення. Якщо $\Delta h > 5$ *мм,* то нівелір відносять в оптичну майстерню для юстування.

Перевірка головної геометричної умови. Цю перевірку виконують так, як і для нівелірів з циліндричним рівнем. Якщо величина $x > 4$ *мм,* то виконують виправлення.

Виправлення. В окулярній частині зорової труби знімають ковпачок і при допомозі шпильки, обертаючи верхній та нижній виправні гвинти сітки ниток, середню нитку встановлюють на вірний відлік.

Перевірку повторюють.

13.3. Перевірки нівелірних рейок

Перевірка круглого рівня рейки.

Вісь круглого рівня повинна бути паралельною осі рейки.

Виконання перевірки. Встановлюють нівелір в робоче положення. На відстані *40 – 50 м* від нівеліра встановлюють рейку так, щоб ребро рейки було паралельне вертикальній нитці сітки ниток зорової труби. Якщо бульбашка рівня рейки знаходиться в нуль-пункті, то умова виконана. Якщо бульбашка рівня зійде з нуль-пункту, то виконують виправлення.

Виправлення. Ставлять рейку так, щоб її ребро було паралельне вертикальній нитці сітки ниток труби. При допомозі виправних гвинтів круглого рівня рейки приводять бульбашку в нуль-пункт. Після цього рейку повертають на 90^0 і повторюють перевірку.

Перевірка поділок рейки. *Похибки в дециметрових поділках не повинні перевищувати для рейок третього класу ± 0,5 мм, четвертого класу ± 0,7 мм і технічних робіт 1,0 мм.*

Виконання. Кладуть рейку на тверду і горизонтальну поверхню. За допомогою контрольної лінійки з міліметровими поділками вимірюють всі дециметрові ділення в прямому і зворотному напрямках.

Якщо дециметрові ділення рейки розходяться з дециметровими діленням контрольної лінійки не більше ± *0,5 мм* для рейок четвертого класу і ± *1 мм* для рейок технічних робіт, то умова виконана.

Виправлення. Якщо ці похибки перевищують вказані границі, то рейками користуватись не можна, їх потрібно замінити на рейки з відповідними граничними похибками.

Завдання до теми

Завдання 1. Виконати перевірку круглого рівня нівеліра.

Завдання 2. Перевірити головну геометричну умову нівеліра Н-3.

Завдання 3. Перевірити правильність установки сітки ниток нівеліра.

Завдання 4. Перевірити установку лінії візування у нівелірі з компенсатором. Зробити висновок.

Завдання 5. Визначити середню довжину одного метра кожної рейки комплекту.

Досліджуються дві рейки комплекту.

Укладають рейку так, щоб її кінці не провисали і за допомогою контрольної лінійки двічі, у прямому та зворотному напрямках, вимірюють довжини відрізків між поділками 1-10, 10-20, 20-30 дм. 24

За результатами досліджень знаходять середню довжину метра кожної з пари рейок. Допустима різниця між середньою довжиною метра пари рейок комплекту дорівнює 1,5 мм. Зробити необхідний висновок.

Завдання 6. Визначити похибки дециметрових поділок рейок.

Дослідження виконують за допомогою еталонної міліметрової штрихової лінійки, нуль якої спочатку суміщають з нульовою поділкою рейки. Вимірюють так всі дециметрові поділки в прямому та зворотному напрямках.

Якщо дециметрові поділки рейки розходяться з дециметровими поділками контрольної лінійки не більше ± 1 мм для рейок технічних робіт, то умова виконана.

Виправлення. Якщо ці похибки перевищують указані межі, то рейками користуватися не можна, їх потрібно замінити на рейки з відповідними граничними похибками. Зробити необхідний висновок.

Завдання 7. Визначити різниці висот нулів червоної та чорної сторін рейок.

На відстані 20 м від нівеліра встановлюють прямовисно рейку і беруть відлік за чорним і червоним боками. Таких визначень роблять чотири і як остаточний результат беруть середнє значення з усіх отриманих значень різниць. Зробити висновок щодо різниці висот нулів між боками рейки.

Зміст звіту. Звіт повинен містити назву роботи, мету, завдання, використані прилади й обладнання, результати перевірок нівеліра та рейок і висновки.

Питання для самоконтролю

1. З якою метою проводять перевірки нівеліра?
2. Як виконують юстування нівеліра?
3. Як перевірити головну геометричну умову нівеліра?
4. Як перевірити сферичний рівень нівеліра?
5. Назвіть послідовність виконання перевірок нівеліра Н-3.
6. У чому полягає сутність виконання перевірок нівеліра Н-3?
7. Порядок визначення похибок дециметрових ділень рейки.
8. Порядок визначення середньої довжини одного метра шашкової рейки комплекту.

Рекомендована література

1. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 92–95.
2. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 257–264.
3. В. В. Лозинський. Топографічна практика : навчально-методичний посібник Львів, 2013. С. 27–30.
4. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 111–113.
5. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 254–257.
6. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 114–121.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

Вимірювання перевищень геометричним нівелюванням

Мета роботи: засвоїти методику визначення перевищення між двома токами місцевості геометричним нівелюванням.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

Геометричне нівелювання – це визначення перевищень одних точок земної поверхні над іншими горизонтальним променем за допомогою нівеліра. За відомою висотою вихідної точки над прийнятою рівневою поверхнею обчислюють висоти всіх точок, між якими визначалися перевищення. Геометричне нівелювання можна вести двома способами: із середини і вперед. Схема геометричного нівелювання способом «із середини» наведена на рис. 14.1.

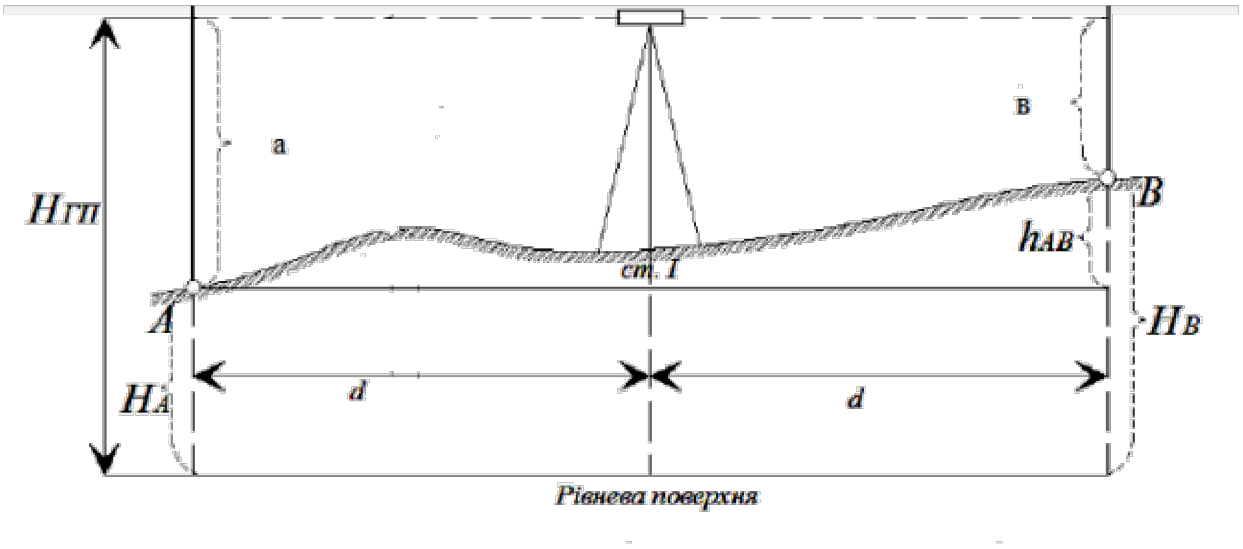


Рис. 14.1 Схема геометричного нівелювання способом «із середини»

У процесі вимірювання перевищення способом «із середини» у точках А і В (див. рис. 14.1) установлюють нівелірні рейки, а посередині між ними – нівелір. Візирну вісь труби нівеліра наводять на задню рейку P_1 і беруть відлік a. Наводять трубу на передню рейку P_2 і беруть відлік b. Перевищення h точки В над точкою А обчислюють за формулою:

$$h_{AB} = a - b, \qquad (14.1)$$

За умови $a>b$ перевищення додатнє, якщо $a<b$ – від'ємне.

За відомою висотою точки А обчислюють висоту точки В за формулою:

$$H_B = H_A + h_{AB}, \qquad (14.2)$$

Для визначення перевищень між точками, розміщеними на значних відстанях зі значними перевищеннями, застосовують метод послідовного нівелювання (рис. 13.2).

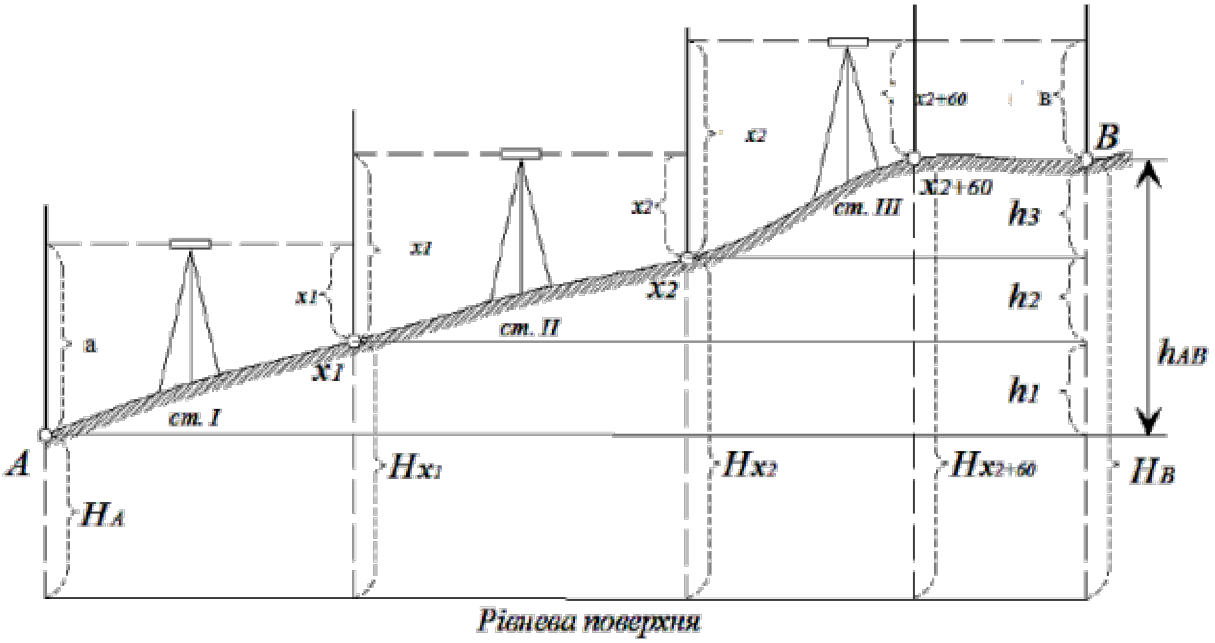


Рис. 14.2 Схема послідовного нівелювання

Лінію подідяють на частини і виконують послідовне нівелювання на станціях X_1, X_2, ... X_n. Загальне перевищення h між точками А і В дорівнює алгебраїчній сумі окремих перевищень:

$$h = h_1 + h_2 + \ldots + h_n, \qquad (14.3)$$

Висоту H_B точки B обчислюють за формулою:

$$H_B = H_A + \sum h_i, \qquad (14.4)$$

Для визначення перевищення h між точками А і В способом «вперед» (рис. 14.3) нівелір встановлюють у точці А так, щоб окуляр зорової труби зходився над цією точкою, а рейку встановлюють прямовисно в точці В. У точці А за допомогою нівелірної рейки або рулетки вимірюють висоту нівеліра і як прямовисну відстань від центра окуляра до точки, на який встановлений нівелір. Після приведення візирної осі в горизонтальне положення роблять відлік по рейці. Як видно із рис. 14.2

$$h = i - b, \tag{14.5}$$

тобто перевищення дорівнює висоті нівеліра мінус відлік по рейці.

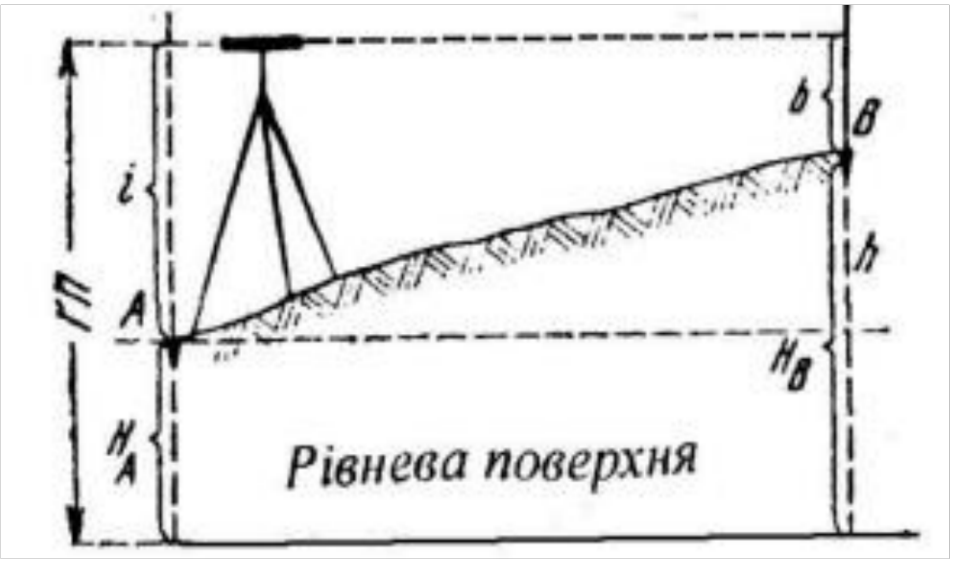


Рис. 14.3. Геометричне нівелювання способом вперед

Для більш точного визначення висоти нівеліра її рекомендується визначати відліком по рейці, встановленій на задній точці А, при цьому нівелір повинен знаходитися в двох-трьох метрах від точки А.

Завдання до теми

Завдання: Виміряти перевищення між двома точками місцевості геометричним нівелюванням.

Порядок виконання роботи

1. Вибирають на місцевості дві точки А і В, які знаходяться на відстані 50–100 м. У цих точках установлюють прямовисно нівелірні рейки.

2. Установлюють нівелір приблизно посередині між рейками. Приводять нівелір у робочий стан за допомогою сферичного рівня.

3. Наводять зорову трубу на задню рейку, приводять бульбашку циліндричного рівня в «нуль-пункт» за допомогою елеваційного гвинта та беруть відлік за чорною та червоною сторонами рейок.

4. Наводять зорову трубу на передню рейку, виконують дії п. 3.

5. Результати вимірювань заносять до журналу (табл. 14.1).

6. За формулою (14.1) обчислюють перевищення за чорною та червоною сторонами рейок, між якими визначають середнє.

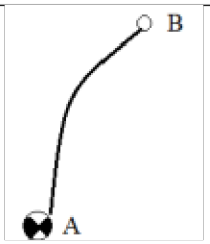
7. За формулою (14.2) обчислюють висоту H_B точки B за заданою викладачем висотою H_A точки А та обчисленим середнім перевищенням між точками А і В.

8. Результати обчислень заносять до журналу (табл. 14.1).

Таблиця 14.1

Журнал геометричного нівелювання

Нівелір _____ № _____ Дата _____ Виконавець _____

Номер станції	Номер точки візування	Відліки за рейкою		Перевищення		Висота Н (позначка)	Схема нівелювання
		зад.	перед.	обч.	серед.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	А В	1527 6229 4702	 1720 6420 4700	 -193 -191	 -192	75,552 75,360	

Зміст звіту. Звіт повинен містити назву роботи, мету, завдання, використані прилади й обладнання, короткий опис порядку виконання робіт, журнал геометричного нівелювання (за прикладом табл. 13.1) та висновки.

Контрольні питання

1. Якими способами виконують геометричне нівелювання?
2. Методика геометричного нівелювання.
3. Що таке п’ятка рейки?
4. Що таке відлік за рейкою?
5. Для чого призначена нівелірна рейка?
6. Куди заносять результати геодезичних вимірювань?

Рекомендована література

1. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 95–97.
2. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 238–242.
3. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 105–117.
4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 237–257.
5. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 147–149.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

Камеральна обробка результатів технічного нівелювання

Мета роботи: набути навичок камеральної обробки результатів нівелювання і побудови поздовжнього профілю траси.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

При технічному нівелюванні визначають перевищення між точками земної поверхні.

Технічне нівелювання може бути поздовжнє, поперечне і суцільне. Суцільне геометричне нівелювання називають ще нівелювання площ, нівелювання по квадратам і ін.

Поздовжнє нівелювання проводиться у випадках виявлення ухилу (уклону) поля, будівництва споруди (газоводу, водоводу, каналізації) шириною до 3-5 м, тощо. При будівництві каналу, залізниці, автостради, тобто споруди шириною декілька десятків метрів, проводиться поперечне нівелювання. Суцільне ж нівелювання застосовується при осушенні боліт, підготовці поля для поверхневого зрошення, будівництві стадіонів, аеродромів тощо.

Розглянемо повздовжнє нівелювання

Для відтворення рельєфу місцевості на папері, слід по осі лінійної споруди через 100 м закріпити точки дерев'яними кілочками, які називають пікетами. Дії, які виконуються при закріплені пікетів, називаються розмічуванням пікетажу.

Пікетаж – від французького слова *piguetage* – вибір точок на місцевості для встановлення рейок і закріплення їх кілочками при нівелюванні.

Пікет – точка на осі споруди, яка призначена для закріплення заданого інтервалу. Якщо на місцевості між пікетами бувають характерні точки (підвищення чи зниження рельєфу, межа землекористування чи землеволодіння, початок і кінець дороги чи річки, зміна напрямку траси нівелювання), то їх теж закріплюють кілочками і називають плюсовими,

додатними, характерними і т.д. точками. На плюсових точках записують номер пікету та віддаль від нього до даної точки.

На поворотах траси нівелювання вписують криві, на які виносять пікети та плюсові точки. Під час розбивки траси ведеться пікетажний журнал (рис. 15.1, табл. 15.4).

Після розбивки траси проводять технічне нівелювання способами «із середини» чи «вперед» за допомогою нівеліра та нівелірних рейок. Одержані відліки по рейках записують в «журнал поздовжнього нівелювання» (табл. 15.1).

Камеральна обробка результатів технічного нівелювання і побудову поздовжнього профілю траси проведено у розрахунково-графічній роботі 2.

Розрахунково-графічна робота 2
Обробка журналу технічного нівелювання і побудова поздовжнього профілю

По матеріалам повздовжнього нівелювання на проміжку магістральна дорога (Rp_1) – ФГ «Лан» ($Rp._2$) виконати камеральну обробку польових вимірювань:

а) обчислити нівелірний ход від (Rp_1) до (Rp_2);

б) побудувати поздовжній профіль осі траси від ПК-0 до ПК-5. Для виконання профілю прийняти масштаби:

- горизонтальний 1:2000;
- вертикальний – 1:200.

Необхідні дані для виконання роботи взяти з таблиць 15.2, 15.3 та рисунків 15.2, 15,3. Пікетажний журнал нівелювання – таблиця 15.1.

Послідовність виконання задачі

Розграфити нівелірний журнал (табл. 15.1) і заповнити його даними нівелювання (табл. 15.2, 15.3)

Обчислити перевищення по чорному боці рейки ($h_{чорн}$) і окремо по червоному ($h_{черв}$), З них взяти середнє ($h_{сер}$) значення.

Наприклад (гр. 3–7):

Відлік по чорному боці дорівнює

а (задній відлік) = 538 мм,

в (передній відлік) = 2527 мм;

по червоному боці рейки

а = 5218, *в* = 7211мм.

Перевищення будуть дорівнювати

$$h = a - в;$$

$$h_{чорн} = 538 - 2527 = - 1989 \text{ мм};$$

$$h_{черв} = 5218 - 7211 = - 1993 \text{ мм};$$

$$h_{сер} = (h_{чорн} + h_{черв})/2 = ((-1989) + (-1993))/2 = -1991\text{мм}.$$

Виконати посторінковий контроль, для цього на кожній сторінці в графах 3, 4, 6, 7 визначити суму відліків по рейках і перевищень. Суми (∑) записати внизу кожної графи. Результати повинні задовольняти умовам:

$$\sum 3 - \sum 4 = \sum 6; \ 1/2\sum 6 = \sum 7$$

За рахунок заокруглення при визначенні середніх значень розходження в сумах не повинні перевищувати 1 мм, в протилежному випадку потрібно знайти похибку в обчисленнях.

Підрахувати нев'язку нівелірного ходу по формулі:

$$fh = \sum h - (H_П - H_К)$$

де $\sum h$ – алгебраїчна сума перевищень, мм (гр. 7); НП – НК – відмітки кінцевого і початкового реперів, мм (гр. 10). Визначити максимальну допустиму нев'язку ходу по формулі:

$$fh = \sum h_{макс} = \pm 50 \text{ мм } \sqrt{L_{КМ}},$$

де LKM – довжина нівелірного ходу, км (відстані Rp_1 – ПК-0 і ПК-5 – Rp_2 взяти по 100 м).

Контроль – виконання умови

$$fh \leq fh \text{ макс.},$$

в протилежному разі потрібно знайти похибку і виправити.

Якщо нев'язка буде в межах допуску, то її необхідно розподілити на всі перевищення (гр. 7) порівну і з оберненим знаком. Перевищення заокруглюють до мм. Виправлені перевищення записують у гр. 8.

Контроль:

$$\sum h8 = H_{П} - H_{О}.$$

Обчислити відмітки основних точок, починаючи від відмітки RP_1 за формулою:

$$Нк+i = H_{К} + h,$$

де Нк+*i* і $H_К$, - відмітки наступної *i* даної точок.

Наприклад (гр. 8, 10). Відмітка Нгр1 = 56,136 м, виправлене середнє перевищення h = -1,993 м.

Звідси, відмітка Нпк0 = 56,135 - 1,993 = 54,142 м.

Контроль - в кінці розрахунків повинні прийти до відмітки

$$Rp2.\ fh = + 10{,}5 \text{ мм}$$

$$fh = \pm 50 \sqrt{L_{КМ}} = \pm 50 \sqrt{0{,}7} = \pm 40 \text{ мм}.$$

Таблиця 15.1

Нівелірний журнал

№ станції	№ пікетів	Відліки по рейкам, мм			Перевищення, мм			Горизонт інструменту, м	Відмітки реперів, пікетів і додатних точок
		Задні	Передні	Проміжні	По червоних і чорних боках рейки	Середні	Виправлені		
1	Rp1 ПК-0	0338 5218	2527 7211		-1989 -1993	-2 -1991	-1993		56,135
2	 ПК-0 ПК-1	0875 3558	 1452 6133		-557 -575	-2 -576	-578		54,142
3	 ПК-1 ПК-2 ПК-1+30	2571 7255	 1125 5805	 2256	 +1446 +1450	 -1 +1448	 +1447	 56,132	 53,564 53,879
4	ПК-2 ПК-3	2148 6228	 0574 5256		+1574 +1572	-1 +1573	+1572		55,011
5	 ПК-3 ПК-4	0388 5068	 2803 7485		 -2415 -2417	 -1 -2416	 -2417		56,583
6	 ПК-4 ПК-5	1506 6187	 1104 5784		 +402 +403	-1,5 +402,5	 +401		54,166
7	 ПК-5 Rp2	2570 7250	 1125 5805		+1145 +1145	-2 +1143	 +1143		 54,567 55,710
Посторінковий контроль		53360	54189		-829	-425	414,5		
		-829							

$$fH = +\ 10.5\text{мм}$$

$$fh_{\text{доп}} = \pm 50\sqrt{L_{\text{км}}} = \pm 50\sqrt{0{,}7} = \pm 40\ \text{мм}$$

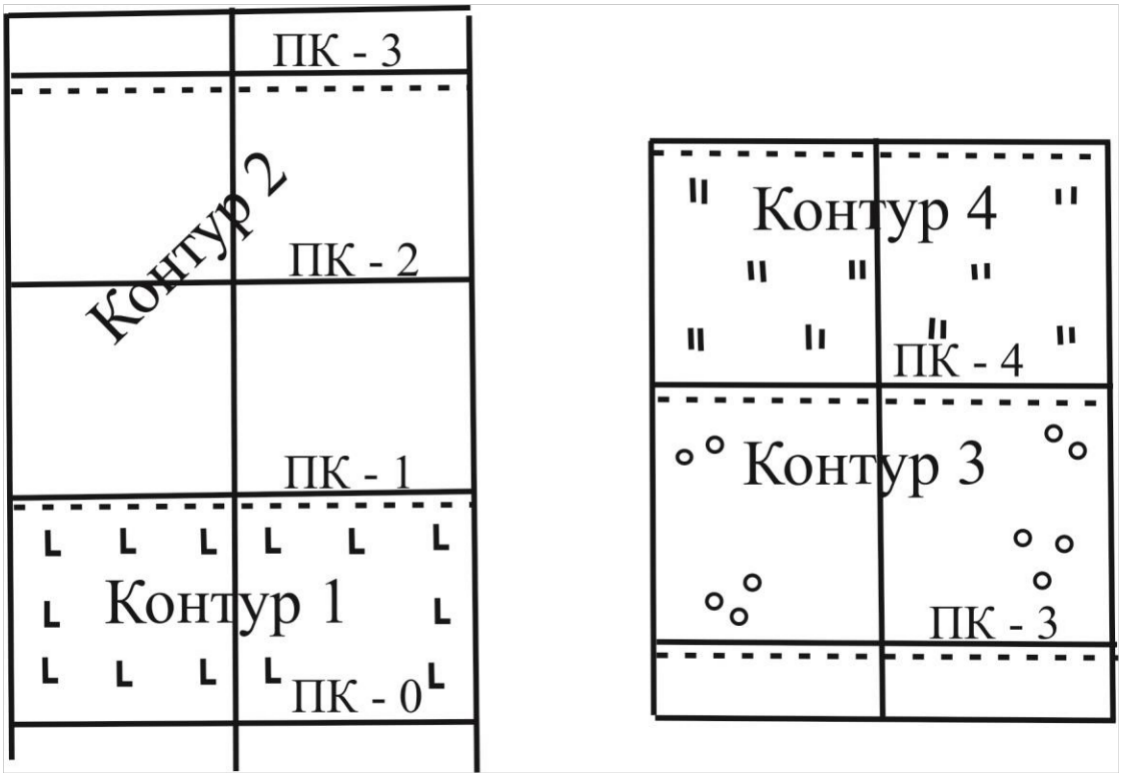


Рис. 15.1. Пікетажний журнал

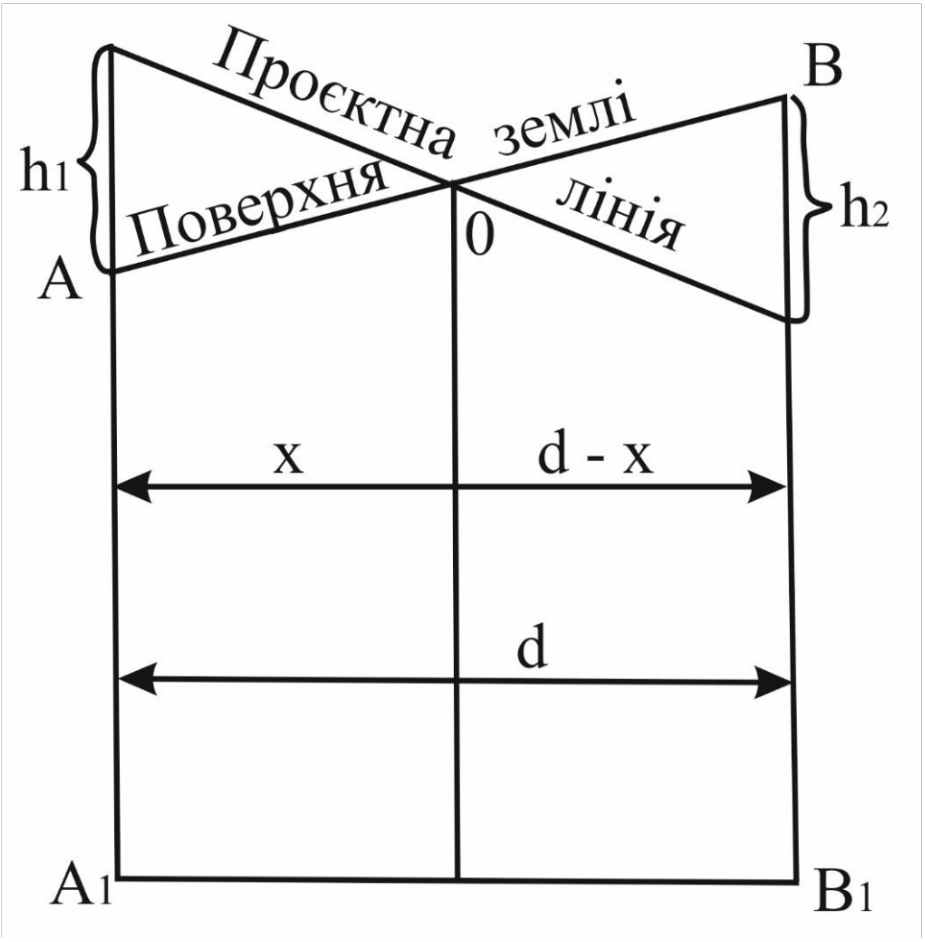


Рис. 15.2. Схема обчислення відстаней до точки «нуль» роботи

Таблиця 15.2

Дані для нівелірного журналу

ВАРІАНТИ									
00-09					10-19				
№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках			№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках		
		Задні	Передні	Проміжні			Задні	Передні	Проміжні
1	Rep.1 ПК0	0638 5318	1260 5944		1	Rep.1 ПК0	0538 5218	2527 7211	
2	ПК0 ПК1	0575 5258	1149 5830		2	ПК0 ПК1	1294 5977	0890 5571	
3	ПК1 +22* ПК2	1333 6015	0776 5457	1005	3	ПК1 +30* ПК2	0407 5092	1731 6411	2520
4	ПК2 +64* ПК3	1770 6457	2884 7568	0808	4	ПК2 +75* ПК3	1626 6309	1148 5834	0300
5	ПК3 X	0574 5256	1748 6428		5	ПК3 X	0572 5256	2760 7441	
6	X ПК4	0388 5068	2803 7485		6	X ПК4	0470 5152	2885 7571	
7	ПК4 ПК5	1617 6299	1313 6000		7	ПК4 ПК5	2481 7162	1320 6002	
8	ПК5 Rep.2	1820 6502	0736 5420		8	ПК5 Rep.2	0860 5541	1340 6025	

* Додатні відмітки читати: ПК1 +22 м; ПК2 +64 м і т. д.

Продовження таблиці 15.2

Дані для нівелірного журналу

ВАРІАНТИ									
20-29					30-39				
№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках			№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках		
		Задні	Передні	Проміжні			Задні	Передні	Проміжні
1	Rep.1 ПК0	1205 5885	1638 6319		1	Rep.1 ПК0	0405 5085	1340 6022	
2	ПК0 ПК1	1132 5914	0942 5725		2	ПК0 ПК1	0932 5615	1217 5900	
3	ПК1 +20* ПК2	1322 6007	0848 5530	0310	3	ПК1 ПК2	2060 6745	0831 5511	
4	ПК2 X	2840 7520	0410 5095	0808	4	ПК2 +62* ПК3	0573 5255	1320 6005	2146
5	X ПК3	2970 7652	0373 5053		5	X ПК3	0753 5433	2854 7535	
6	X +30* ПК4	0404 5087	2330 7018	2464	6	X ПК4	0323 5006	2682 7564	
7	ПК4 ПК5	0738 5420	1993 6677		7	ПК4 +20* ПК5	1591 6276	1008 5690	0324
8	ПК5 Rep.2	1504 6191	0930 5614		8	ПК5 Rep.2	1988 6670	0920 5607	

* Додатні відмітки читати: ПК2 +20 м; ПК4 +30 м і т. д.

Продовження таблиці 15.2

Дані для нівелірного журналу

ВАРІАНТИ									
40-49					50-59				
№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках			№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках		
		Задні	Передні	Проміжні			Задні	Передні	Проміжні
1	Rep.1 ПК0	1516 6198	1115 5798		1	Rep.1 ПК0	0778 5458	1335 6019	
2	ПК0 ПК1	1518 6200	1319 6005		2	ПК0 ПК1	1238 5922	0670 5350	
3	ПК1 +60* ПК2	1373 6057	1843 6524	0346	3	ПК1 +42* ПК2	1106 5790	1488 6170	0120
4	ПК2 X	2614 7295	0392 5077		4	ПК2 ПК3	2499 7180	0880 5562	
5	X ПК3	2982 7665	0926 5612		5	ПК3 X	0466 5151	2311 7000	
6	ПК3 +50* ПК4	0473 5158	1946 6628	2215	6	X ПК4	0431 5115	2316 6996	
7	ПК4 ПК5	0938 5624	2180 6861		7	ПК4 +60* ПК5	2646 7329	0581 5262	0300
8	ПК5 Rep.2	0956 5638	1782 6462		8	ПК5 Rep.2	1741 6425	1130 5810	

* Додатні відмітки читати: ПК2 +60 м; ПК4 +50 м і т. д.

Продовження таблиці 15.2

Дані для нівелірного журналу

ВАРІАНТИ									
60-69					70-79				
№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках			№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках		
		Задні	Передні	Проміжні			Задні	Передні	Проміжні
1	Rep.1 ПК0	0566 5246	1941 6622		1	Rep.1 ПК0	1210 5890	1435 6115	
2	ПК0 ПК1	0988 5670	2648 7328		2	ПК0 ПК1	0875 5558	1452 6133	
3	ПК1 ПК2	1880 6565	0720 5401		3	ПК1 +32* ПК2	1310 5993	0747 5430	2215
4	ПК2 X	2329 7012	0497 5177		4	ПК2 ПК3	1698 6381	0548 5231	
5	X ПК3	2646 7327	0468 5153		5	ПК3 X	0406 5089	2653 7334	
6	X +40* ПК4	1600 6284	1312 5992	0841	6	X ПК4	0305 4985	2493 7175	
7	ПК4 +80* ПК5	1880 6566	0857 5539	2020	7	ПК4 +70* ПК5	1100 5782	1401 6086	0966
8	ПК5 Rep.2	1748 6431	0665 5348		8	ПК5 Rep.2	1506 6187	1104 5784	

* Додатні відмітки читати: ПК2 +32 м; ПК4 +40 м і т. д.

Продовження таблиці 15.2

Дані для нівелірного журналу

ВАРІАНТИ									
80-89					90-99				
№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках			№ станції	№ пікетів і додатних точок	Відліки по рейках		
		Задні	Передні	Проміжні			Задні	Передні	Проміжні
1	Rep.1 ПК0	0877 5557	1465 6148		1	Rep.1 ПК0	1342 6123	1960 6645	
2	ПК0 ПК1	1209 5890	0633 5318		2	ПК0 ПК1	1383 6065	0890 5571	
3	ПК1 +32* ПК2	0500 5185	2144 6825	2520	3	ПК1 ПК2	0672 5356	1824 6505	
4	ПК2 X	0314 4996	2884 7568		4	ПК2 X	2608 7290	0488 5168	
5	X ПК3	0455 5138	2798 7479		5	X ПК3	2630 7314	0756 5437	
6	ПК3 +50* ПК4	1125 5805	2571 7255	0821	6	ПК3 +50* ПК4	0890 5571	1854 6638	0308
7	ПК4 ПК5	0698 5378	0442 5125		7	ПК4 +40* ПК5	0756 5440	1630 6311	2200
8	ПК5 Rep.2	1476 6160	0848 5528		8	ПК5 Rep.2	1944 6626	1205 5889	

* Додатні відмітки читати: ПК2 +32 м; ПК4 +50 м і т. д.

Таблиця 15.3

Відмітки Rep 1 та Rep 2 (в метрах)

Дясятки	Одиниці варіантів									
	0		1		2		3		4	
	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	Rep 1		Rep 1	Rep 2
0	57,377	53,458	60,098	56,152	55,766	51,790	61,052	57,072	51,217	47,241
1	57,111	50,726	59,121	58,801	56,015	49,651	58,632	54,660	51,122	44,737
2	58,046	60,673	59,285	61,941	50,920	53,546	60,620	63,246	61,649	64,275
3	57,554	53,988	59,355	55,789	55,150	51,584	60,387	56,821	51,235	47,669
4	57,433	58,333	59,842	60,742	55,532	56,432	60,391	61,291	50,594	51,494
5	57,956	57,631	59,464	59,139	55,472	55,147	60,867	60,542	51,197	50,872
6	57,866	62,545	59,979	64,638	55,280	59,939	60,258	64,917	51,923	56,582
7	57,30357	54,222	59,673	56,264	55,685	52,276	60,171	56,762	52,092	48,683
8	57,303	51,171	59,305	53,173	55,840	49,708	60,474	54,342	52,084	45,952
9	57,568	58,989	59,781	61,202	55,116	56,537	60,770	62,191	51,328	52,749
Дясятки	Одиниці варіантів									
	5		6		7		8		0	
	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2
0	59,021	55,089	53,127	49,195	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
1	58,248	51,908	53,236	46,896	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
2	58,742	61,368	53,081	55,707	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
3	58,399	54,833	53,508	49,942	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
4	58,133	59,033	53,788	54,688	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
5	58,392	58,067	53,605	53,280	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
6	58,957	63,616	53,120	57,779	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
7	58,782	55,373	53,424	50,015	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
8	58,710	52,578	54,030	47,898	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1
9	58,507	59,928	53,939	55,360	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1	Rep 1

Обчислити відмітки проміжних (додатних) точок через горизонт (*ГІ*) інструменту, (табл. 15.1, гр. 9).

Наприклад, між ПК-1 і ПК-2 знаходиться проміжна точка ПК-1 +30. Відлік по рейці на ній : *с* = 2256 мм. Відмітка пікета (*Н*пк-1) дорівнює 53,564 м, відлік по чорному боці рейки на цьому пікеті: *а* = 2571мм.

Горизонт інструмента буде:

$$ГІ = Н\text{пк-1} + а = 53{,}564 + 2{,}571 = 56{,}135 \text{ м},$$

А відмітка проміжної точки:

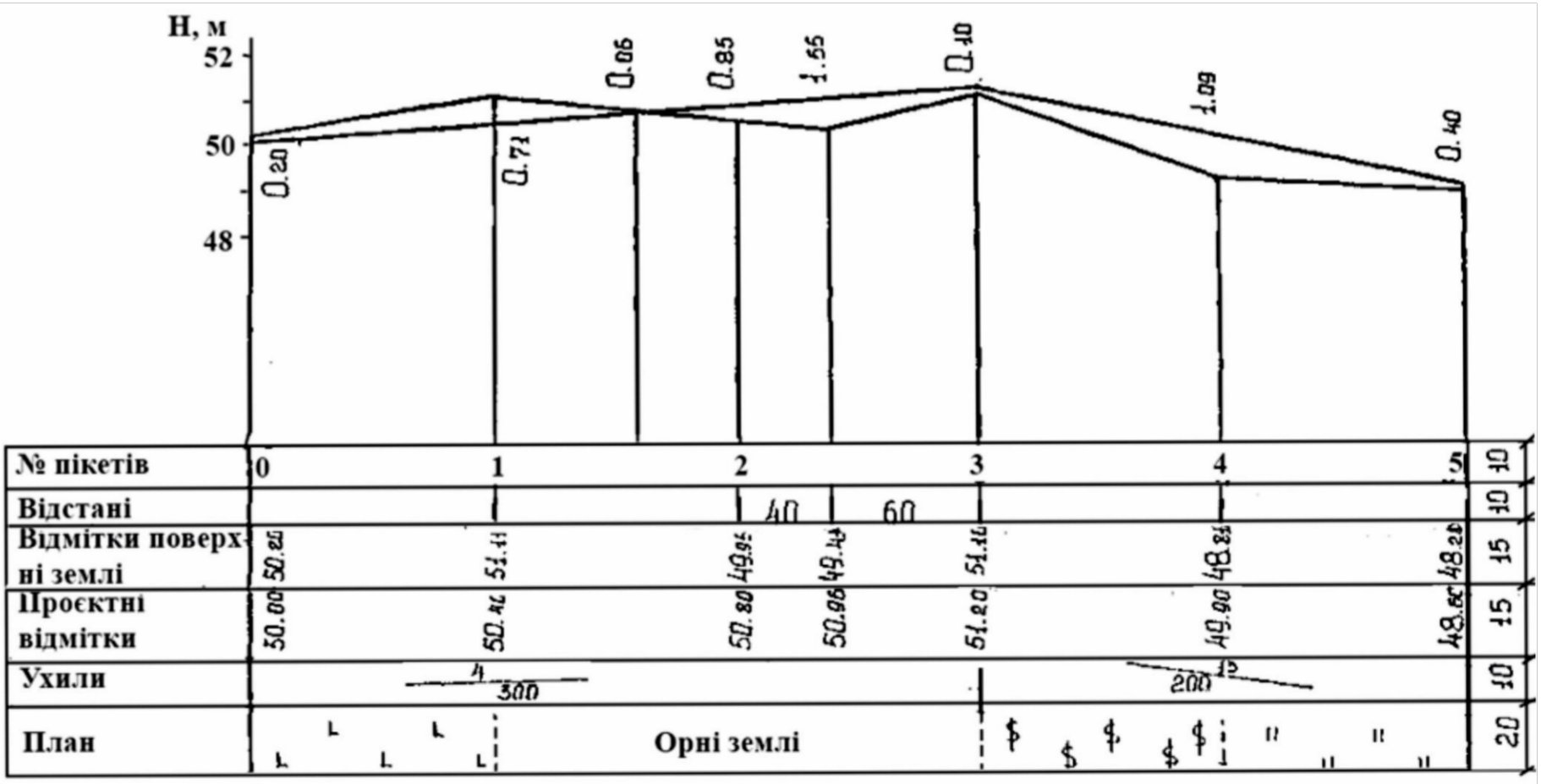
$$Н\text{пк-1} = ГІ - С = 56{,}135 - 2{,}256 = 53{,}879 \text{ м}.$$

Побудова повздовжнього профілю

Відступивши від нижнього краю листка міліметровки на 2–3 см, розграфити профільну сітку з розмірами, що показані на рис. 15.3. На лінії умовного горизонту по заданим відстаням у горизонтальному масштабі 1:2000 відкласти усі пікетні (через 100 м) і додатні точки від ПК-0 до ПК-5, пікети пронумерувати. У графі «Відстані» провести ординати усіх точок і написати віддалі між додатними точками і найближчими пікетами, причому сума відстаней повинна бути рівна 100 м (іксові точки не наносити).

У графу «Відмітки поверхні землі» виписати з нівелірного журналу відмітки усіх пікетів і додатних точок, заокруглюючи їх до 0,01 м, надписи відміток розмістити вертикально напроти відповідних ординат.

У графі «План» нанести середню лінію – вісь дороги. Умовними позначками зобразити ситуацію згідно даним пікетажного журналу (рис. 15.1, табл. 15.4).



Масштаби: **горизонтальний 1 : 2000**
вертикальний 1 : 200

Рис. 15.3. Поздовжній профіль від ПК-0 до ПК-5

Таблиця 15.4

Ситуація для заповнення контурів профілю

№ варіантів	Назва контурів			
	1	2	3	4
0	Ліс листяний	Орні землі	Луки заболочені з кущами	Сад фруктовий
1	Рідколісся	Орні землі	Перелоги	Ягідники
2	Болото не прохідне з очеретом	Орні землі, засмічені каміння	Рідколісся з кущами	Болото прохідне
3	Вирубка	Орні землі	Луки з купинами	Ліс звичайний
4	Болото з прохідною осокою	Орні землі	Трава висотою більше 1 м	Горілий ліс
5	Луки заболочені з кушами	Орні землі	Криволісся	Перелоги
6	Солончаки прохідні	Орні землі	Піски	Ліс хвойний
7	Виноградники	Орні землі, засмічені каміння	Чайна плантація	Галечник
8	Буреломи	Орні землі	Луки з кущами	Виноградники
9	Болото прохідне	Орні землі	Рідколісся	Солончаки

Нанести лінію повздовжнього профілю. Для цього від лінії умовного горизонту відкласти по ординатам відмітки пікетів і додатних точок у масштабі 1:200. Намічені точки сполучити прямими лініями. Від точок до ліній умовного горизонту провести ординати.

Обчисляти проектні (червоні відмітки і нанести проектну лінію на профіль. Необхідні дані взяти в табл. 15.5.

У графу «Проектні відмітки» вписати задану відмітку ПК-0. Графу «Ухили» розділити вертикальними лінії на ділянки, що відповідають довжині ухилів, ухил зобразити у вигляді діагоналі прямокутника, направленої знизу -

вверх при додатному ухилі і зверху - вниз - при від'ємному. Над діагоналлю написати величину ухилу в тисячних (проміняє - $^{0}/_{00}$) без дробів і знаків ±.

Наприклад, ухил – 0,019 записується «19». Під діагоналлю записується довжина-проміжку, на якому діє цей ухил в метрах.

Таблиця 15.5

Відмітки проектних лівій на ПК-0, проектні ухили і довжини проміжків

№ варіантів	Проектна відмітка ПК-0	№ пікетів і додатних точок (довжина проміжку)	Проектний ухил	№ пікетів і додатних точок (довжина проміжку)	Проектний ухил
00-09	H_0 +0,20 м	ПК-0-ПК-2	+0,002	ПК-2-ПК-5	-0,015
10-19	H_0 +0,60 м	ПК-0-ПК-3	-0,005	ПК-3-ПК-5	-0,012
20-29	H_0 +0,60 м	ПК-0-ПК-4	+0,011	ПК-4-ПК-5	-0,013
30-39	H_0 +0,35 м	ПК-0-ПК-2	+0,003	ПК-2-ПК-5	-0,016
40-49	H_0 +0,30 м	ПК-0-ПК-3	+0,006	ПК-3-ПК-5	-0,007
50-59	H_0 +0,10 м	ПК-0-ПК-1	+0,004	ПК-1-ПК-5	-0,006
60-69	H_0 +0,25 м	ПК-0-ПК-2	+0,010	ПК-2-ПК-5	-0,004
70-79	H_0 +0,30 м	ПК-0-ПК-5	-0,012	------	--------
80-89	H_0 +0,05 м	ПК-0-ПК-4	-0,007	ПК-4-ПК-5	+0,014
90-99	H_0 +0,15 м	ПК-0-ПК-1	+0,005	ПК-1-ПК-5	-0,008

Примітка: за Но прийняти відмітку землі ПК-0.

Обчислити проектні відмітки усіх послідуючих пікетів і додатних точок по формулі:

$$Нк+1 = Нк + id,$$

де Нк+1 і Нк - відмітки послідуючої і даної точок: i - ухил в тисячних; d - відстань між ними точками.

Наприклад:

$$Нк = 54014 \text{ м}; i = -0{,}005\text{м}; d = 100 \text{ м}.$$

$$Нк+1 = 54{,}14 +(-0{,}005*100) = 53{,}64 \text{ м}.$$

По обчисленим проектним відміткам нанести проектну лінію.

Обчислити робочі відмітки як різницю проектних (червоних) і існуючих (чорних) відміток у даній точці; додатні відмітки (проектна лінія проходить по насипу) підписати над проектною лінією, від'ємні (виїмку) - під проектною лінією.

Обчислити відстані до точок «нуль» роботи - точок перетинання проектної лінії з лінією профілю (точка 0 на 20) від найближчих пікетних або додатних точок по формулі:

$$X = \frac{(\boldsymbol{h_1})}{(\boldsymbol{h_1}) + (\boldsymbol{h_2})}\boldsymbol{d},$$

де (h_1) і (h_2) - абсолютні значення робочих відміток; d - відстань між ними (X і d - X обчислюють з точністю до 0,1 м).

Відмітки точок «нуль» роботи («сині» відмітки) обчислити за формулою:

$$Нс = Нчерв + id$$

І підписати їх біля ординати точки нижче проекції лінії.

Оформлення повздовжнього профілю (рис. 15.3)

Червоною тушшю показати проектну частину профілю: проектну лінію, проектні і робочі відмітки, лінії і надписи ухилів; зеленою (синьою) – точки нульових («синіх») відміток, відстані X і d - X.

Усі інші елементи профілю – чорним кольором.

Питання для самоконтролю

1. Як обчислюються абсолютні відмітки пікетів і проміжних точок?
2. Як проводиться посторінковий контроль?
3. Які вимоги висуваються до траси (червоної лінії) при проектуванні?
4. Що таке «точка нульових робіт»?
5. Як знайти відстань до точки нульових робіт, її абсолютну відмітку?
6. Що таке ухил лінії?
7. Як знаходять ухил лінії для проектної ділянки траси?

8. Як визначаються головні параметри кривої?

9. Як проводиться винесення пікету на місцевість?

Рекомендована література

1. Білокриницький С.М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 248–261.

2. Грабовий В. М. Геодезія : навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ. 2004. С 411–432.

3. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина І : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2019. С 44–54.

4. Основи топографії : навчальний посібник / укл.: Л.М. Хом'як. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. С. 74–78.

5. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 276–308.

6. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. С. 144–147.

7. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С.147–154.

8. Тельнов В. Г. Геодезія : навчальний посібник. Дніпро : НТУ, 2019. С. 240–268.

9. Шаульський Д. В. Конспект лекцій з дисципліни «ТОПОГРАФІЯ» (для студентів 2 курсу заочної форми навчання, напряму підготовки 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. С. 44–48.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16

Нівелювання поверхні та побудова плану місцевості в горизонталях

Мета роботи: Набути навичок камеральної обробки результатів нівелювання поверхні по квадратах і побудови плану місцевості в горизонталях.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

Нівелювання поверхні є основним методом одержання точного зображення рельєфу поверхні на планах ділянок цієї поверхні. При нівелюванні поверхні застосовуються способи рівнобіжних ліній, квадратів і ін.

Вибір того чи іншого способу нівелювання залежить від характеру поверхні що нівелюється, і мети, з якою воно проводиться.

Спосіб квадратів являє собою упорядкований спосіб паралельних ліній. Розміри квадратів, що розбиваються на місцевості, (від 10х10 до 100х100м) залежать від характеру рельєфу місцевості, заданої висоти його перетину, площі ділянки і призначення плану, що складається.

Журнал нівелювання ділянки являє собою заздалегідь підготовлену сітку квадратів на листі паперу, на яку записуються відмітки по нівелірних рейках. На цій же сітці ведеться й обробка отриманих результатів - обчислення абсолютних висотних відміток і представлення ділянки місцевості в горизонталях. Перетин горизонталей задається в залежності від амплітуди зміни висотних відміток.

Камеральна обробка результатів нівелювання поверхні по квадратах і побудова плану місцевості в горизонталях проведено у розрахунково-графічній роботі 8.

Розрахунково-графічна робота 3

Нівелювання земної поверхні по квадратах

На місцевості за допомогою теодоліта, віх та мірної стрічки розбивають сітку квадратів зі стороною 10; 20; 30; 40; 50 і більше метрів. Розміри сторін квадратів залежать від того, на скільки детально слід показати рельєф

місцевості. Чим менша сторона квадрату, тим більш детальніше буде зображення рельєфу.

Окремі вершини квадратів беруть як зв'язуючі точки, які створюють замкнутий нівелірний хід (рис. 16.1). Між зв'язуючими точками вибирають місце для першої станції нівеліра так, щоб віддаль від нівеліра до задньої і передньої зв'язуючих точок була приблизно однакова.

Нівелір встановлюють у горизонтальне положення, знімають по нівелірних рейках відліки по чорному і червоному боках рейки. В журналі нівелювання штрих – пунктиром показують межі зйомки на першій та послідуючих станціях (рис. 16.1).

По відліках, взятих на зв’язуючи точках, вираховують перевищення

$$h = a\text{-}b$$

де h – перевищення між зв'язуючими точками; a - відліки по чорній стороні рейки, яка знаходиться на задній зв’язуючій точці; $в$ – на передній.

Значення перевищення вираховують два рази, розбіжність між ними не повинна перевищувати ± 4 мм. Якщо це так, тоді вираховують середньоарифметичне значення перевищення між зв’зуючими точками, яке записують в «Журналі нівелювання земної поверхні» (рис. 16.1).

Алгебраїчна сума середніх значень перевищень між зв’язуючими точками, які утворили замкнутий нівелірний хід, теоретично повинна рівнятись нулю. Проте, внаслідок накопичення похибок при вимірюваннях ми отримаємо практичну розбіжність.

Щоб переконатися в точності вимірювань слід вирахувати допустиму розбіжність по формулі:

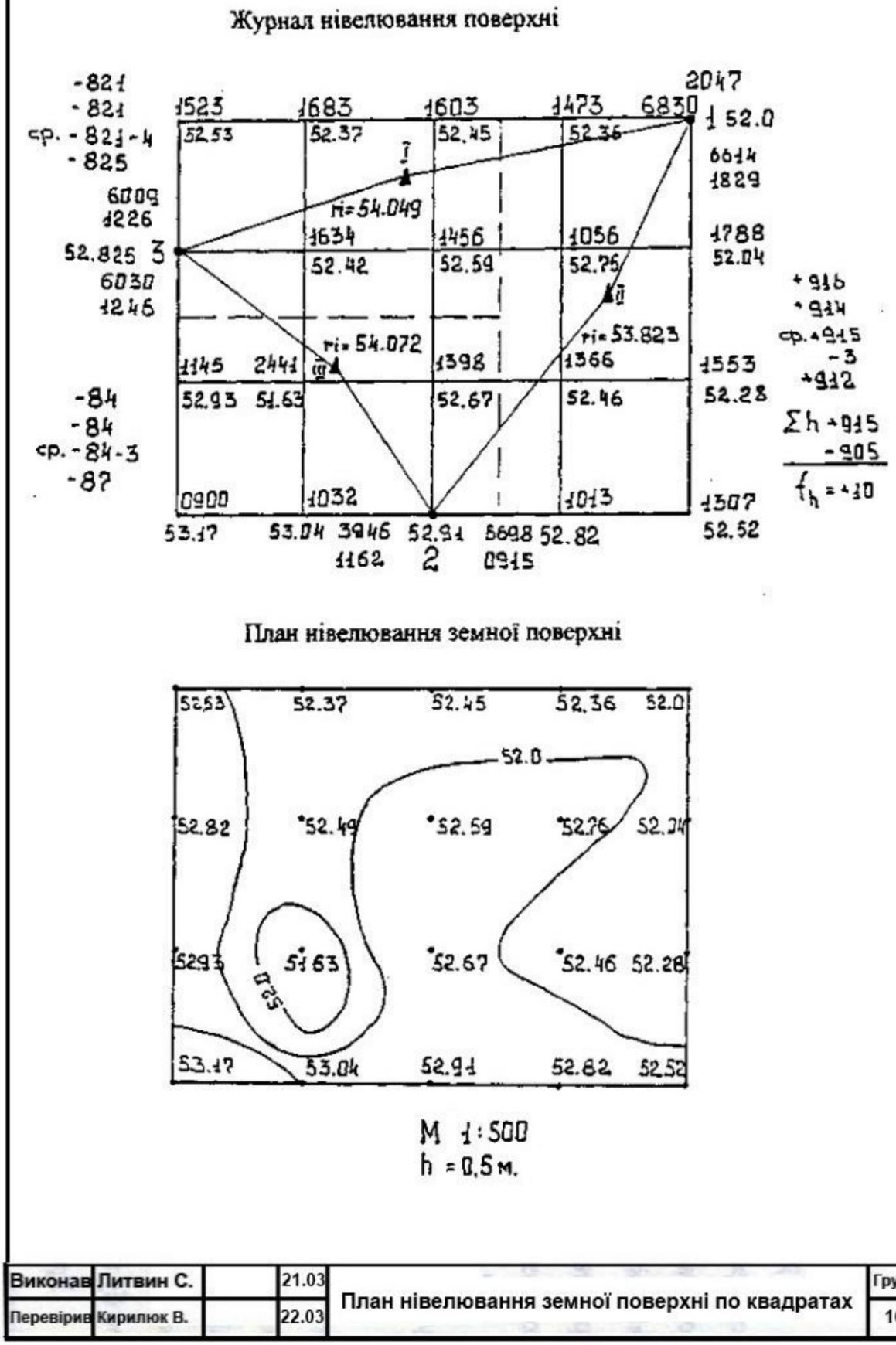


Рис. 16.1. Зразок виконаної розрахунково-графічної роботи 3

$$\Delta h = \pm 8 мм\sqrt{n}$$

де n – кількість станцій.

Якщо отримана розбіжність менше допустимої, то її розподіляють на перевищення, заокруглюючи всі поправки до ї мм. При цьому слід пам'ятати, що сума всіх поправок повинна дорівнювати отриманій розбіжності, але з оберненим знаком.

Алгебраїчна сума виправлених перевищень повинна дорівнювати нулю.

Висоту першої зв'язуючої точки приймають за умовну. Величину (Табл. 16.1) або вираховують абсолютні висоти. Для цього слід на першу зв'язуючу точку передати абсолютну висоту від поблизу розташованого репера або марки.

Висота другої зв'язуючої точки буде дорівнювати висоті першої точки плюс або мінус врівноважене перевищення між ними

$$ГІ = Ha \pm a.$$

Для контролю вирахування висот зв'язуючих точок слід до висоти останньої зв'язуючої точки додати або відняти її врівноважене перевищення між останньою і першою зв'язуючою точкою, отримаємо висоту першої зв'язуючої точки.

Висоти всіх інших проміжних вершин квадратів на кожній станції визначаються через горизонт інструменту. Горизонт інструменту визначають по двох зв'язуючих точках, задній та передній по формулі:

$$ГІ\text{-}Ha + a = Hв + в,$$

де *На*–висота задньої зв'язуючої точки, *Нв* – висота передньої зв'язуючої точки; *а* - відлік по чорній стороні рейки на задній зв'язуючій точці.

Розбіжність між двома значеннями горизонту інструменту не повинно перевищувати 10 мм. Якщо це так, тоді визначають середнє арифметичне значення горизонту інструменту.

Наприклад: $ГІ = Ha + a = Hв + в$

$$ГІ_1 = 52{,}825 + 1{,}226 = 54{,}051$$

$$52{,}000 + 2{,}047 = 54{,}047$$

Середнє значення $ГІ_1 = (54{,}051 + 54{,}047)/2 = 54{,}049$ (Рис. 15.1).

Таблиця 16.1

Відмітки точки № 1 (в метрах).

Десятки	Одиниці варіантів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	53,058	54,702	60,098	55,764	48,802	52,059	61,052	56,733	59,021	57,377
1	50,828	51,963	59,121	56,015	46,951	49,864	60,945	54,660	58,248	57,111
2	60,853	61,368	59,404	56,009	55,707	58,655	60,700	63,246	58,831	58,046
3	53,611	54,833	59,535	56,350	49,942	52,794	60,391	56,821	58,599	57,754
4	53,111	59,034	59,842	55,532	54,688	57,944	60,867	61,291	58,133	57,433
5	57,631[1]	58,067	59,464	55,432	53,280	56,439	60,258	60,542	58,392	57,956
6	62,545	63,616	59,979	55,280	57,779	61,642	60,171	64,813	58,957	57,866
7	54,222	55,373	59,673	58,341	50,015	53,273	60,474	56,666	58,782	57.631
8	51,171	52,578	59,305	56,106	47,988	50,091	60,770	61,218	58,710	55,555
9	58,989	59,928	59,781	54,221	55.360	58,267	61,281	62,618	58,507	55,613

Аналогічно визначають горизонт інструмента і для інших станцій. Висоти проміжних вершин квадратів на кожній станції визначають за формулою:

$$Нс = ГІ – с,$$

де *Нс* – висота проміжної вершини квадрату, *ГІ* – горизонт інструменту на станції з якої брали відлік на проміжну вершину квадрата; *с* – відлік по чорній стороні рейки на проміжній вершині квадрата.

Наприклад: Нс = 54,049 - 1,523 = 52,526 = 52,53 (Рис. 16.1).

Вирахувані висота вершин квадратів записують в «Журнал нівелювання земної поверхні» біля відповідних вершин квадратів (Рис. 16.1).

Складання плану нівелювання земної поверхні

На креслярському папері (А4) в масштабі плану, який зазначений у відповідності до індивідуального завдання, наносять сітку квадратів, які були побудовані на місцевості. Біля кожної з вершин квадратів виписують їх висоти із «Журналу нівелювання земної поверхні» (Рис. 16.1). Висоти заокруглюють до сотих частин метра. Потім приступають до проведення горизонталей.

Існує два способи зображення рельєфу місцевості з допомогою горизонталей – аналітичний і графічний.

При аналітичному способі інтерполювання – вираховують відношення відрізків пропорційних різниці висот.

На практиці, як правило, інтерполювання використовують графічним способом за допомогою палетки з паралельними лініями, які проведені на прозорому папері через рівні довільні проміжки (Рис. 16.2) і вимірника. Як приклад, візьмемо квадрат, відмітки його вершин 52,93; 51,63; 53,04; і 53,17 метрів (рис. 16.2). Якщо потрібно намалювати горизонталі з висотою перерізу рельєфу через 0,5 м, то місцезнаходження їх на сторонах квадратів і по діагоналях можна знайти за допомогою палетки з горизонтальними лініями (рис. 16.2). Для цього беруть кальку, на якій проводять ряд паралельних ліній через 1 см. Вивчають висоти всіх вершин квадратів і, вибравши найменше

значення висоти вершин квадрату, підписують верхню лінію на палетці відміткою горизонталі по найближчій висоті до цієї точки.

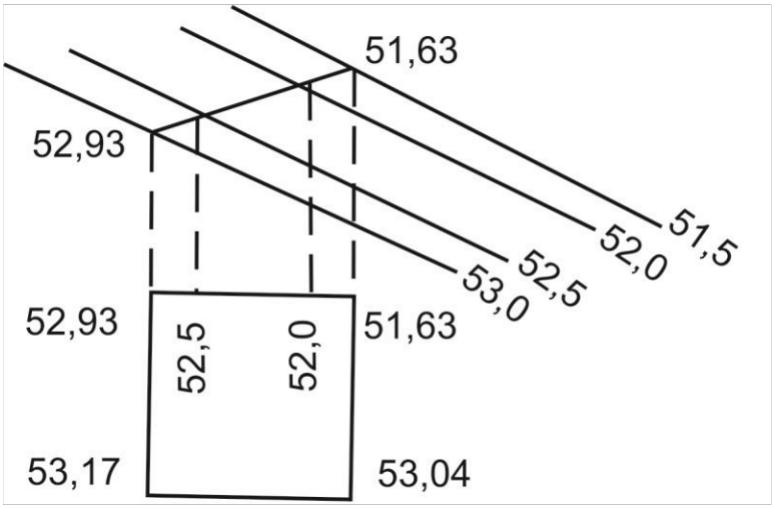


Рис. 16.2. Графічний спосіб інтерполювання для знаходження місцеположення горизонталей

Наприклад, при висоті перерізу рельєфу 0,5 м найменша висота вершини квадрату становить 51,63 м, тоді верхня відмітка буде мати відмітку 51,5 м. Послідуючі лінії підписують відмітками горизонталей 52,0; 52,5; 53,0; і т.д.

Палетку кладуть на сторону квадрату так, щоб вершини з відповідними висотами розташувались між паралельними лініями (рис. 15.2), а точки перетину між лініями палетки і стороною квадрату переколюють голкою вимірника на сторону квадрату. Вони будуть мати висоту відповідних горизонталей. На рис. 16.2 це горизонталі висотою 52,0 і 52,5 м.

Таким чином знаходять положення точок горизонталей на всіх сторонах квадратів і їх діагоналях. Точки з однаковими висотами з'єднують плавними лініями, які називаються горизонталями.

На плані сітку квадратів не викреслюють, а їх вершини позначають кружечками діаметром 1,0 мм, біля яких вписують їх висоти, заокруглені до сотих метра.

Горизонталі та їх відмітки викреслюють коричневою тушшю. Відмітки горизонталей слід написати так, щоб основа числа показувала на пониження місцевості.

На горизонталях малюють бергштрихи, які завжди показують на пониження місцевості.

Зверху план слід підписати "План нівелювання земної поверхні", а внизу під планом написати масштаб плану та висоту перерізу рельєфу.

Зразок оформлення виконаної роботи приведено на рис. 16.1.

Індивідуальні завдання для виконання розрахунково-графічної роботи 3 приведені в додатках А,Б,В,Д,Е,Ж,И,К,Л,М.

Питання для самоконтролю

1. Для яких цілей виконують нівелювання по квадратах?
2. Поясніть, як здійснюється нівелювання поверхні.
3. Як розбивають сітку квадратів на місцевості?
4. Чим закріплюють вершини квадратів на місцевості?
5. Як визначають нев'язку в замкнутому нівелірному ході?
6. Чому дорівнює теоретична сума перевищень в замкнутому нівелірному ході (полігоні)?
7. Як складається топографічний план за матеріалами нівелювання поверхні?
8. Які існують способи інтерполяції для проведення горизонталей?

Рекомендована література

1. Білокриницький С. М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 262–269.
2. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина І : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2019. С 51–54.
3. Колодеєв Є.І. Основи геодезії : конспект лекцій. Дніпропетровськ : Вид-во «Економіка», 2005. С. 102–105.

4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 309–314.

5. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 166–171.

6. Тельнов В. Г. Геодезія : навчальний посібник. Дніпро : НТУ, 2019. С. 268–274.

Додаток А

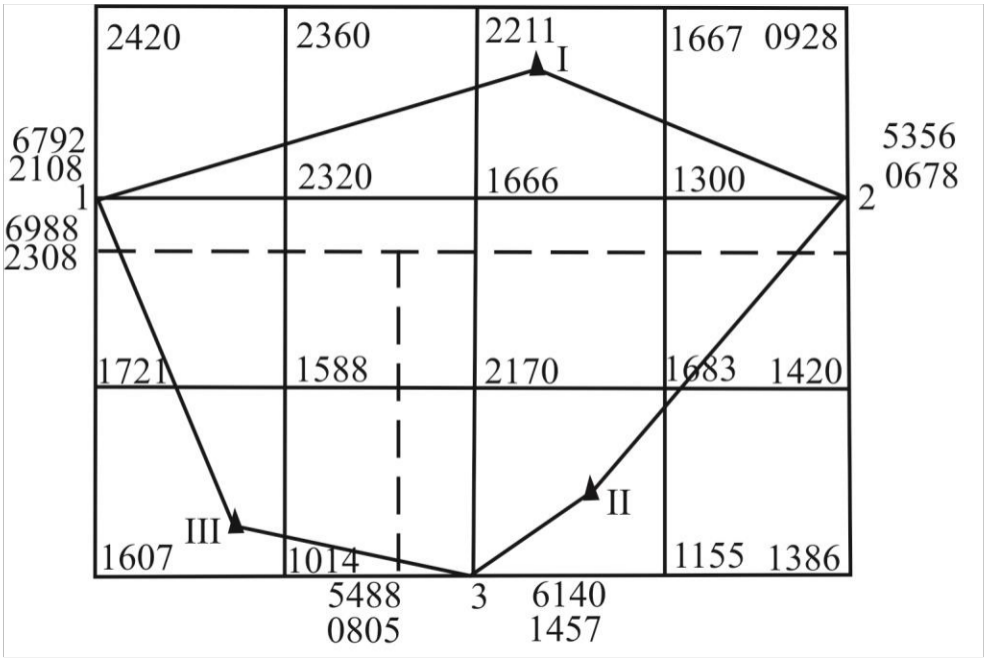
Нівелювання земної поверхні (варіанти 1, 11, 13, 25, 37, 49, 61, 73, 85, 97).

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями

Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерву рельєфу 0,5 м

Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

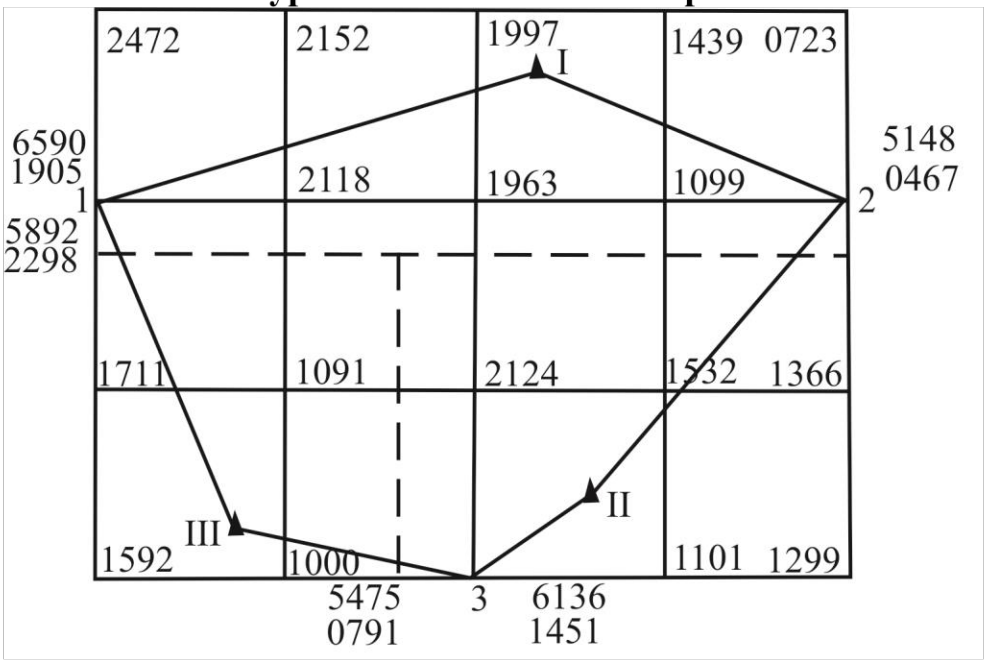


Додаток Б

Нівелювання земної поверхні (варіанти 2, 14, 23, 26,38,50,62, 74, 86, 98)

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

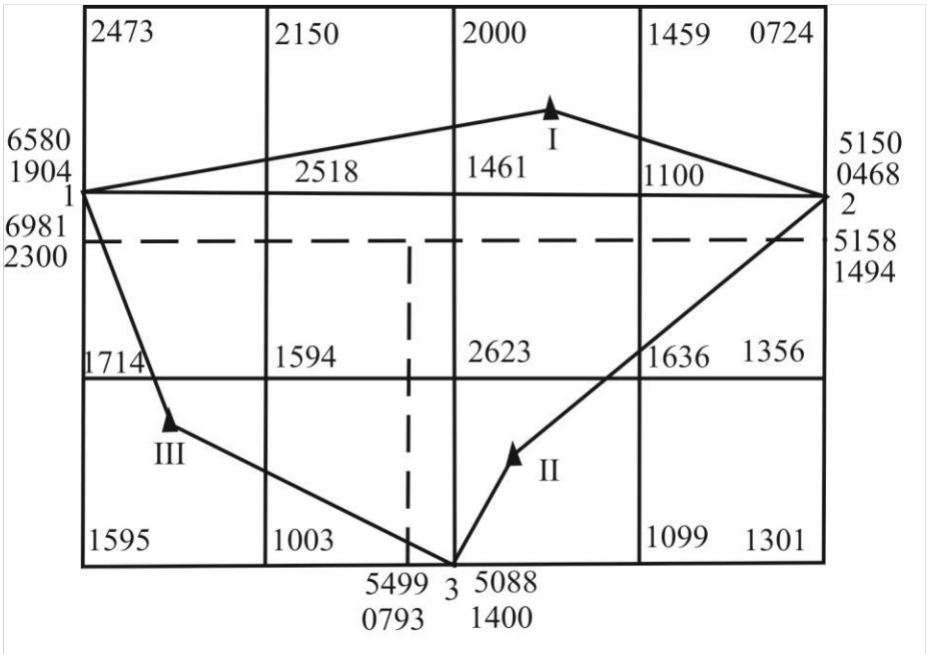


Додаток В

Нівелювання земної поверхні (варіанти 3, 15, 27, 35, 39, 51,63, 75, 87, 99)

Скласти план нівелювання земної поверхні з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

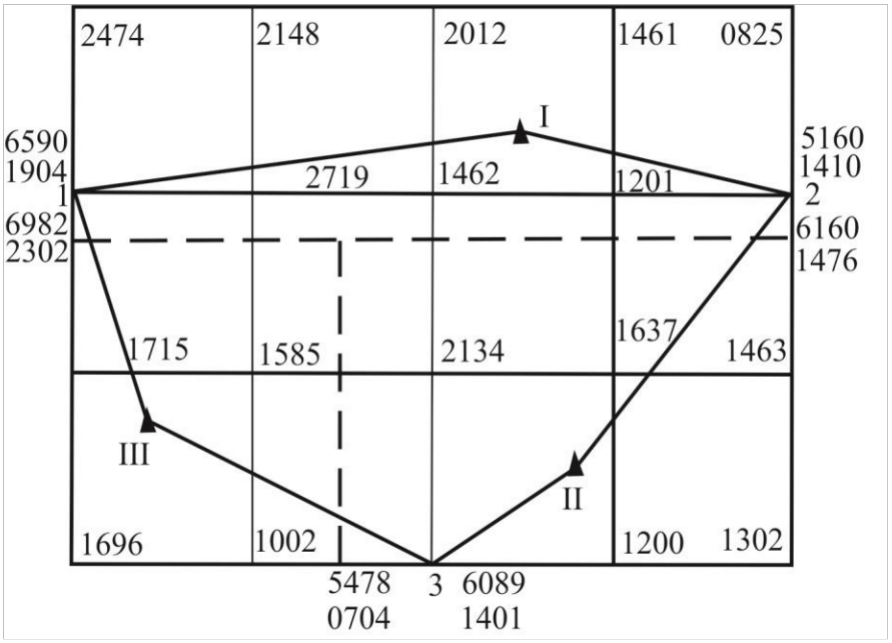


Додаток Д

Нівелювання земної поверхні (варіанти 4, 16, 28, 40,47, 52,64, 76, 88).

Скласти план нівелювання земної поверхні з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

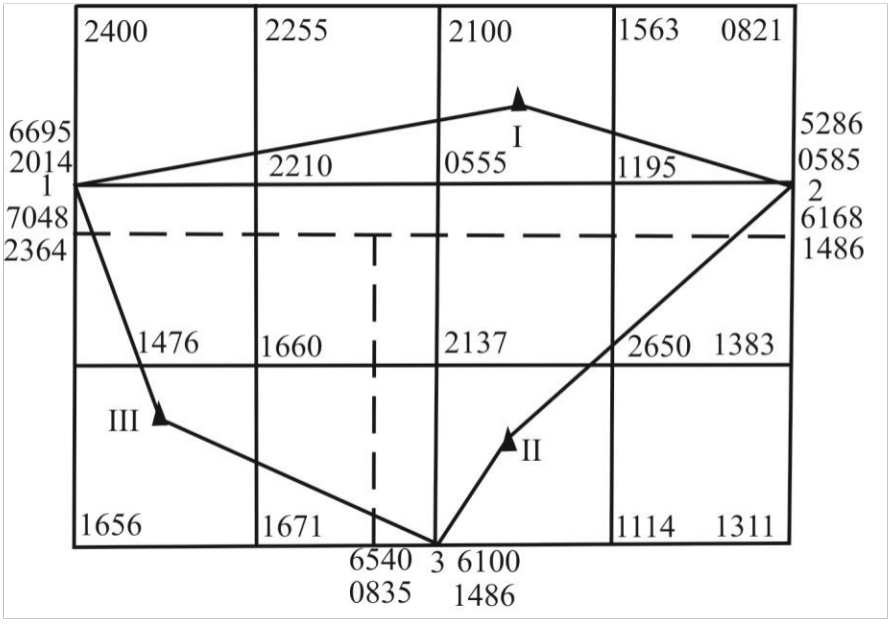


Додаток Є

Нівелювання земної поверхні (варіанти 5, 17, 29, 41, 53, 59, 65, 71, 77, 89)

Скласти план нівелювання земної поверхні з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

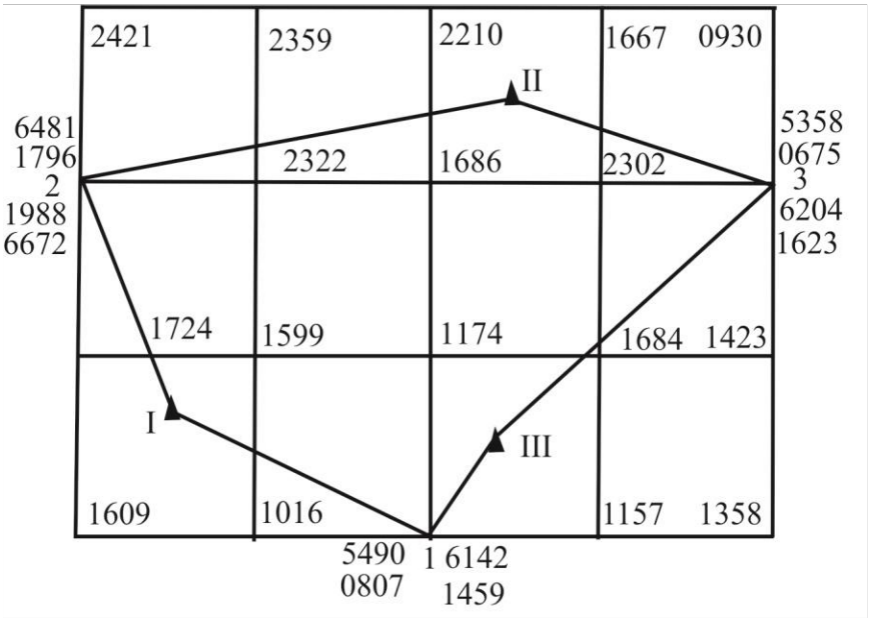


Додаток Ж

Нівелювання земної поверхні (варіанти 6, 18, 30, 42, 54,66, 78, 83, 90, 95)

Скласти план нівелювання земної поверхні з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

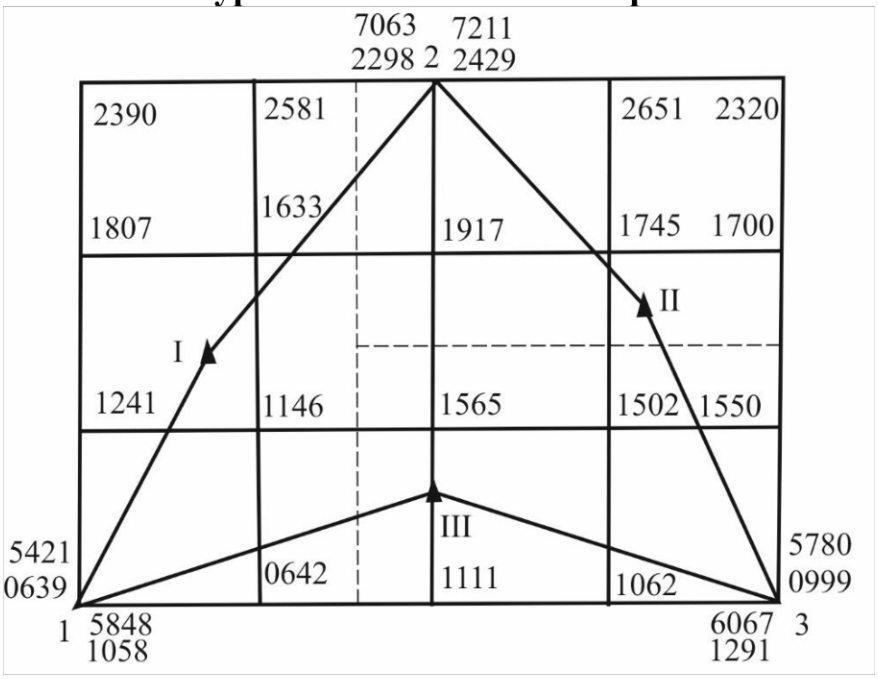


Додаток И

Нівелювання земної поверхні (варіанти 7, 12, 19, 24, 31, 43, 55, 67, 79, 91).

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

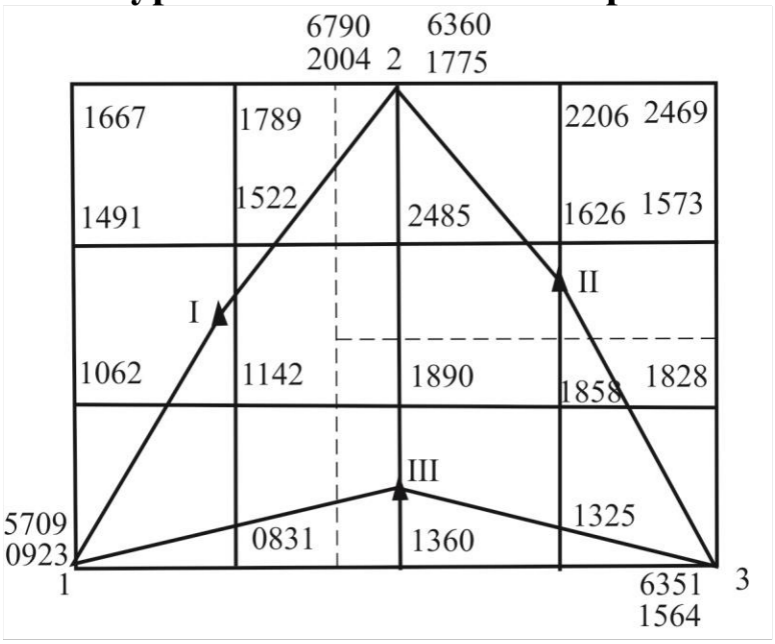


Додаток К

Нівелювання земної поверхні (варіанти 8, 20, 32, 36,44, 48, 56,68, 80, 92)

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

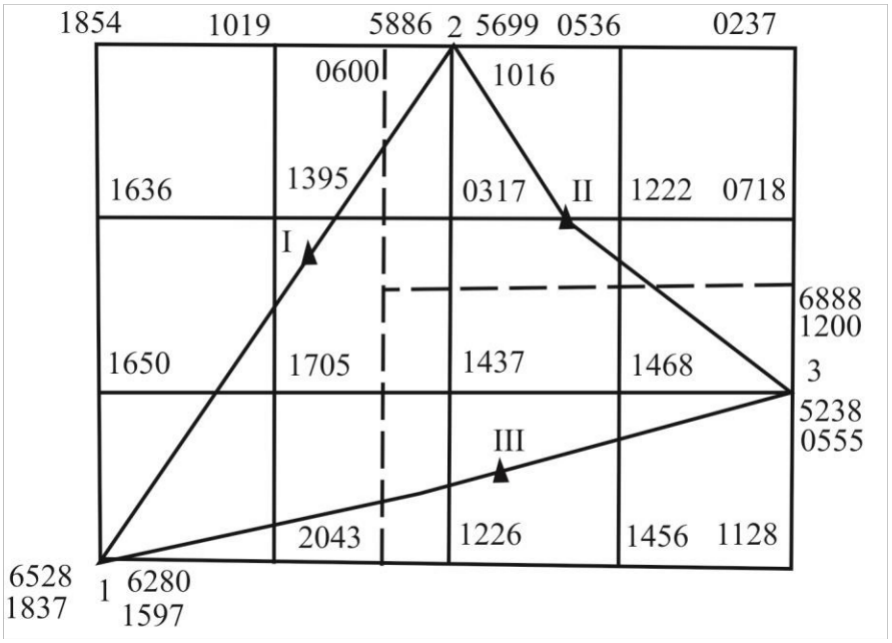


Додаток Л

Нівелювання земної поверхні (варіанти 9, 21, 33, 45, 57, 60, 69, 72, 81, 93).

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні

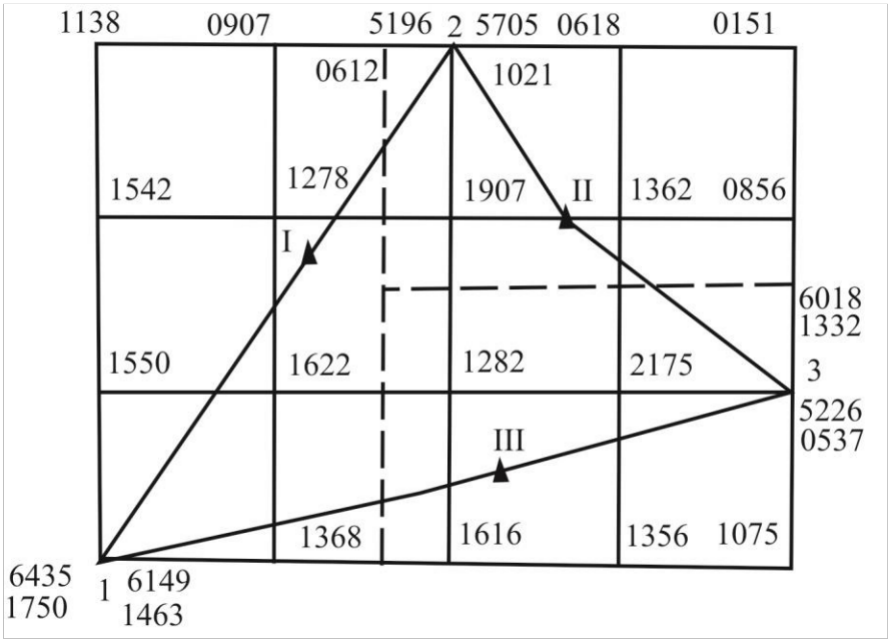


Додаток М

Нівелювання земної поверхні (варіанти 10, 22, 34, 46, 58, 70, 82, 84, 96).

Скласти план нівелювання поверхні землі з горизонталями
Розміри сторін квадратів 20 х 20 м Висота перерізу рельєфу 0,5 м
Масштаб плану 1:500 Відмітка першої зв'язуючої точки (Табл. 16.1)

Журнал нівелювання поверхні



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

Ознайомлення з приладами які застосовуються при тахеометричній зйомці

Мета роботи: вивчити будову теодоліта-тахеометра 2Т30П. Навчитись ставити теодоліт-тахеометр в робоче положення та центрувати його над пікетом. Провести перевірки теодоліта-тахеометра. Навчитись знімати відліки по шкалі горизонтального і вертикального кругів. Вимірювати довжину ліній нитковим віддалеміром.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

Тахеометрична зйомка – один з видів наземної топографічної зйомки, що виконується зазвичай на невеликих ділянках місцевості з метою отримання планів крупних масштабів для інженерних вишукувань із зображенням ситуації і рельєфу.

Зйомка включає три основні операції: створення зйомочного геодезичного обґрунтування, виконання самої зйомки і камеральні роботи.

При тахеометричному зніманні застосовують теодоліти-тахеометри. Тахеометр – вимірювальний прилад, який дозволяє вимірювати горизонтальні й вертикальні кути та відстані (з допомогою віддалеміра, віддалеміра подвійного зображення чи іншим способом).

Наприклад: теодоліти з металевими кругами: ТТ5, ТТ50; оптичні теодоліти: Т15, Т15К, Т30, 2Т30, 2Т30П

Оптичні теодоліти та теодоліти з металевими кругами забезпечують вимірювання відстані, а також кутів нахилу ліній до горизонту.

1. Описати будову теодоліта-тахеометра 2Т30П по рисунку 17.1.

(див. лабораторна робота №7)

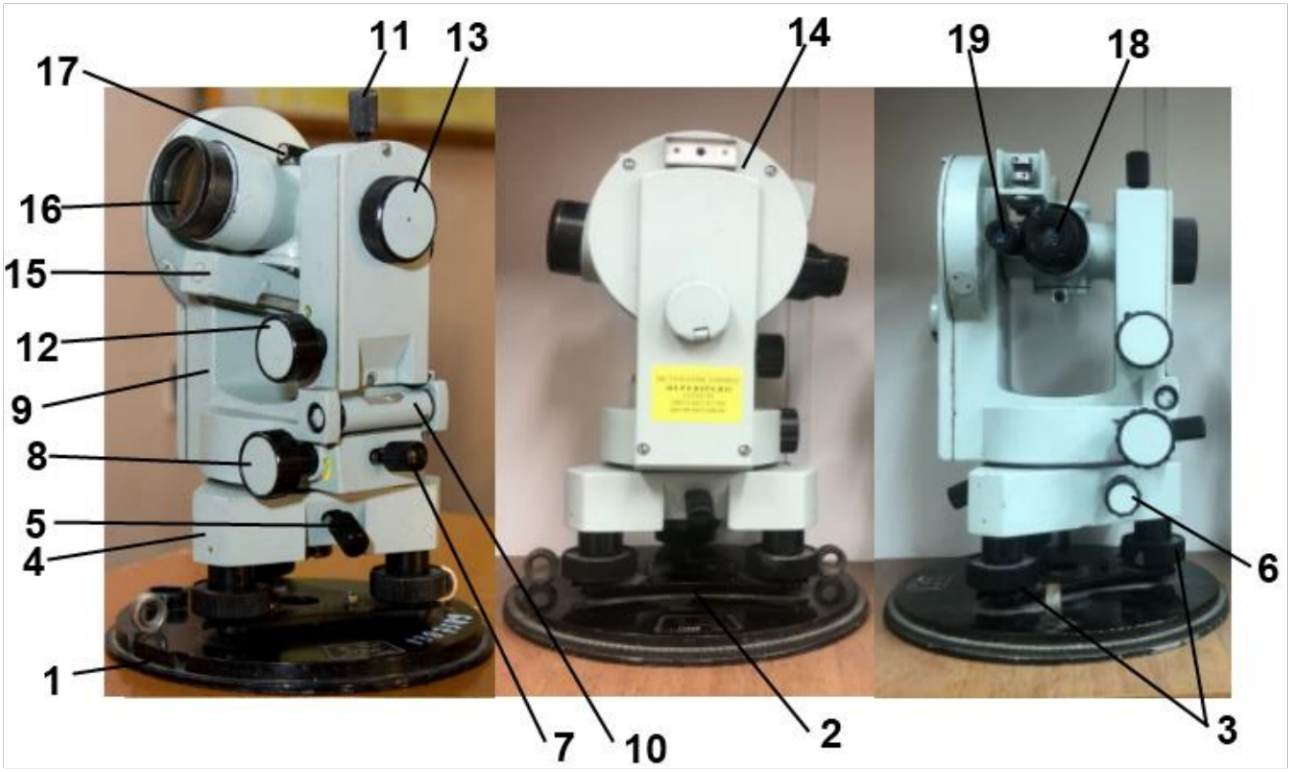


Рис. 17.1. Теодоліт-тахеометр 2Т30П

2. Перерахувати послідовність встановлення теодоліта-тахеометра 2Т30П в робоче положення:

3. Перевірки і юстирування теодоліта-тахеометра 2Т30П

Перед проведенням тахеометричного знімання роблять огляд, дослідження і перевірки приладів, які передбачається використовувати під час виконання польових робіт (див. лабораторна робота №7).

3.1. Перевірка рівнів на алідаді горизонтального круга

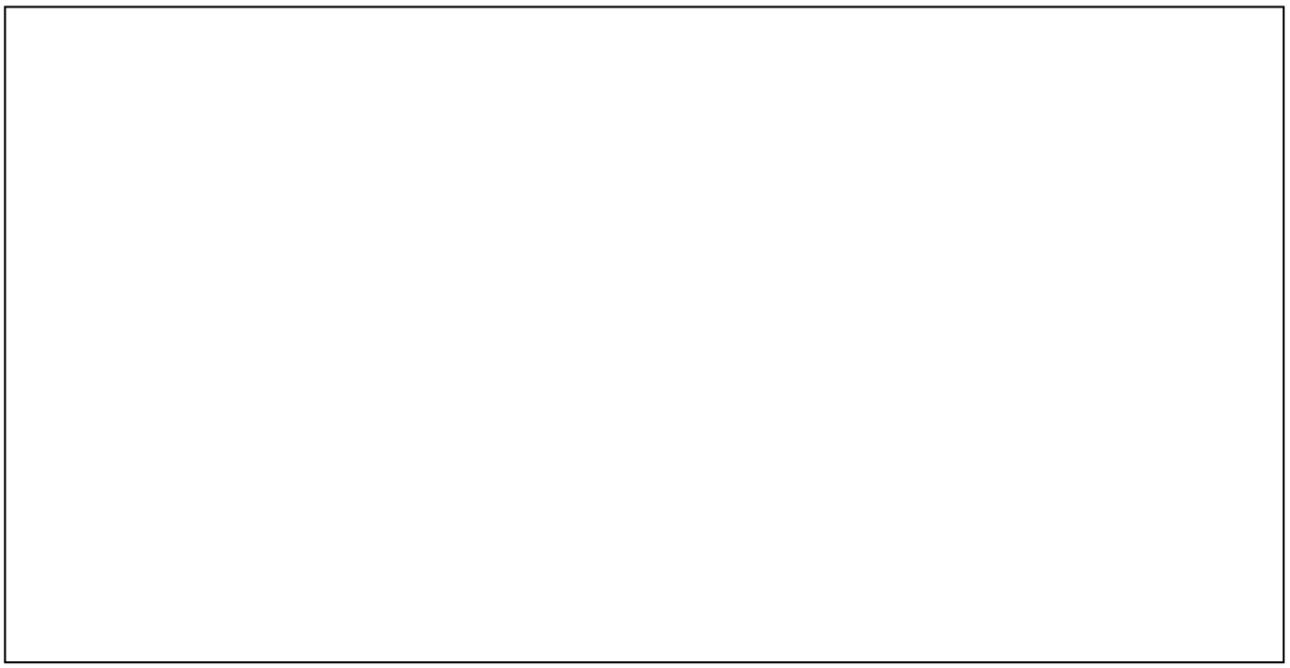
Вісь циліндричного рівня $U\text{-}U_1$ на алідаді має бути паралельною площині лімба або перпендикулярною до вертикальної (основної) осі $I\text{-}I_1$ теодоліта (див. рис. 7.4).

Схематично представити перевірку рівнів на алідаді горизонтального круга:

3.2. Перевірка взаємного положення візирної осі труби та осі обертання труби (визначення колімаційної помилки)

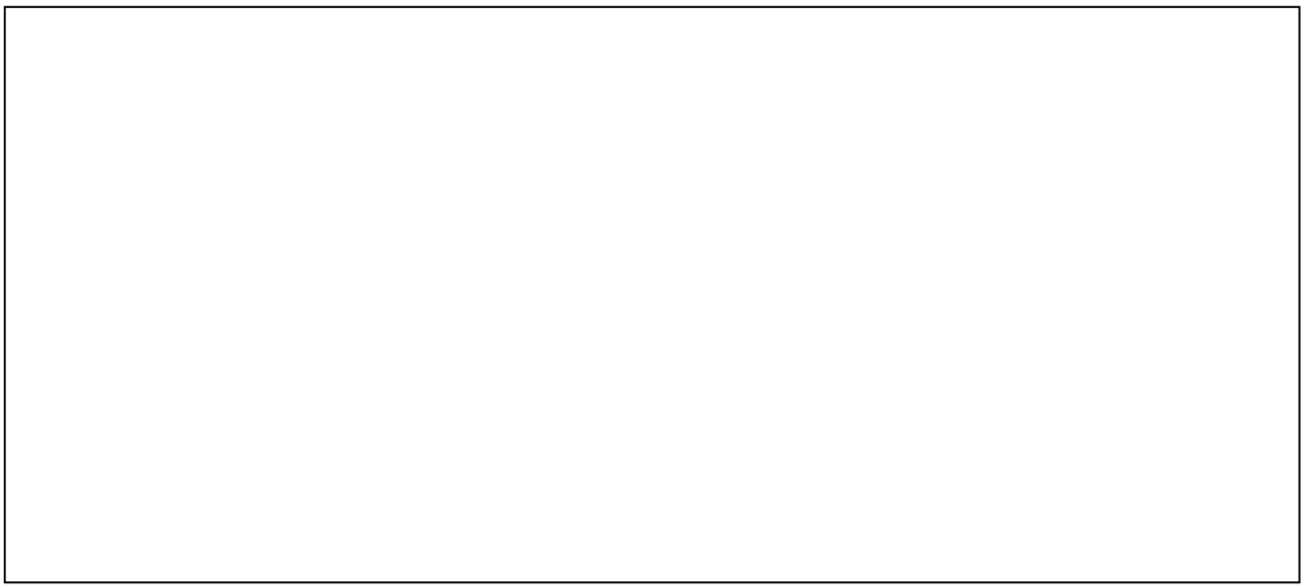
Візирна вісь труби ZZ_1 повинна бути перпендикулярною до горизонтальної осі обертання труби HH_1 (див. рис. 7.5), тобто колімаційна похибка мусить дорівнювати нулю або не перевищувати подвійну точність приладу.

Схематично представити перевірку взаємного положення візирної осі труби та осі обертання труби (визначення колімаційної помилки):



3.3. Перевірка взаємного положення осі обертання труби та осі обертання приладу.

Горизонтальна вісь обертання зорової труби має бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта (див. рис. 7.6). Схематично представити перевірку взаємного положення осі обертання труби та осі обертання приладу:



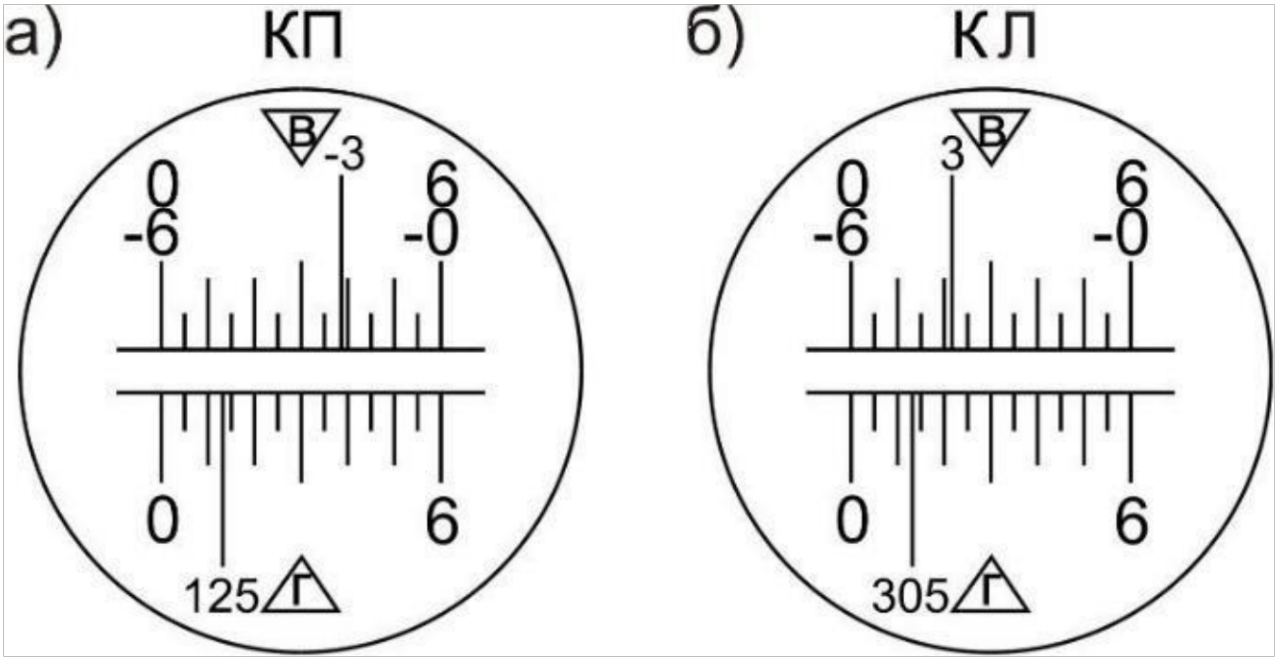
3.4. Перевірка положення сітки ниток зорової труби.

Одна з ниток сітки має бути горизонтальною, а інша вертикальною (рис. 7.7).

Схематично представити перевірку положення сітки ниток зорової труби:

3.5. Взяття відліку по шкалі горизонтального і вертикального кругів.

Схематично представити відліки по шкалі горизонтального і вертикального кругів:



3.6. Описати будову нівелірних рейок по рисунку 17.2.

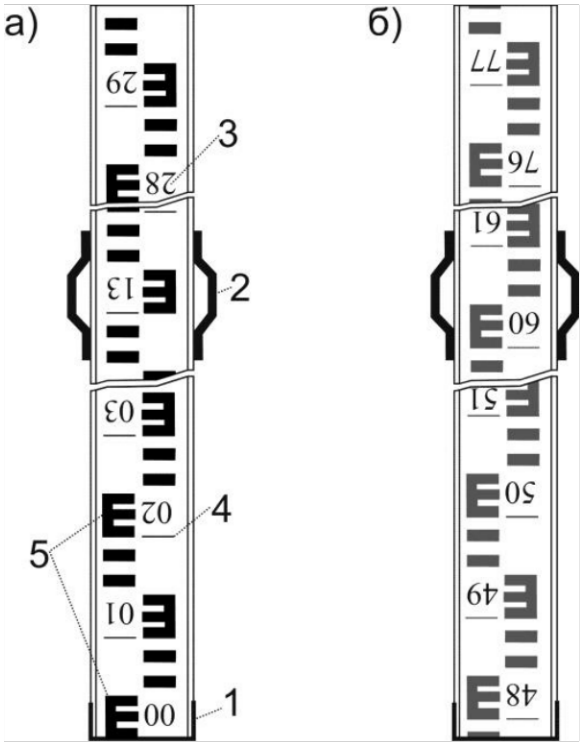


Рис. 17.2. Рейка для нівеліра з оберненим зображенням: а) чорний бік; б) червоний бік

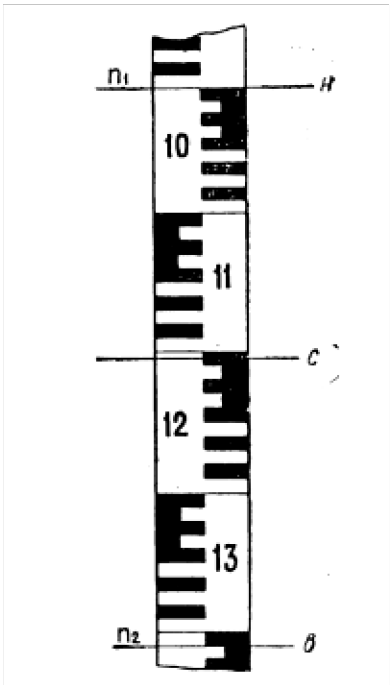
_____

_____

_____

3.7. Виміряти довжину ліній нитковим віддалеміром.

Схематично представити відліки по нижній (n_1) і верхній (n_2) нитках теодоліта-тахеометра:



Обчислити віддалемірну віддаль $D = Kn$.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає суть тахеометричного знімання?
2. Що означає слово «тахеометрія»?
3. Яка спільність та відмінність тахеометричної зйомки від інших видів топографічних зйомок?
4. Які прилади застосовуються для проведення тахеометричної зйомки?
5. Призначення теодоліта-тахеометра
6. Будова теодоліта-тахеометра.
7. Перевірки і юстирування теодоліта-тахеометра.
8. Призначення штатива теодоліта-тахеометра.
9. Будова нівелірних рейок.
10. Знімання відліків з нівелірних рейок.

Рекомендована література

1. Білокриницький С. М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 127, С. 302–305.

2. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 88–95.

3. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 242–261.

4. Грабовий В. М. Геодезія : навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ. 2004. С. 70–83, 149–156.

5. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина І : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2019. С. 109–113, 114–116.

6. Калинич І. В., Гриник Г. Г., Ничвид М. Р. Геодезія : навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2020. С. 101–111, 204–211.

7. Колодеєв Є.І. Основи геодезії : конспект лекцій. Дніпропетровськ : Вид-во «Економіка», 2005. С.70–71, 88.

8. Лозинський. В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості : навчально-методичний посібник. Львів, 2012. С. 10–11.

9. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 108–112

10. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 314–359.

11. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 85–100, 172–173.

12. Тельнов В. Г. Геодезія : навчальний посібник. Дніпро : НТУ, 2019. С. 107–118, 209–217.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18

Проведення тахеометричного знімання

Мета роботи: вивчити методику виконання тахеометричної зйомки.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

18.1. Створення знімальної основи

На території, яка піддягає зніманню, вибирають точки з врахуванням максимальних віддалей (до рейкових та між точками основи) так, щоб з цих точок охоплювалась вся територія.

Через вибрані точки прокладають ходи (чи полігони). Ходи можуть бути:

- теодолітно-нівелірними;
- теодолітно-висотними;
- теодолітно-тахеометричними.

Тахеометричний хід, як і теодолітний, є лінійно-кутомірним ходом. Але, на відміну від теодолітного ходу, в тахеометричному ході вимірюють не тільки горизонтальні, але й вертикальні кути (кути нахилу) кожної лінії. Віддалі в тахеометричних ходах вимірюють, як правило, нитковими віддалемірами, номограмними або електронними тахеометрами.

Якщо кількість пунктів на місцевості недостатня, щоб виконати знімання в певному масштабі, і не відповідає вимогам чинної Інструкції [6], то для згущення пунктів знімальної основи між пунктами ДГМ мереж згущення, прокладають тахеометричні ходи. Тахеометричний хід – це побудована на місцевості розімкнена або зімкнена лінія, в якій виміряно всі сторони, горизонтальні кути між ними, а також вертикальні кути з кожного пункту на сусідні пікети. Отже, прокладаючи теодолітні ходи на місцевості, створюють систему пунктів із відомими плановими координатами (X_i,Y_i), а прокладаючи тахеометричні ходи на місцевості, створюють систему пунктів із відомими просторовими координатами (X_i,Y_i,H_i). Оскільки планове та висотне положення пунктів знімальної основи має бути відоме в загальнодержавній системі

координат та висот, то тахеометричні ходи прив'язують до пунктів Державної геодезичної мережі або мереж згущення.

Тахеометричні ходи бувають розімкненими, зімкненими (тобто утворюють полігон) та висячими. Хід, не прив'язаний до пунктів опорної геодезичної мережі чи теодолітних ходів, називають вільним. Вільні ходи прокладають, як виняток, лише на невеликих ділянках площею до 10 га. Такі ходи орієнтують за магнітним азимутом за допомогою бусолі.

Тахеометричні ходи можна прокладати перед або одночасно з виконанням тахеометричного знімання ділянки місцевості.

Залежно від масштабу знімання та застосування геодезичних приладів у табл. 18.1 наведено допустимі довжини ходів, довжини ліній та їх кількість у ході згідно з вимогами чинної Інструкції [6] щодо великомасштабного топографічного знімання.

Таблиця 18.1

Допустимі параметри тахеометричних ходів

Масштаб знімання	Із використанням ниткових віддалемірів, оптичних тахеометрів і теодолітів			Із використанням електронних тахеометрів і оптичних теодолітів зі світловіддалемірними насадками		
	максимальна			максимальна		
	довжина ходу, м	довжина лінії,м	кількість ліній у ході	довжина ходу, м	довжина лінії,м	кількість ліній у ході
1:5000	1200	300	6	10000	1000	50
1:2000	600	200	5	5000	700	30
1:1000	300	150	3	3000	500	25
1:500	200	100	2	2000	350	20

Примітка. Під час знімання в масштабі 1:500 заборонено вимірювати довжини ліній в тахеометрих ходах нитковими віддалемірами.

18.2. Порядок роботи на станції при тахеометричній зйомці

Станція – точка знімальної основи, в який встановлений теодоліт. Порядок роботи на станції при зніманні рейкових (пікетних) точок наступний:

1. Встановлюють теодоліт або тахеометр в точці знімальної основи (центрують з необхідною точністю та приводять його в робоче положення).

2. Нуль лімба горизонтального круга орієнтують (встановлюють) на початковий напрямок, тобто на іншу точку знімальної основи.

3. Вимірюють висоту приладу (*і*) і в журналі записують: номер точки стояння, номер точки початкового напряму, висоту приладу (*і*) і відлік по горизонтальному кругу на початковий напрямок 0°00,0'. Визначають місце нуля горизонтальному кругу на початковий напрямок 0°00,0' вертикального круга (*МО*). На рейці позначають висоту приладу – *і*.

4. Після цього починають зйомку, послідовно установлюючи рейку на точки, які знімають по крокі.

5. Одночасно зі зйомкою ведуть абрис (зарис) – схематичне креслення ситуації. *Абрис* – є важливим елементом тахеометричної зйомки оскільки дозволяє відтворити при камеральній обробці топоплану рельєф і ситуацію місцевості.

На абрисі показують опорні геодезичні пункти, пікети, об’єкти, характерні точки та лінії рельєфу місцевості, напрями схилів, а деколи схематично горизонталі стрілками позначають напрямки між пікетними точками, між якими необхідно інтерполювати горизонталі. Напрямок стрілок вказує на пониження рельєфу.

На абрисі біля пунктів планово-висотної основи й пікетів вказують їхні номери. У нумерації пікетів спочатку вказують номер станції, а поруч номер пікету для неї. Наприклад, 5.01, де 5 – номер станції, 01 – номер пікету. На абрисі не викреслюють масштабних умовних знаків, а лише записують іх назви, наприклад, рілля, лука, фруктовий сад тощо.

На абрисі вказують назви населених пунктів, річок, водойм, ширину річок, доріг, глибину канав та інші відомості, потрібні для складання карти.

Пікетні точки повинні рівномірно покривати поверхню знімання і їхня

густота має відповідати вимогам Інструкції. Їх кількість залежить від складності ділянки знімання, мікрорельєфу тощо. На рис.18.1 наведено приклад абрису з нескладною ситуацією та рельєфом. На цій ділянці є польова дорога, яка є межею між луками та ріллею.

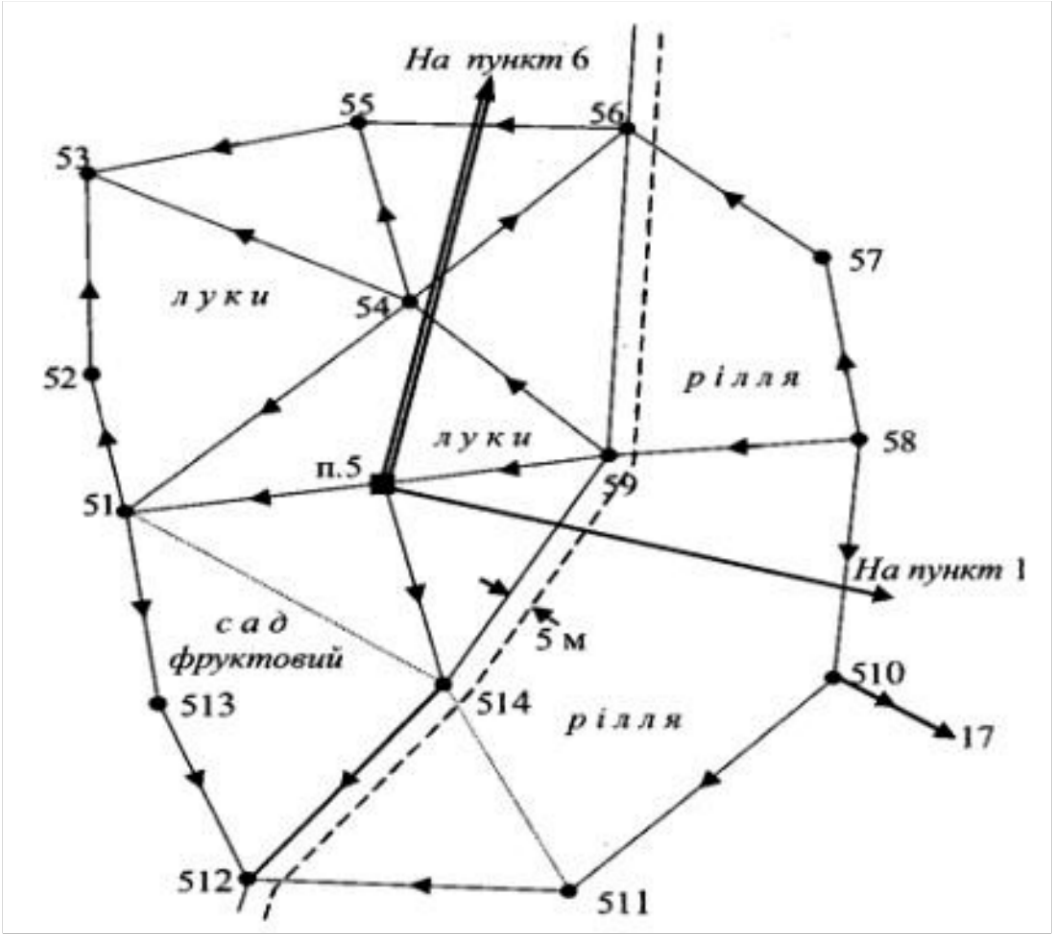


Рис. 18.1. Абрис на ст. 5 тахеометричного знімання

Тахеометричне знімання можна виконувати як під час прокладання тахеометричного ходу, так і окремо, тобто тоді, коли хід вже прокладено. У такому разі треба визначити місце нуля на станції. Для цього центр сітки ниток наводять на добре видну точку при крузі праворуч і ліворуч відлічують вертикальний круг. Відліки записують у журнал тахеометричного знімання.

Обчислюють місце нуля МО і записують його в журнал. Для контролю знаходять за трьома формулами значення кута нахилу.

Примітка. Якщо знімання виконують разом із прокладанням ходу, то використовують значення МО, обчислене під час вимірювання вертикаль – них кутів на сусідні точки ходу

При крузі ліворуч перевіряють орієнтування на пункт 6 (відлік горизонтального круга має дорівнювати 0°00,0') і записують у журналі *«орієнтовано на станцію 6»* (табл. 18.2).

Таблиця 18.2

Сторінка журналу тахеометричного знімання

Дата 3.04.2023 р. Погода: ясно Вітер: слабкий

Спостерігач В. Дяченко Зображення: чітке Записував і обчислив: М. Яворська

№ станцій і пікетів	Відліки			Кут нахилу ν	Горизонтальна проекція $d=K\cdot n\cdot\cos^2\nu$	Перевищення $h=d\cdot tg\nu+i-l$, м	Висота $H=H_{ст}+h$, м	Примітка
	рейки n, см	горизонтального круга	вертикального круга					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва станції 5; Коефіцієнт віддаленіра К=100; Висота приладу i = 1,26м; Орієнтовано на станцію 6; $МО_{сер}$ = + 0°00,5'; $H_{ст}$ = 245,17 м.								
КП								
6			-1°43,0'	+1°43,5'				
Величина гор. кута								
КЛ								
6		0°00,0'	+1°44,0'	+1°43,5'				
Величина гор. кута								
Сер. знач. гор. кута								
КЛ								
51	47,2	262°40'	-2° 44'					
52	54,3	285°53'	-3° 51'					l = 2.0 м
53	86,5	307°22'	-4° 38'					*рельєф*
Ст. Б		0° 01'						

Після цього виконують знімання пікетних точок:

• встановлюють прямовисно рейку на вибраний пікет;

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

• 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;

• спрямовують віддалемірний штрих сітки ниток на початок вимірюють віддаль і записують її значення у графу 2 журналу;

• віддаль і записують її значення у графу 2 журналу;

• спрямовують середню горизонтальну нитку на відкладену на рейці висоту приладу, відлічують горизонтальний та вертикальний круг і відліки записують у колонки 3 і 4 журналу відповідно.

Якщо неможливо навести горизонтальный 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 відліки 2 м чи 2,5 м на рейці. У такому разі у журналі навпроти пікету у колонці «Примітка» записують висоту наведення.

Якщо середній горизонтальний штрих сітки ниток наводять на верх рейки або коли неможливо відлічити рейку за одним із віддалемірних штрихів, то рейку відлічують за середнім горизонтальним штрихом і одним із віддалемірних штрихів. У такому разі віддаль від приладу до пікету обчислюють, використовуючи коефіцієнт віддалеміра К = 200.

При тахеометричній зйомці додержуються правила: знімати інструмент з точки стоянки і переходити на наступну точку можна лише після того, як обчислено перевищення на точки ходу і встановлено, що значення зворотного перевищення й відстані відрізняється від прямих на допустиму величину. В польових умовах повинні бути записані в журналі: номери реєчних точок, далекомірні відстані до них, відліки по горизонтальному та вертикальному кругах, місце нуля та висота інструменту. Все інше – остаточне перевищення; відстані, виправлені при $\nu \geq 2'$, попередні перевищення та висоти рейкових

точок – обчислюються камерально.

Питання для самоконтролю

1. Поясніть встановлення тахеометра в робоче положення.
2. Охарактеризуйте геодезичну мережу для тахеометричної зйомки.
3. Охарактеризуйте види ходів для тахеометричної зйомки.
4. Поясніть урівнювання перевищень в тахеометричній зйомці.
5. Поясніть виконання зйомки ситуації і рельєфу.
6. Що являє собою абрис і кроки?
7. Поясніть ведення польового журналу тахеометричної зйомки.

Рекомендована література

1. Білокриницький С.М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 171–173, С. 306–312.
2. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум: навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 88–95.
3. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 242–261.
4. Грабовий В. М. Геодезія. Навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ. 2004. С. 160–164.
5. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина І : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2019. С 212–213.
6. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1 :500. Київ, 1999.
7. Калинич І.В., Гриник Г.Г., Ничвид М.Р. Геодезія : навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2020. С. 204–211.
8. Колодеєв Є.І. Основи геодезії : конспект лекцій. Дніпропетровськ : Вид-во «Економіка», 2005. С. 88.

9. Лозинський. В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості : навчально-методичний посібник. Львів, 2012. С. 10–11.

10. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 108–112

11. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 360–375.

12. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 175.

13. Тельнов В. Г. Геодезія : навчальний посібник. Дніпро : НТУ, 2019. С. 218–231.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 19

Обробка журналу тахеометричного знімання і побудова плану

Мета роботи: навчити обробляти результати тахеометричної зйомки та складати план у горизонталях.

Теоретичні відомості та методика виконання завдання

19.1. Обробка журналу тахеометричного знімання

Обробку польових матеріалів журналу тахеометричного знімання виконують в наступній послідовності :

1. Вираховують значення місця нуля *МО*. Для виконання розрахунково-графічної робота 9 *МО* задане у завданні, загальне для всіх варіантів.

2 . Визначають кут нахилу за формулою

$$\nu = КЛ - МО, \tag{19.1}$$

де *КЛ* – відлік з шкали вертикального круга при його положенні ліворуч відносно візирної труби.

3. Визначають остаточне перевищення h і горизонтальне закладання d за формулами

$$h = h' + i - \vartheta, \tag{19.2}$$

$$d = D \cdot \cos^2 \nu. \tag{19.3}$$

де h' – попереднє перевищення рейкових точок над станціями, обчислюється за формулою

$$h' = 0{,}5 \cdot D \cdot \sin 2\nu, \tag{19.4}$$

де D – похила віддаль, виміряна оптичним нитковим віддалеміром; i і ϑ - відповідно висота приладу і висота візування зорової труби на рейку. Значення горизонтального закладання визначають з точністю до 0,1 м, а перевищення - до 0,01 м.

4. Висоти пікетних точок знаходять за формулою

$$H = H_{cm.} + h, \tag{19.5}$$

де $H_{cm.}$– висота станції; h – обчислене перевищення пікетної точки над станцією.

19.2. Побудова топографічного плану ділянки місцевості

Метою графічної обробки матеріалів тахеометричного знімання є побудова топографічного плану ділянки місцевості за результатами виконаних вимірів і обчислень.

За матеріалами тахеометричного знімання складають топографічний план в масштабі 1:1000, з висотою перерізу рельєфу 1 м в наступній послідовності:

1. На аркуші креслярського паперу розміром 297х210 мм (формат А-4) будують координатну сітку із сторонами квадратів по10 см (див. лабораторна робота №9). Правильність побудови сітки контролюють порівнянням сторін, або діагоналей квадратів. Похибка побудови не повинна перевищувати 0,2 мм. Сітку координат підписують у відповідності до координат точок тахеометричного ходу. (див. відомість координат і висот точок тахеометричного ходу, табл. 19.1) так, щоб тахеометричний хід був розміщений посередині аркуша паперу.

2. За прямокутними координатами X і Y наносять на план точки тахеометричного ходу. Побудову точок виконують за допомогою циркуля–вимірника і масштабної лінійки. Для побудови точки необхідно за її координатами, знайти квадрат сітки, в якому вона повинна знаходитись. Від початку координат (південно-західний кут квадрату сітки) на сторонах квадрату сітки слід відкласти різниці координат точки і початку координат:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X - X_0 \\ \Delta Y &= Y - Y_0, \end{aligned} \tag{19.6}$$

де X, X_0 і $Y - Y_0$, відповідно координати шуканої точки і координати початку координат квадрату сітки , в якому вона знаходиться.

Аналогічно виконують побудову всіх інших точок теодолітного ходу. Кожну точку проколюють голкою діаметром 0,1 мм і обводять кружечком діаметром 2 мм, записують номер точки. Розходження не повинно перевищувати ± 0,2 мм. Після побудови вершин тахеометричного ходу, їх послідовно з‘єднують тонкими лініями.

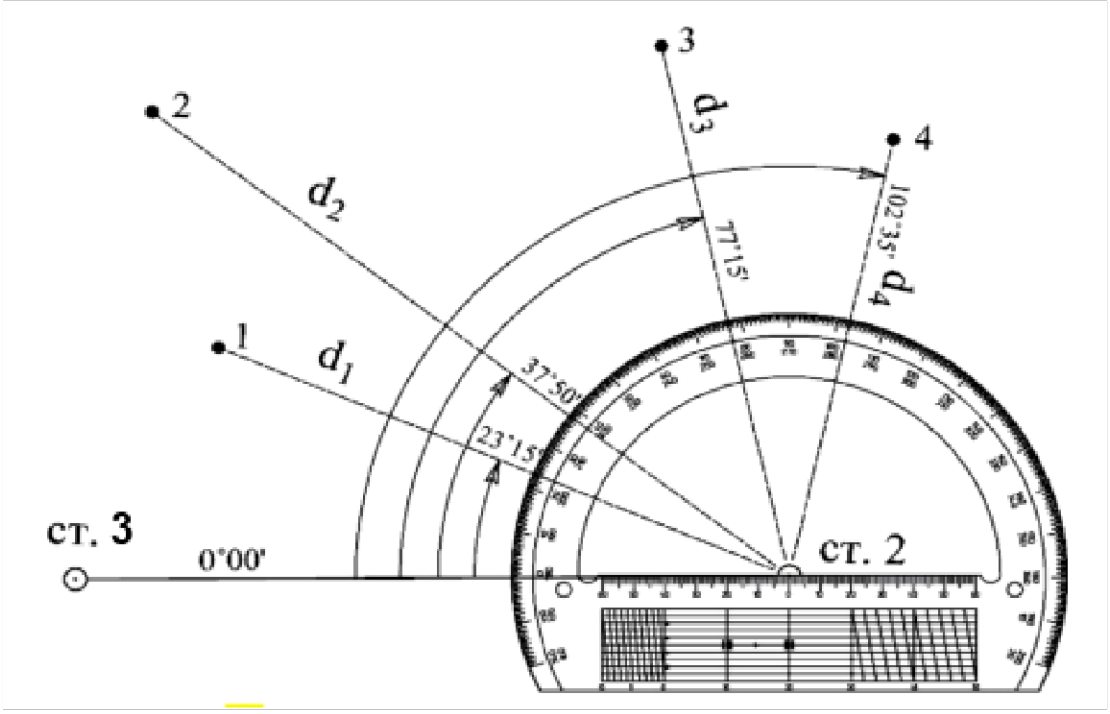


Рис. 19.1. Нанесення точок тахеометричної зйомки за допомогою транспортира

3. Рейкові точки наносять на план за допомогою циркуля-вимірника, масштабної лінійки і транспортира. Дані для побудови точок беруть з журналу тахеометричного знімання (табл. 19.2). Для побудови точок центр транспортира суміщають з вершиною ходу, яку приймають за полюс, а нуль транспортира суміщають з вихідним орієнтирним напрямком (рис 19.1). За дугою транспортира відкладають горизонтальні кути (табл. 19.2 колонка 4). В напрямку побудованих кутів від вершини ходу відкладають відстані (див. табл. 19.2 колонка 3). Відстані відкладають за допомогою масштабної лінійки в масштабі 1:1000. Нанесену на план пікетну точку позначають проколом голки і обводять кружком діаметром 1,5 мм. Праворуч від кожної точки підписують у

вигляді дробу: в чисельнику номер точки, а в знаменнику – її висоту, з точністю до 0,01 м.

4. Нанесення ситуації виконують згідно умовних знаків (див. лабораторна робота №1) і абрису в масштабі 1:1000. Струмок наноситься за пікетними точками 11, 12, 13, 14, 15, 16.

5. За висотами станцій і пікетних точок на плані проводять горизонталі з перерізом рельєфу через 1 м. Сліди горизонталей вишукують графічною інтерполяцією за допомогою прозорої палетки (див. лабораторна робота №16). Знайдені інтерполяцією сліди однойменних горизонталей, з‘єднують плавними кривими лініями і таким чином отримують горизонталі. Висоти горизонталей, кратні 2 м підписують, при цьому верх цифр повинен бути направлений в бік підвищення схилу місцевості. На деяких горизонталях проставляють бергштрихи в напрямках пониження рельєфу.

6. Координати всіх кутів координатної сітки підписують. Всі контури і рельєф, які зображають на плані, викреслюють у відповідності до умовних знаків для масштабу 1:1000. Товщина горизонталей повинна бути 0,1 мм, а горизонталі з висотами, кратним 2 м, потовщують у 2,5 рази і підписують. В верхній частині аркуша підписують «План тахеометричної зйомки», висота букв – 5 мм, знизу, посередині, вказують числовий масштаб плану 1:1000, висота букв 3,5 мм, під масштабом, посередині, в один рядок вказують висоту перерізу рельєфу «Суцільні горизонталі проведені через 1 м», висота букв 2,5 мм.

Розрахунково-графічна робота 4
Побудова топографічного плану за результатами тахеометричного знімання

Вихідні дані

Схема замкненого тахеометричного ходу приведена на рис. 19.2.

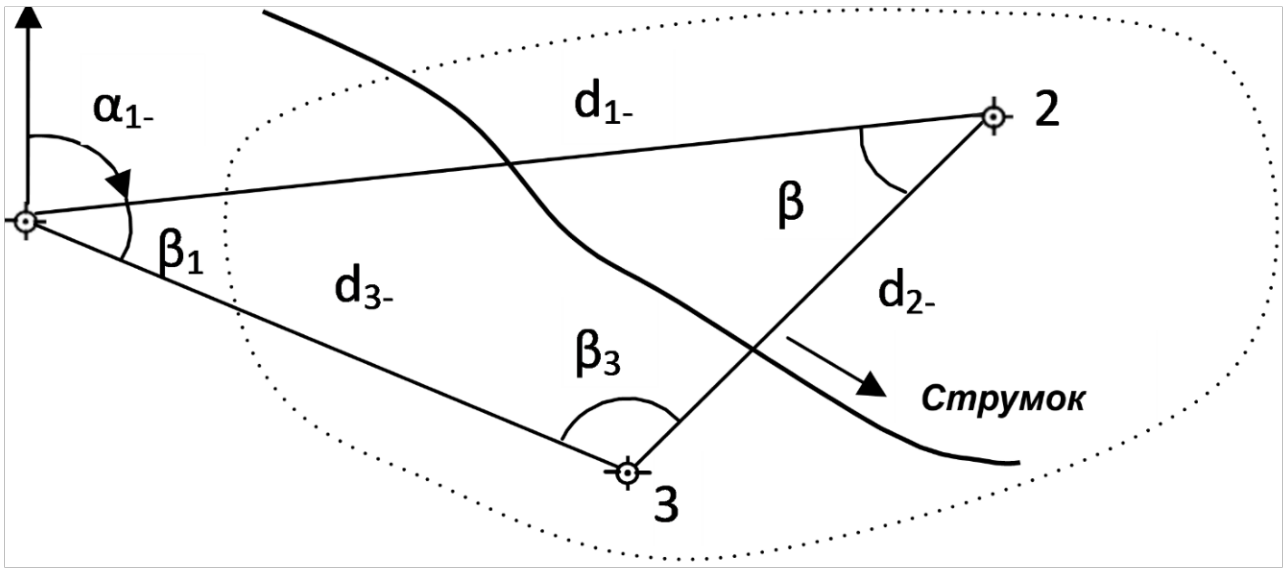


Рис. 19.2. Схема замкненого тахеометричного ходу

Абрис на станції 2 тахеометричного знімання приведений на рис.19.3.

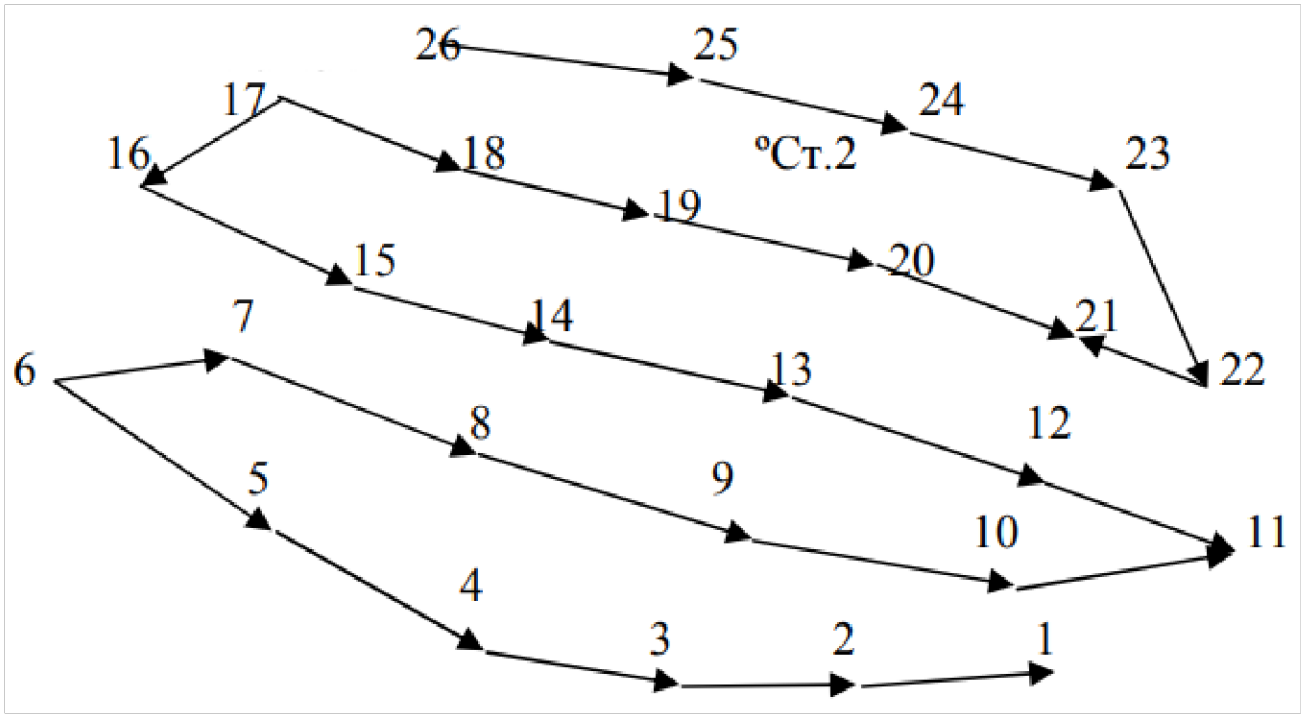


Рис. 19.3. Абрис на ст. 2 тахеометричного знімання

Координати і висоти точок тахеометричного ходу приведені в табл. 19.1.

Таблиця 19.1

Відомість координат і висот точок тахеометричного ходу

№ варіанту	Координати, м						Висоти, м	
	Станція 1		Станція 2		Станція 3		Станція 1	Станція 2
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3	$H_{ст\ 1}$	$H_{ст\ 2}$
1	+1001,00	+3001,00	+1114,78	+3019,27	+1049,11	+3065,75	262,435	261,535
2	+1011,00	+3011,00	+1124,78	+3029,27	+1059,11	+3075,75	263,435	262,535
3	+1021,00	+3021,00	+1134,78	+3039,27	+1069,11	+3085,75	264,435	263,535
4	+1031,00	+3031,00	+1144,78	+3049,27	+1079,11	+3095,75	265,435	264,535
5	+1041,00	+3041,00	+1154,78	+3059,27	+1089,11	+3105,75	266,435	265,535
6	+1051,00	+3051,00	+1164,78	+3069,27	+1099,11	+3115,75	267,435	266,535
7	+1061,00	+3061,00	+1174,78	+3079,27	+1109,11	+3125,75	268,435	267,535
8	+1071,00	+3071,00	+1184,78	+3089,27	+1119,11	+3135,75	269,435	268,535
9	+1081,00	+3081,00	+1194,78	+3099,27	+1129,11	+3145,75	270,435	269,535
10	+1091,00	+3091,00	+1204,78	+3109,27	+1139,11	+3155,75	271,435	270,535
11	+1101,00	+3101,00	+1214,78	+3119,27	+1149,11	+3165,75	272,435	271,535
12	+1111,00	+3111,00	+1224,78	+3129,27	+1159,11	+3175,75	273,435	272,535
13	+1121,00	+3121,00	+1234,78	+3139,27	+1169,11	+3185,75	274,435	273,535
14	+1131,00	+3131,00	+1244,78	+3149,27	+1179,11	+3195,75	275,435	274,535
15	+1141,00	+3141,00	+1254,78	+3159,27	+1189,11	+3205,75	276,435	275,535
16	+1151,00	+3151,00	+1264,78	+3169,27	+1199,11	+3215,75	277,435	276,535
17	+1161,00	+3161,00	+1274,78	+3179,27	+1209,11	+3225,75	278,435	277,535
18	+1171,00	+3171,00	+1284,78	+3189,27	+1219,11	+3235,75	279,435	278,535
19	+1181,00	+3181,00	+1294,78	+3199,27	+1229,11	+3245,75	280,435	279,535
20	+1191,00	+3191,00	+1304,78	+3209,27	+1239,11	+3255,75	281,435	280,535

Опрацювання журналу тахеометричної зйомки приведено в табл. 19.1.

Зразок оформлення плану тахеометричної зйомки приведено на рис. 19.4.

Таблиця 19.2

Журнал тахеометричного знімання

№№ пікетних точок	Віддалемірні відстані D, м	Горизонт. закладання d, м	Відліки		Кут нахилу v	Висота навевення v	Попереднє перевищення h' м	Остаточне перевищення h, м	Висота точки H, м
			ГК	ВК (КЛ)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Станція 2, H_2 = м, i = 1,38 м, MO=0°01', лімб орієнтований на станцію 3 ходу									
1	88,57		314°32'	-1°22'	-1°23'	1,38			
2	90,73		327°30'	-0°38'	-0°39'	1,38			
3	89,90		346°58'	-0°08'	-0°09'	1,38			
4	92,53		10°32'	+0°16'	+0°15'	1,38			
5	99,48		29°02'	+0°18'	+0°17'	1,38			
6	97,38		49°58'	+0°14'	+0°13'	1,38			
7	78,90		40°03'	-1°04'	-1°05'	1,38			
8	65,42		16°28'	-1°11'	-1°12'	1,38			
9	60,08		342°29'	-2°56'	-2°57'	1,38			
10	67,05		320°18'	-2°39'	-2°40'	1,38			
11	78,56		298°32'	-3°09'	-3°10'	1,38			
12	54,10		308°05'	-4°22'	-4°23'	1,38			
13	35,12		333°02'	-5°45'	-5°46'	1,38			
14	41,50		31°58'	-4°06'	-4°07'	1,38			
15	68,06		50°12'	-1°31'	-1°32'	1,38			

продовження таблиці 19.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	94,60		59°39′	-0°02′	-0°03′	1,38			
17	81,09		74°25′	+0°36′	+0°35′	1,38			
18	58,90		67°01′	+0°40′	+0°39′	1,38			
19	27,10		62°08′	-1°46′	-1°47′	1,38			
20	17,90		311°05′	-7°08′	-7°09′	1,38			
21	41,95		286°18′	-3°38′	-3°39′	1,38			
22	66,70		277°22′	-1°44′	-1°45′	1,38			
23	42,04		258°45′	+0°13′	+0°12′	1,38			
24	19,90		227°42′	+2°11′	+2°10′	1,38			
25	27,10		116°23′	+3°09′	+3°08′	1,38			
26	57,18		90°02′	+1°26′	+1°25′	1,38			
Ст. 3, контр. орієнт 0°01′									

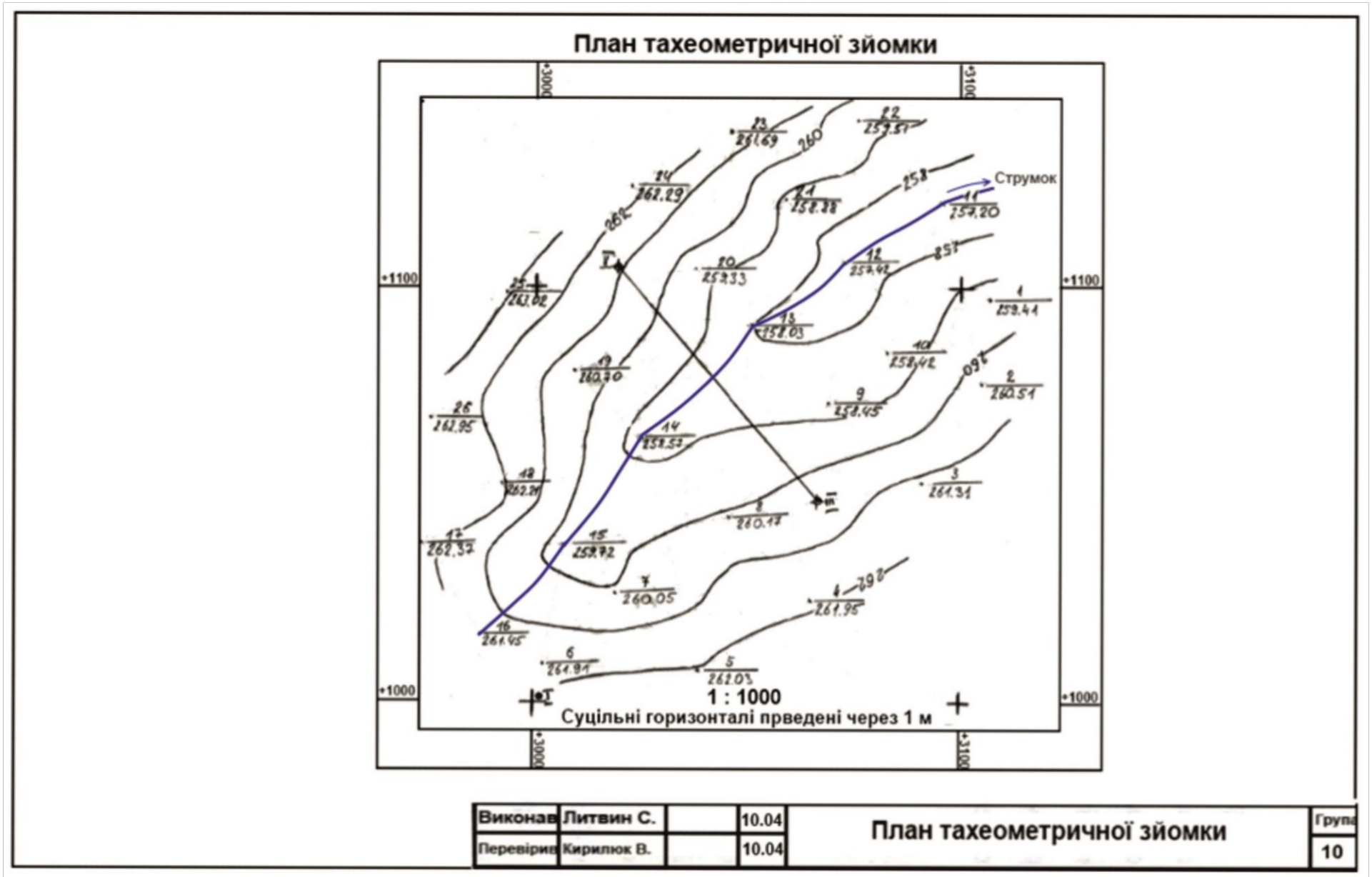


Рис. 19.4 ***Приклад оформлення плану тахеометричної зйомки***

Питання для самоконтролю

1. Поясніть етапи проведення камеральних робіт.
2. Поясніть обчислення всіх величин при тахеометричній зйомці.
3. Охарактеризуйте послідовність побудови плану тахеометричної зйомки.
4. Поясніть нанесення на план рельєфу.
5. Назвіть властивості горизонталей.

Рекомендована література

1. Білокриницький С.М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 171–173, С. 313–316.
2. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 88–95.
3. Геодезія. Частина перша [друге видання, виправлене та доповнене] / За заг. ред. Могильного С. Г. і Войтенка С. П. Донецьк, 2003. С. 242–261.
4. Грабовий В. М. Геодезія : навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ. 2004. С. 165–166.
5. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина І : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2019. С .214–216.
6. Калинич І. В., Гриник Г. Г., Ничвид М. Р. Геодезія : навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2020. С. 204–211.
7. Колодеєв Є. І. Основи геодезії : конспект лекцій. Дніпропетровськ : Вид-во «Економіка», 2005. С. 88.
8. Лозинський. В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості : навчально-методичний посібник. Львів, 2012. С. 11–22.
9. Мороз О. І. Топографія : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. С. 108–112

10. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 376–390.

11. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 176.

12. Тельнов В. Г. Геодезія : навчальний посібник. Дніпро : НТУ, 2019. С. 232–237.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20

Ознайомлення з приладами, які використовують під час мензульного знімання. Перевірки приладів

Мета роботи: ознайомитися з будовою мензули та кіпрегеля Навчитися виконувати повірки мензули та кіпрегеля.

Загальні теоретичні положення та порядок виконання роботи

З метою створення планових і картографічних матеріалів мензульну топографічну зйомку проводять в масштабах від 1:1000 до 10000. Мензульну зйомку проводять безпосередньо в полі; всі вимірювання і креслення карти виконують безпосередньо в полі на мензулі (столику), який встановлюється на такій точці місцевості, з котрої добре видно розташовані поблизу окремі об'єкти, контури та рельєф. Знявши всі деталі місцевості з однієї точки переходять на іншу, вигідну для зйомки, точку і також проводять зйомку всіх розташованих поблизу елементів місцевості. Так послідовно переходячи з однієї точки з мензулою з однієї точки на іншу, проводять зйомку. Одночасно зі зйомкою контурів, окремих об'єктів і рельєфу визначають назви населених пунктів, річок, озер, окремих вершин і т.д. Ряд об'єктів доповнюють пояснювальними написами і цифровими характеристиками.

Зйомочні роботи проводять окремими ділянками – трапеціями, обмежених лініями меридіанів та паралелей. Для виконання мензульної зйомки необхідні наступні інструменти: кіпрегель, бусоль, мензула з центрувальною вилкою, рулетка, 20– метрова стрічка зі шпильками, рейки або бруски довжиною 4 м. При одержанні інструменту проводять зовнішній огляд: в мензульному комплекті повинно бути забезпечене жорстке кріплення планшету з головкою штативу за допомогою підставки. Причинами неполадок можуть бути розробленість гнізд в планшеті та підставці, нежорстке кріплення затискного та мікрогвинтів підставки, розбовтаність залізного вістря ніжок

штативу або баранків, які закріплюють головку штативу з його ніжками. Верхня поверхня планшету не повинна мати нерівностей, вибоїн, тріщин.

В кіпрегелі не повинно бути пошкоджень на об'єктиві та окулярі; затискний гвинт при трубі і мікрогвинти при трубі та алідаді вертикального круга повинні обертатися плавно, виправні гвинти при сітці ниток зорової труби , біля рівнів на лінійці кіпрегеля і на алідаді вертикального круга повинні бути справними; при обертанні труби навколо горизонтальної осі лімб вертикального круга не повинен доторкатися верньєрів, а труба повинна бути врівноважена і в незакріпленому стані повинна бути нерухомою.

В бусолі стрілка повинна бути намагнічена, врівноважена, плавно обертатися і аретир повинен бути справним.

Мірна стрічка повинна мати справні числові позначення з обох сторін, не мати поривів, тріщин або нашарувань, якщо вона склепана.

В склад підготовчих робіт входять:

1. Дослідження і перевірки приладів мензульної зйомки – кіпрегеля, мензули та бусолі.

2. Ґрунтовка рейок, розбивання і красіння шашок далекомірних рейок.

3. Оформлення в журналі мензульної зйомки титульного листка, виписування назв, координат та висот пунктів тріангуляції або іншої основи, відміток та марок і реперів з описанням їх місцерозташування з вказівкою розмірів самих знаків і центрів над землею, нумерація листів журналу і позначення кількості їх в кінці журналу.

4. Порівняння робочої бусолі з бусоллю партії або з нормальною.

5. Наклеювання на мензульну дошку креслярського паперу і побудова сітки квадратів нанесення по координатам вершин кутів рамки трапеції та пунктів планового обґрунтування. Перевірка нанесення координат вершин кутів рамки виконується по розмірам її сторін і діагоналі; нанесення пунктів – по відстані між ними.

20.1. Прилади, які використовують під час мензульного знімання

Мензула і її приладдя

Слово мензула походить від латинського слова *mensula,* що в перекладі означає столик. Мензулу винайшов і розробив німецький професор І. Преторій (1537-1616 рр.) на початку XVII століття. Головною частиною мензули є дошка *1* розміром *60 × 60 см*, верхня частина якої детально профугована в столярній майстерні і є площиною для виконання креслярських робіт. Дошка прикріплюється трьома гвинтами до *металевої підставки 2*, а підставка в свою чергу кріпиться до *штатива 3* при допомозі станового гвинта (рис. 20.1) .

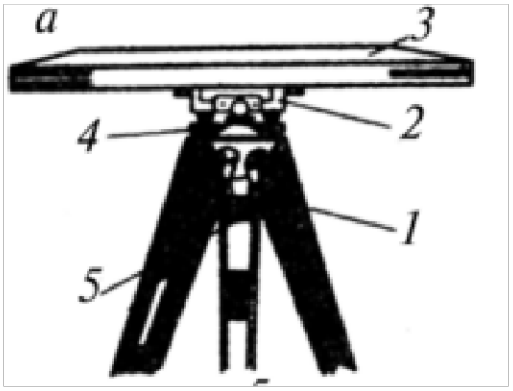


Рис. 20.1. Мензула

1 – штатив, 2 – підставка, 3 – планшет, 4 – піднімальні гвинти

Мензульну дошку з наклеєним креслярським папером називають *планшетом 1*.

Мензулу встановлюють на місцевості і на ній виконують вимірювальні, креслярські та інші роботи які пов’язані з виготовленням планів і карт місцевості. В залежності від конструкції підставки розрізняють такі основні типи мензул: дерев’яну, металічну, кулькову.

В теперішній час використовують металеву підставку (рис. 20.2). *Нижній циліндр 4* опирається на *три піднімальних гвинти 5*; його вісь являється віссю обертання мензули. На цій осі обертається *верхній корпус коробки 3* з *трьома гвинтами 2* для прикріплення дошки. Дошка приводиться в горизонтальне

положення за допомогою *трьох піднімальних гвинтів 5*, закріплених в *трикутній пластинці 7* і які опираються на головку штативу. *Пластина 7* закріплює підставку на головці штативу за допомогою *станового гвинта*. Обертання дошки по азимуту в межах 360° регулюється *закріплювальним гвинтом 1* і в невеликих межах проводиться *навідним гвинтом 6*.

В нижній частині підставки розташовані регулюючі гвинти, користуючись котрими, змінюють тиск між *нижньою підставкою 4* і повстяною прокладкою на верхньому рухомому *корпусі коробки 3* і досягають легкого і плавного обертання дошки по азимуту.

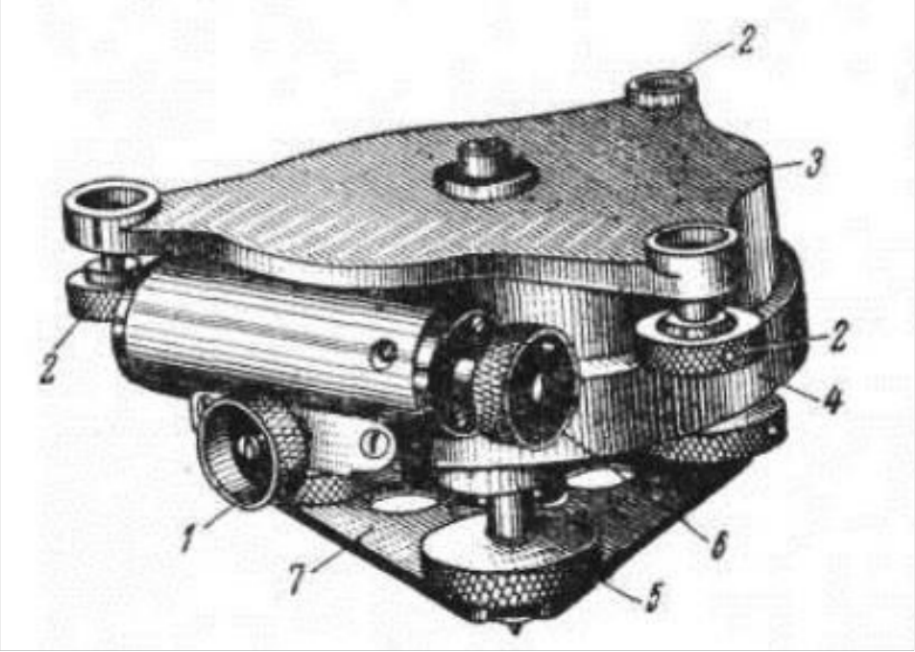


Рис. 20.2. Металева підставка

Штативи мензул складають з трьох дерев'яних ніжок, рухомо закріплених в головці штативу за допомогою гвинтів; на кінцях ніжок штативу закріплені металічні наконечники.

Центрувальну вилку (рис. 20.3, а) використовують для центрування точки планшета над центром пункту місцевості, що відповідає їй.

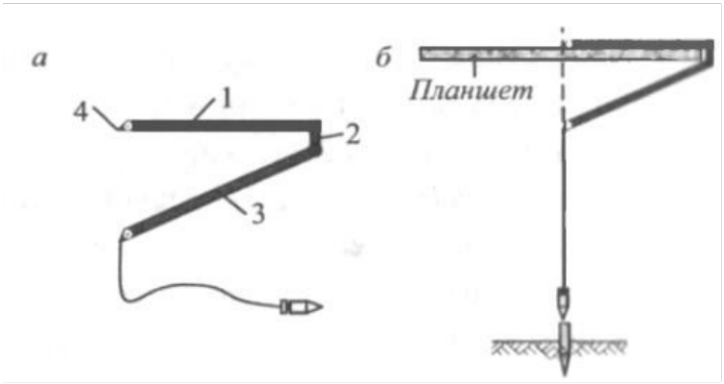


Рис. 20.3. Центрувальна вилка

Вона складається з трьох дерев'яних планок. Планки 1 і 2 з'єднані нерухомо, а 2 і 3 – рухома. *Планка 1* закінчується *вказівником 4*, а до нижнього кінця *планки 3* прикріплена нитка з виском. Коли вказівник вилки прикладений до точки на горизонтальному планшеті, вістря виска має знаходитися на відповідною їй точкою місцевості (рис. 20.3, б).

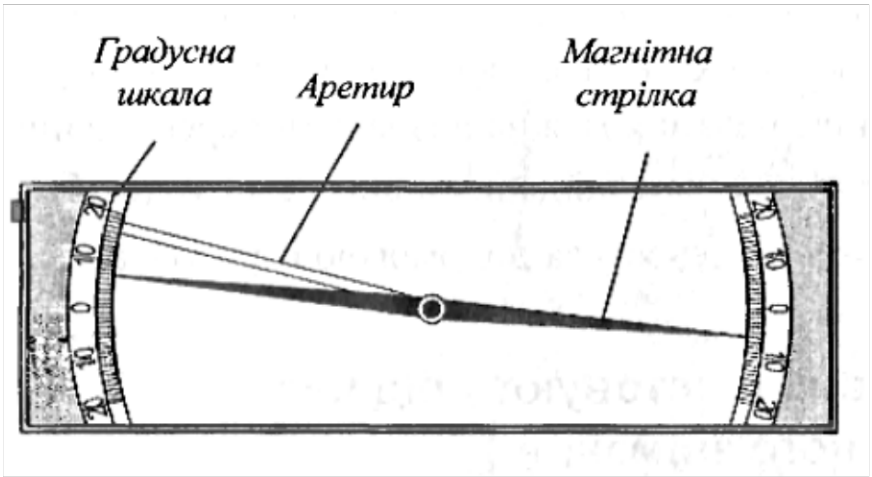


Рис. 20.4. Орієнтир-бусоль

Орієнтир-бусоль використовують для орієнтування планшета за магнітним азимутом. Для цього бусоль прикладають до східної або західної рамки трапеції і обертають доти, доки північний кінець магнітної стрілки не покаже відлік, що дорівнює схиленню магнітної стрілки. Мензульна орієнтир-бусоль (рис. 20.4) має магнітну стрілку, аретир, дві оцифровані шкали і захисне скло. В центрі є сталевий шпиль конічної форми, на якому обертається магнітна стрілка. Під час транспортування стрілку за допомогою аретира піднімають і притискають до захисного скла коробки.

Спеціальна розсувна рейка (рис. 20.5) для кіпрегеля КН має нуль, який встановлюють за допомогою висувної підставки на висоту приладу. Визнаючи віддалі або перевищення, початкову криву спрямовують на нуль рейки, а вертикальний штрих сітки ниток – на її вісь.

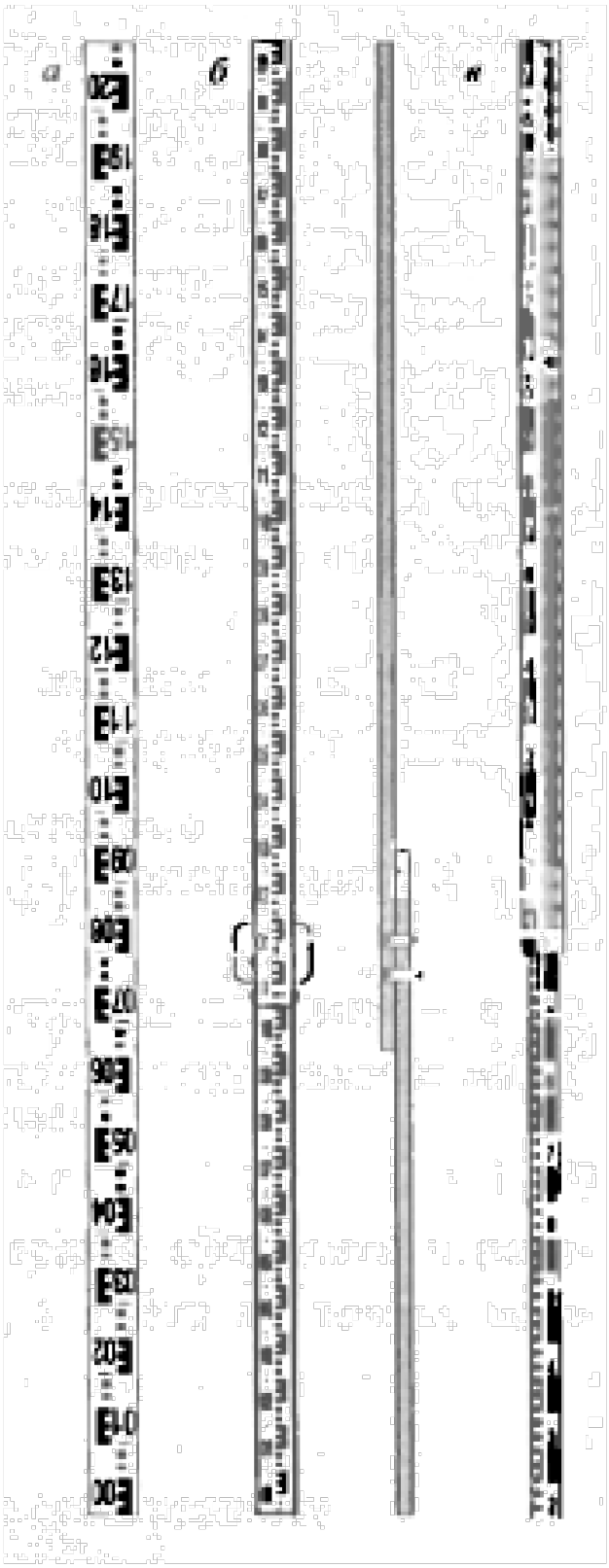


Рис. 20.5. Рейки, які використовують для мензульного знімання

Кіпрегель – автомат КА-2

Кіпрегель – від німецького слова *kippen* – перекидати і французького *regle* – лінійка. Кіпрегелем називається геодезичний інструмент за допомогою котрого графічним способом будують на планшеті горизонтальні напрямки місцевості, вимірюють відстані та кути нахилу по окремим напрямкам.

Основою *кіпрегеля-автомата КА-2* (рис. 20.6) є широка лінійка, до котрої за допомогою двох шарнірів, які створюють перемінний паралелограм, приєднана вузька довга лінійка. При користуванні цією лінійкою немає необхідності в точній установці лінійки кіпрегеля в точці стояння на планшеті. Так як її зміщення для проведення паралельних ліній можливе в межах біля 5 см.

На основній лінійці закріплені: циліндричний рівень, масштабна лінійка і пристрій для невеликих кутових поворотів кіпрегеля на планшеті; в центральній частині закріплена колонка . Зверху колонки на горизонтальній осі закріплена зорова труба і закритий кожухом скляний вертикальний лімб. На трубі закріплений циліндричний рівень; поворотна призма встановлена для спостереження за рівнем. Окуляр труби має діоптрійне кільце; для приблизного наведення на точки які спостерігають користуються ціликом.

Труба переводиться через зеніт об’єктивним кінцем; вона має закріплювальний гвинт і навідний; мікрогвинт вертикального круга. На скляному лімбі по колу нанесені поділки через 10' з оцифровкою їх через 1°, що дозволяє при користуванні штрихом, який співпадає з правою стороною вертикальної грані призми як штрихом сітки, відраховувати з точністю до 1'.

Для відліку відстаней які вимірюються нанесені три далекомірних штриха a, b і c; поділки на лімбу і далекомірні штрихи дозволяють користуватися кіпрегелем як кіпрегелем з сіткою ниток і вертикальним кругом. Особливістю кіпрегеля *КА–2* є: початкова окружність *H*, крива горизонтальних прокладень *D* і крива перевищень.

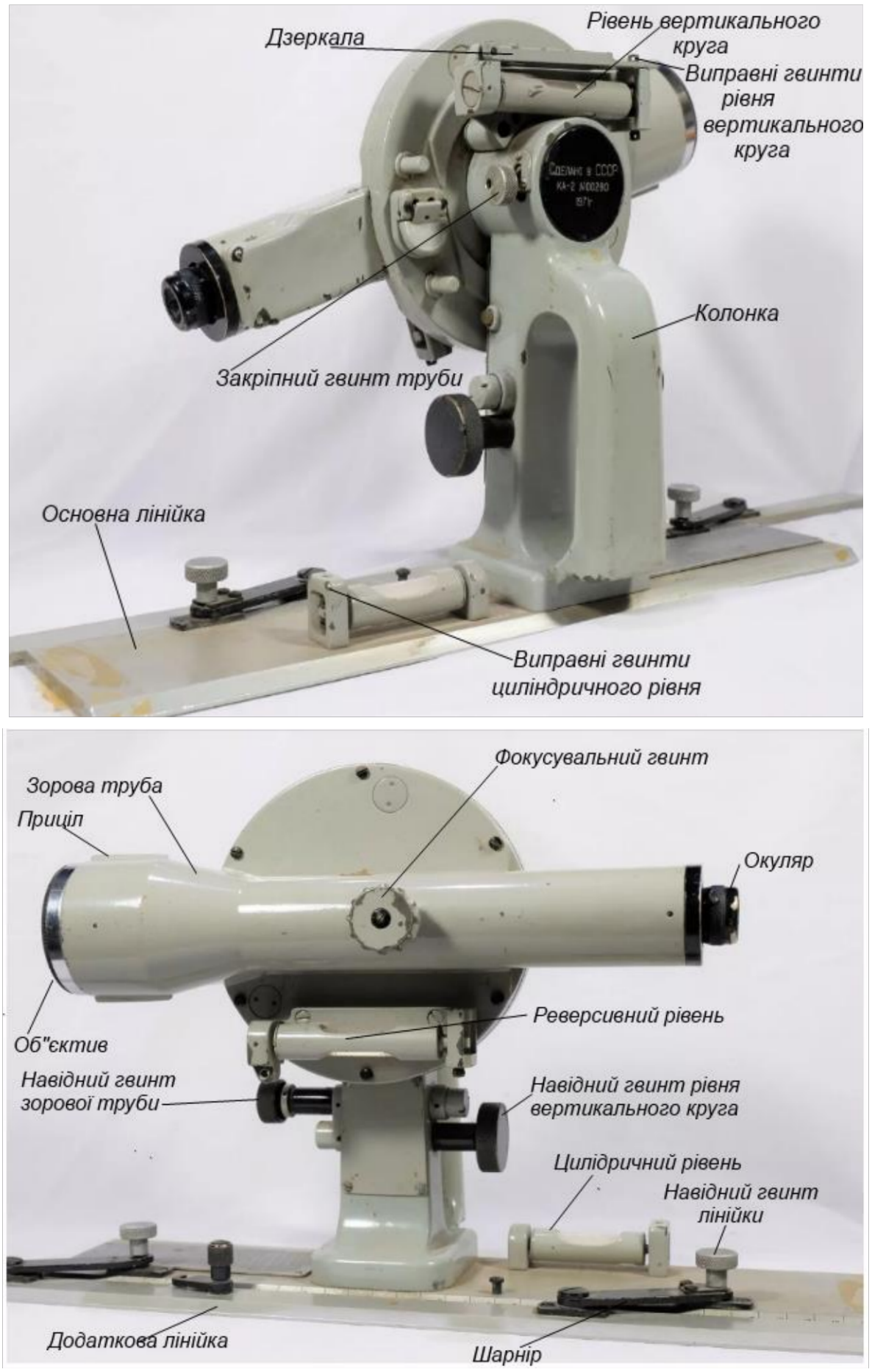


Рис. 20.6. Кіпрегель-автомат КА-2

Візирною віссю кіпрегеля являється пряма лінія, що проходить через центр об’єктива і точку перетину початкової окружності *Н* з правою стороною вертикальної грані посрібленої смужки. В залежності від кута нахилу між початковою окружністю *Н* і кривою горизонтальних прокладень *D* відраховують горизонтальні прокладення при відстанях до 300 м.; при більш довгих відстанях користуються далекомірними нитками сітки з *К*=200.

На рис. 20.7 показано поле зору труби кіпрегеля *КА-2*. У *Г*- подібному віконці видно основну криву *Н*, криву віддалі *S* (*К* =100) і перевищень (*h* = -10). Крім цієї кривої, є ще криві перевищень з коефіцієнтами *k* = + 10, *k* = ±20, *k* = ±100. Праворуч від віконця розміщені три штрихи сітки ниток для вимірювання похилих віддалей нитковим віддалеміром. Крім цього, в полі зору видно штрихи лімба вертикального круга з ціною поділки 10'. Точність відлічування вертикального круга 1'.

Перетин кривої *Н* з правим краєм віконця є точкою наведення труби під час вимірювань віддалей, перевищень та вертикальних кутів. Виконуючи вимірювання, край посрібленої пластинки спрямовують на рейку так, щоб він дотикався до рисунка поділок шкали рейки.

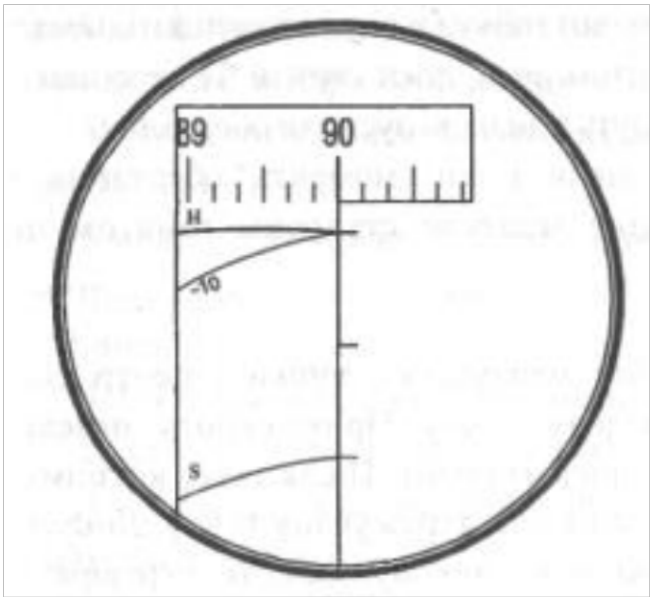


Рис. 20.7. Поле зору труби кіпрегеля КА-2

(труба розташована горизонтально)

Значення горизонтальної проекції знаходять за формулою

$$d = Kn, \tag{20.1}$$

де n кількість сантиметрів рейки від центра сітки ниток до перетину номограмної кривої віддалі з вертикальним штрихом сітки ниток.

Перевищення між двома точками, в яких встановлено кіпрегель і рейку, обчислюють за формулою

$$h = kn'+i-l, \tag{20.2}$$

де i - висота кіпрегеля; l - висота наведення центра сітки ниток на рейку; n' – кількість сантиметрів рейки від центра сітки ниток до перетину номограмної кривої перевищень з вертикальним штрихом сітки ниток.

Якщо нуль розсувної частини рейки встановити на висоту кіпрегеля, а основну криву навести на нього, то формула (19.2) набуде вигляду

$$h = kn'. \tag{20.3}$$

Вимірювання кіпрегелем під час роботи виконують при крузі ліворуч.

На рис. 19.8 основну криву H кіпрегеля *КА-2* наведено на нульовий штрих на верхній розсувній частині рейки, який встановлений на висоті кіпрегеля. Отже,

$$d = 26{,}9 \text{ см} \times 100 = 26{,}9 \text{ м},$$

$$h = 15{,}4\text{см} \times -1\ 0 = -1{,}54 \text{ м},$$

$$v = MZ - KJI = 90° - 93°\ 15' = -3°\ 15'.$$

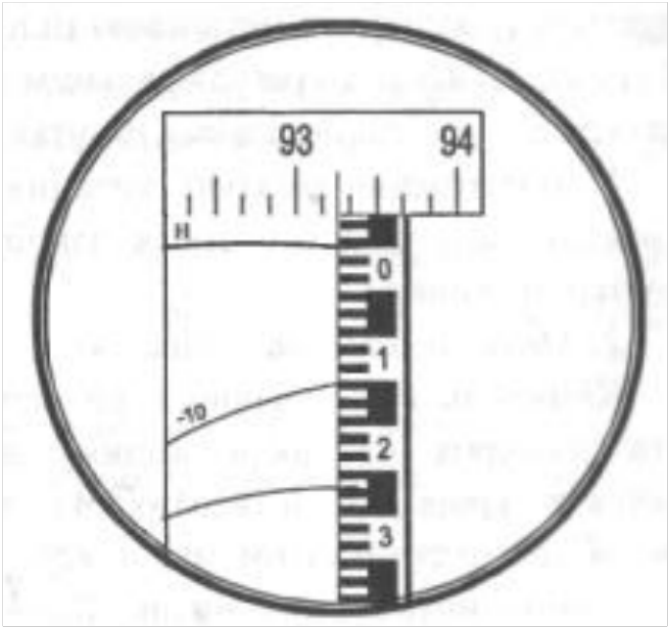


Рис. 20.8. Вимірювання віддалей та перевищень кіпрегелем КА-2

20.2. Перевірки приладів для мензульного знімання

Перевірка штатива

1. *Штатив має забезпечувати незмінність положення мензули під час вимірювань.*

На місцевості встановлюють мензулу і за допомогою циліндричного рівня основної лінійки кіпрегеля та підіймальних гвинтів підставки її поверхню встановлюють горизонтально. На середину мензульної дошки встановлюють кіпрегель і наводять центр сітки ниток на добре видиму точку місцевості. Прикладають невеликі бічні зусилля до головки штатива. Якщо після цього труба повернулась на спостережувану точку, то перевірка виконується. Допускають відхилення на ширину штриха сітки ниток. У разі потреби усувають причини ненадійного кріплення ніжок з наконечниками та з головкою штатива.

Перевірка мензули

1. *Мензула повинна бути стійкою*.

Установлюють мензулу в горизонтальне положення, ставлять на неї кіпрегель і візують ним на будь-яку точку місцевості і вздовж скошеного краю лінійки кіпрегеля проводять на планшеті олівцем лінію. Потім злегка натискують пальцем поблизу кута планшета зверху вниз і знизу вверх. Якщо після цього ребро лінійки не зсунулось з прокресленої лінії, а центральна точка сітки ниток кіпрегеля збігається з предметом, на який візували на початку, то умова виконується. Невиконання умови може бути з різних причин: хитання головки штатива, поганого кріплення планшета до підставки і підставки до штатива, хитання підіймальних гвинтів і наконечників ніжок штатива, люфта осі підставки. Якщо виконавець робіт не в змозі сам усунути несправності, то слід звернутись в майстерню.

2. *Верхня поверхня дошки повинна бути площиною.*

Вивірену лінійку кіпрегеля прикладають ребром в різних напрямах до поверхні дошки і слідкують, щоб не було вибоїн, тріщин. Допускається просвіт між лінійкою і дошкою 0,5 мм. Якщо умова не виконується, то виправлення виконують в майстерні.

3. *Верхня поверхня мензульної дошки повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі підставки.*

За допомогою трьох підіймальних гвинтів мензульну дошку приводять в горизонтальне положення вивіреним рівнем на колонці кіпрегеля. Відкріплюють закріпний гвинт підставки, повертають дошку навколо вертикальної осі підставки. Бульбашка рівня не повинна відхилятися від нульпункту більш ніж на 2–3 поділки. При більших відхиленнях бульбашки рівня виправлення виконують в майстерні.

Перевірка орієнтир-бусолі

1. *Стрілка бусолі повинна бути добре намагнічена і мати достатню чутливість.*

Встановлюють бусоль на горизонтальну площину і відкріпляють її аретир. Відлічують одним кінцем стрілки шкалу градусного кільця. Підносять до бусолі залізний предмет. Після того як предмет забирають, знову відлічують шкалу градусного кільця. Якщо різниця відліків більша за подвійну точність відлічування, то бусоль здають у майстерню.

2. *Кінці стрілки бусолі мають лежати в площині градусних кілець.*

Бусоль встановлюють на горизонтальну площину. Якщо кінці стрілки не лежать в площині градусних кілець, то умова не виконується. Тоді пересувають тягарець, який прикріплено до одного з кінців стрілки, до виконання умови.

3. *Нульовий діаметр градусних кілець має бути паралельний до робочих країв корпусу бусолі.*

Умову перевіряють, вимірюючи віддаль між поділками нульового діаметра і робочими краями бусолі. Допустиме розходження 0,1 мм. Виправлення виконують у майстерні.

4. *Магнітна стрілка бусолі не повинна мати ексцентриситету.*

Відлічують градусні шкали обома кінцями стрілки. Якщо відліки відрізняються більше ніж на подвійну точність відлічування, то виправлення виконують у майстерні.

Перевірка центрувальної вилки

Кінець горизонтально розташованого вказівника центрувальної вилки має збігатися з ниткою виска.

На планшеті, верхня поверхня якого горизонтальна, намічають точку. Прикладають кінець вказівної планки до неї і відмічають проекцію вістря виска на папері, розташованому під мензулою (рис. 19.9). Обертають центрувальну вилку на 180˚ і прикладають кінець вказівної планки до цієї точки на планшеті. Проекція виска має збігатися з попередньою. Якщо ні, то на половину відхилення переміщають місце скріплення нитки виска з центрувальною вилкою.

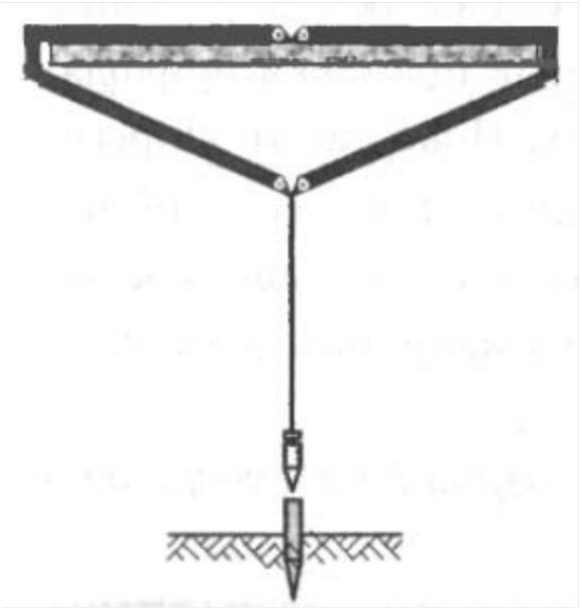


Рис. 20.9. Перевірка центрувальної вилки

Основні перевірки кіпрегеля КА-2

Перша перевірка. *Вісь циліндричного рівня на широкій лінійці має бути паралельною нижній площині лінійки.*

Виконання. Кіпрегель встановлюють на середину мензули і за напрямком двох піднімальних гвинтів підставки. Одночасно повертають їх в різні сторони і приводять бульбашку рівня на середину та за скошеним ребром лінійки накреслюють лінію.

Повертають кіпрегель на 180º і прикладають скошений край лінійки до викресленої лінії. Якщо бульбашка рівня відхилилась не більше одного ділення, то умова виконана. В інших випадках виконують виправлення.

Виправлення. На половину дуги відхилення повертають бульбашку рівня до середини при допомозі виправних гвинтів рівня.

Перевірку повторюють знову.

Друга перевірка. *Місце нуля (МО) вертикального круга КА-2 має дорівнювати 90º.*

Виконання. На місцевості вибирають чітко видиму точку (хрест церкви, громовідвід заводської труби, антену т. ін.) і наводять на вибрану точку так, щоб продовження основної кривої *Н* було дотичною до верха громовідводу заводської труби, на рисунку продовження показано пунктирною лінією (рис. 20.10).

При допомозі навідного гвинта вертикального круга приводять бульбашку рівня вертикального круга на середину і беруть відлік при *КП* з лімба вертикального круга. Переводять трубу кіпрегеля через зеніт і знову наводять її на ту ж саму точку і беруть відлік при *КЛ*. Місце нуля кіпрегеля обчислюють за формулою

$$МО=\{КЛ+(КП-180^{o})\}/2\ . \qquad (20.4)$$

Якщо місце нуля має відхилення від 90^o не більше $1'$ в ту чи іншу сторону, то умова виконана. Коли це відхилення більше $1'$, то приводять *МО* до 90^o.

Для того, щоб визначити *МО* кіпрегеля *КА*-2 необхідно навчитися знімати відліки з вертикального круга. Вибирають віддалену точку, наприклад громовідвід заводської труби. Зорову трубу кіпрегеля наводять так, щоб громовідвід був справа посрібленої пластинки, а продовження основної кривої було дотичною до верха громовідводу (рис. 19.10). Приводять бульбашку циліндричного рівня на трубі при допомозі мікрометерного гвинта. На рис. 19.10 відлік з вертикального круга буде $89^o34'$. Як бачимо на вертикальному крузі градуси підписані, а мінути беруть на око тому, що одне мале ділення відповідає $10'$.

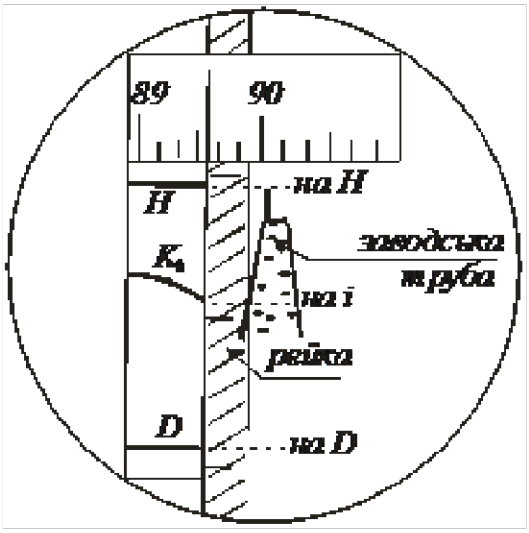


Рис. 20.10. Поле зору труби кіпрегеля

Приведення *МО* до 90^o. Спочатку обчислюють вірний відлік за будь-якою формулою

$$КЛ_o = КЛ - (МО - 90^o), \qquad (20.5)$$

або

$$КП_o = КП - (МО - 90^o). \qquad (20.6)$$

Встановлюють правильний відлік на вертикальному крузі при допомозі навідного гвинта рівня вертикального круга. В цьому випадку бульбашка рівня

зійде з середини. Повертають бульбашку на середину при допомозі виправних гвинтів циліндричного рівня вертикального круга.

Визначають *МО* заново. Коли заново визначене *МО* за своїм відхиленням перевищує *1'*, то приведення його до 90^o слід зробити заново.

Питання для самоконтролю

1. У чому сутність мензульної зйомки?
2. Що належить до комплекту мензули?
3. Охарактеризуйте основні етапи перевірки мензули.
4. Будова кіпрегеля КА-2.
5. Поясніть основні прийоми перевірки бусолі.
6. Охарактеризуйте основні етапи перевірки кіпрегеля.

Рекомендована література

1. Білокриницький С.М. Геодезія : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 270–316.
2. Грабовий В. М. Геодезія : навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ. 2004. С. 167–196.
3. Колодеєв Є.І. Основи геодезії : конспект лекцій. Дніпропетровськ : Вид-во «Економіка», 2005. С. 88.
4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. С. 391–427.
5. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. С. 177–188.
6. Романчук С.В., Мальчук М.П. Будова, перевірки, дослідження геодезичних приладів та робота з ними : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2009. С. 117–129.

ТЕМИ САМОСТІЙНИХ РОБІТ

Тематичний зміст навчальної дисципліни

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Вертикальне знімання

Тема 10. Рельєф та його зображення на планах та картах

Абсолютні та умовні висоти. Перевищення. Геодезичні висоти. Основні форми рельєфу. Способи зображення рельєфу на планах та картах. Зображення рельєфу на планах та картах горизонталями. Властивості горизонталей. Визначення стрімкості схилів. Масштаби закладень. Способи побудови горизонталей на планах та картах.

Тема 11. Прилади для геометричного нівелювання

Класифікація нівелірів. Основні осі нівелірів. Оптичні нівеліри. Перевірки та юстирування нівелірів. Нівелірні рейки, башмаки та костилі. Перевірки та дослідження нівелірних рейок.

Тема 12. Геометричне нівелювання

Суть та способи геометричного нівелювання. Нівелірний хід. Вплив кривини Землі на результати геометричного нівелювання. Спільний вплив кривини Землі та вертикальної рефракції на результати геометричного нівелювання. Нівелірні знаки.

Тема 13. Технічне нівелювання під час інженерно-геодезичних вишукувань

Загальні відомості про види та завдання інженерно-геодезичних вишукувань. Камеральне трасування осі лінійної споруди. Польове трасування об’єктів лінійних споруд. Закріплення основних точок кругової кривої за її віссю. Розмічування пікетажу по осі лінійної споруди. Послідовність робот и на станції технічного нівелювання оптичними нівелірами. Зв'язувальні, проміжні та іксові точки. Опрацювання журналу поздовжнього технічного нівелювання. Обчислення висот зв'язувальних та проміжних точок. Детальне розмічування на місцевості кругової кривої. Перенесення пікету на криву. Розмічування поперечників на місцевості. Побудова профілю траси. Основі вимоги до

проведення проектної лінії. Червоні та чорні висоти, точки нульових робіт, робочі висоти. Визначення горизонтальних віддалей до точок нульових робіт.

Тема 14. Нівелювання поверхні

Розмічування сітки квадратів. Виконання нівелювання поверхні. Обробка результатів нівелювання по квадратах. Складання плану нівелювання поверхні.

Змістовий модуль 4. Топографічне знімання

Тема 15. Тахеометричне знімання місцевості

Суть тахеометричної зйомки. Прилади які застосовуються при тахеометричній зйомці. Теодоліти – тахеометри, номограмні та електронні тахеометри. Місце нуля вертикального круга теодоліта. Приведення місця нуля до нуля. Тахеометричні рейки. Нитковий віддалемір.

Тема 16. Виконання тахеометричного знімання поверхні

Знімальна основа для тахеометричного знімання. Створення пунктів знімальної основи тахеометричними ходами. Основні вимоги до прокладання тахеометричних ходів. Прокладання тахеометричного ходу. Основні вимоги до виконання тахеометричного знімання. Послідовність роботи на станції під час тахеометричного знімання.

Тема 17. Камеральні роботи за результатами тахеометричного знімання

Опрацювання журналу тахеометричного ходу. Обчислення координат пунктів тахеометричного ходу. Обчислення висот пунктів тахеометричного ходу. Опрацювання журналу тахеометричного знімання. Складання плану тахеометричного знімання.

Тема 18. Мензульне знімання

Суть мензульного знімання. Прилади, які використовують під час мензульного знімання. Перевірки приладів для мензульного знімання. Похибки, які впливають на точність прокреслення ліній. Створення робочої планово-висотної основи. Послідовність мензульного знімання.

Тема 19. Окомірне знімання та барометричне нівелювання

Суть окомірного знімання та випадки його застосування. Підготовка до окомірного знімання і порядок виконання робіт. Способи визначення відстаней, крутизни схилів. Способи нанесення на планшет точок місцевості. Суть та призначення барометричного нівелювання. Прилади для барометричного нівелювання. Виконання барометричного нівелювання.

ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ТЕМА 10. Рельєф та його зображення на планах та картах.

Основні форми рельєфу.

План (Завдання): *Опрацювати питання*

1. Чим на сучасних топографічних картах позначають рельєф?
2. Які властивості горизонталей?
3. Які елементи рельєфу відображено на топографічних картах і яким способом?
4. Поясніть, для чого на горизонталях використовують бергштрихи.
5. Із якою метою горизонталі зображуються різними за товщиною та кресленням?

ТЕМА 11. Прилади для геометричного нівелювання.

Стандарт на виготовлення нівелірів

План (Завдання): *Опрацювати питання*

1. Призначення нівеліра.
2. Назвіть послідовність виконання перевірок нівеліра Н-3.
3. Класифікація нівелірів.
4. Будова нівеліра Н-3К.

ТЕМА 12. Геометричне нівелювання.

Нівелірні знаки.

План (Завдання): *Опрацювати питання*

1. Поясніть суть і способи геометричного нівелювання.
2. Що таке нівелювання?

3. Що таке нівелірні знаки?

4. Які бувають нівелірні знаки?

ТЕМА 13. Технічне нівелювання під час інженерно-геодезичних вишукувань.

Елементи заокруглень, головні точки колової кривої

1. Поясніть порядок розмічування головних точок кругової кривої.

2. Що таке кут повороту траси і як його визначити?

3. Як відбувається винесення пікетів на криву?

4. Що таке пікетажний журнал?

ТЕМА 14. Нівелювання поверхні.

Проектування площини заданого ухилу

1. Які існують способи інтерполяції для проведення горизонталей?

2. Чому дорівнює теоретична сума перевищень в замкнутому нівелірному ході (полігоні)?

3. Нівелювання поверхні з однієї станції.

4. Поясніть, як здійснюється нівелювання поверхні.

ТЕМА 15. Тахеометричне знімання місцевості.

Нитковий віддалемір

1. Як визначати відстані нитковим віддалеміром?

2. Розкажіть будову ниткового віддалеміра.

3. Яка спільність та відмінність тахеометричної зйомки від інших видів топографічних зйомок?

4. Які прилади застосовуються для проведення тахеометричної зйомки?

ТЕМА 16. Виконання тахеометричного знімання поверхні.

Прокладання тахеометричного ходу

1. Охарактеризуйте види ходів для тахеометричної зйомки.

2. Поясніть урівнювання перевищень в тахеометричній зйомці.

3. Що являє собою абрис і кроки?

4. Поясніть ведення польового журналу тахеометричної зйомки.

ТЕМА 17. Камеральні роботи за результатами тахеометричного знімання.

Визначення перевищень через кути нахилу

1. Як визначити перевищення?
2. Що таке кут нахилу?
3. Поясніть етапи проведення камеральних робіт
4. Яким методом визначають положення горизонталей на плані?

ТЕМА 18. Мензульне знімання

Створення робочої планово-висотної основи

1. У чому сутність мензульної зйомки?
2. Охарактеризуйте основні етапи перевірки мензули.
3. Охарактеризуйте способи побудови геодезичної основи мензульної зйомки.
4. Поясніть порядок побудови геометричної сітки.

ТЕМА 19. Окомірне знімання та барометричне нівелювання.

Способи нанесення на планшет точок місцевості.

1. Робота на станції при окомірній зйомці.
2. Виконання окомірного знімання.
3. Назвіть прилади та інструменти для окомірної зйомки.
4. Як визначити віддаль при окомірній зйомці?

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Поточне оцінювання і самостійна робота										ІНДЗ	Підсумковий контроль	Сума
Змістовий модуль 3					Змістовий модуль 4							
Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15	Т16	Т17	Т18	Т19			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка в ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи, практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
75–81	C		
69–74	D	задовільно	
60–68	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Теми індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Вид завдання	Кількість балів
1	2	3	4
7.	Обробка журналу технічного нівелювання і побудова поздовжнього профілю	Розрахунково-графічна робота	5
8.	Нівелювання земної поверхні по квадратах	Розрахунково-графічна робота	5
9.	Побудова топографічного плану за результатами тахеометричного знімання	Розрахунково-графічна робота	5
10.	Виготовлення топографічного плану за результатами мензульного знімання	Розрахунково-графічна робота	5

ДЛЯ НОТАТОК

Методичне видання

Володимир Петрович Кирилюк
Валерій Павлович Миколайко
Томас Адальбертович Рожі

ТОПОГРАФІЯ
навчально-методичний посібник
до лабораторних занять і самостійної роботи
галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»
спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
освітній ступінь «Бакалавр»

Підписано до друку .02.2024 р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 1
Тираж 100 прим. Замовлення № 15

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (093) 117-08-86, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimdo.com
e-mail: vizavi008@gmail.com