

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра геодезії та картографії

05-04-113М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни
«Топографія з основами геодезії»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмами «Геологія»
спеціальності 103 «Науки про Землю»
та «Конструктивна географія, управління водними та
мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІВГП
Протокол № 5 від 21.12.2021

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Топографія з основами геодезії» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геологія» спеціальності 103 «Науки про Землю» та «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Остапчук С. М. – Рівне : НУВГП, 2021. – 33 с.

Укладач: Остапчук С. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії.

Відповідальний за випуск: Янчук Р. М., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник (гарант) освітньо-професійної програми «Геологія» спеціальності 103 «Науки про Землю»: Мельничук В. Г., доктор геологічних наук, професор кафедри геології та гідрології.

Керівник (гарант) освітньо-професійної програми «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія»: Романів О. Я., кандидатка географічних наук, доцентка, завідувачка кафедри геології та гідрології.

© Остапчук С. М., 2021
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2021

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ | 4 |
| Практична робота №1. Умовні знаки топографічних карт. Опис місцевості за картою | 5 |
| Практична робота №2. Розв'язування задач за топографічними картами | 7 |
| Практична робота №3. Орієнтування ліній | 8 |
| Практична робота №4. Будова та перевірки нівеліра | 9 |
| Практична робота №5. Технічне нівелювання | 14 |
| Практична робота №6. Будова та перевірки теодоліта | 15 |
| Практична робота №7. Вимірювання горизонтального та вертикального кутів | 21 |
| Практична робота №8. Лінійні вимірювання | 24 |
| Практична робота №9. Обчислення теодолітного ходу..... | 25 |
| Практична робота №10. Обробка матеріалів знімання та побудова плану | 29 |
| Практична робота №11. Орієнтування на місцевості. Розв'язування задач | 32 |
| Рекомендована література | 29 |
| Додаток | 30 |

Вступ

«Картографія» є однією із нормативних професійно-орієнтованих дисциплін за освітньо-професійною програмою «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами». Картографією вважають науку про відображення й дослідження просторового розміщення і взаємозв'язків природних та суспільних явищ, а також їх змін у часі через образно-знакові моделі (картографічні зображення), які відтворюють ті чи інші сторони дійсності. Кращої форми передачі інформації задля вивчення і освоєння території до цього часу не існує.

Картографія ставить за мету всебічне вивчення сутності географічних карт, розробку методів і процесів їх створення та використання. Тому вона забезпечує майбутніх фахівців географічної галузі необхідними знаннями теоретичних основ та практичних навичок з питань укладання та використання картографічних матеріалів для вирішення завдань професійної діяльності.

Виконання лабораторних робіт з дисципліни «Картографія» передбачено діючим навчальним планом та силябусом навчальної дисципліни з метою закріплення відповідних теоретичних знань та отримання і удосконалення необхідних практичних навичок.

Крім методичних вказівок для виконання лабораторних робіт потрібно використовувати конспект лекцій, рекомендовану навчальну і нормативну літературу, різноманітні картографічні матеріали, електронні ресурси, калькулятори та ін. Лабораторні роботи є складовою частиною курсу навчальної дисципліни і повинні бути виконані та захищені у передбачені терміни.

Практична робота 1.

Умовні знаки топографічних карт. Опис місцевості за картою.

Прилади і обладнання: набір топографічних карт різних масштабів, таблиці умовних знаків, лінійка, олівці, рапідोगрафи, гумка.

Під умовними знаками розуміють графічні позначення, за допомогою яких на картах і планах показують місцеположення предметів та явищ, а також їх якісні і кількісні характеристики.

До сучасних топографічних знаків висуваються досить високі вимоги: графічна простота, наочність, достатня виразність і відмінність кожного від решти, характеристика основних властивостей відображуваного об'єкта, легке запам'ятовування тощо.

Вітчизняні умовні знаки стандартні, єдині і обов'язкові для всіх установ, організацій та підприємств, які виконують роботи зі створення та оновлення топографічних планів і карт. Умовні знаки, які використовуються на топографічних планах та картах різних масштабів, узгоджені між собою за накресленням і кольором, а розрізняються лише за розмірами, що суттєво полегшує їх використання.

Із метою зручності користування топографічні умовні знаки згруповані у спеціальні таблиці, які випускаються окремими виданнями для кожного масштабу або для групи масштабів.

У таблицях умовних знаків для топографічних планів та карт різних масштабів позначення об'єднані у наступні розділи: геодезичні пункти; будівлі, будинки та їх частини; об'єкти культового, культурного та соціального призначення; об'єкти промислові, комунальні та сільськогосподарського виробництва; залізниці та залізничні споруди; автомобільні та ґрунтові дороги, стежки; гідрографія; рельєф; рослинність; огорожі та ін. Таблицями умовних знаків потрібно вміти користуватись. Таблиці побудовані за визначеною схемою: порядковий номер, назва та характеристика об'єкта; зображення умовного знака із вказівкою розмірів у міліметрах для даного масштабу і пояснювальним написом, якщо він потрібний. В кінці таблиць

поміщені приклади сумісного використання деяких позначень, пояснення до умовних знаків і вказівки стосовно їх викреслювання, перелік умовних скорочень, алфавітний покажчик умовних знаків з їх порядковими номерами у таблицях, зразки оформлення рамок планів.

Рисунки знаків у таблицях супроводжуються цифрами, які вказують їх розміри у міліметрах. Якщо наведені дві цифри, то перша характеризує висоту знака, а друга – ширину. Коли ж на рисунку одна цифра, це означає, що висота і ширина знака однакові, а якщо цифра взагалі відсутня, то розміри знака слід приймати по відповідному рисунку у таблиці.

Всі розміри умовних знаків дані для топографічних планів і карт із середнім навантаженням. Вказані розміри можна зменшувати на третину при великому навантаженні змісту (наприклад, для міст) чи при заповненні малих контурів. На планах і картах із незначним контурним навантаженням з метою виділення важливих об'єктів їх умовні знаки можуть бути відповідно збільшені.

Із точки зору передачі планових геометричних особливостей об'єктів умовні знаки поділяють на площові (контурні), позамасштабні та лінійні. Для додаткової характеристики об'єктів і передачі їхніх різновидностей площові, позамасштабні і лінійні умовні знаки використовуються у поєднанні з пояснювальними написами (повними або скороченими), які дають цінну допоміжну інформацію.

На занятті потрібно ознайомитися з таблицями умовних знаків, вивчити умовні знаки виданої викладачем навчальної карти, викреслити у зошиті за своїм вибором 20-25 умовних знаків різних груп. При цьому викреслені умовні знаки мають максимально наближатися до оригінальних. Вміти виконати їх пояснення.

В описі топографічної карти потрібно вказати: масштаб, номенклатуру, висоту перерізу рельєфу, систему висот, крайні координати, площу території, особливості рельєфу, гідрографії, рослинності, шляхів сполучення, населених пунктів, окремих об'єктів.

Практична робота 2.

Розв'язування задач за топографічними картами.

Прилади і обладнання: набір топографічних карт різних масштабів, лінійка, трикутник, лінійка з поперечним масштабом, вимірник, олівець, гумка, калькулятор.

При виконанні роботи потрібно:

1. За виданою топографічною картою визначити відстані між точками A та B . Це завдання виконати із застосуванням числового, лінійного і поперечного масштабів. Розташування точок A та B на топографічній карті задається викладачем.

2. Визначити прямокутні координати точки A за виданою топографічною картою. Задачу розв'язують, використовуючи прямокутну систему координат.

Кінцеві прямокутні координати точки A визначають за формулами:

$$\begin{aligned}x_A &= x_0^A + \Delta x; \\y_A &= y_0^A + \Delta y,\end{aligned}\tag{2.1}$$

де x_0^A, y_0^A – координати південно-західної вершини квадрата, в якому знаходиться точка A ;

$\Delta x, \Delta y$ – віддалі від точки до відповідно південної та західної сторін квадрата в метрах.

3. Нанести на топографічну карту заданого масштабу точку C за відомими прямокутними координатами. Дана задача є оберненою до попередньої і виконується у протилежному порядку.

4. Визначити віддаль між точками A та C графічним (поперечний масштаб) та аналітичним способами. Для обчислення відстані аналітичним способом необхідно знати прямокутні координати точок A та C . Тому у нашому випадку використаємо координати точки A , визначені в завданні 2 та координати точки C , задані в завданні 3.

Робоча формула:

$$L_{AC} = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}.\tag{2.2}$$

5. Визначити географічні координати точки M за картою. Для цього за допомогою лінійки і трикутника проводять паралель

і меридіан через задану точку до перетину із ближчими сторонами зовнішньої рамки карти.

Широту B і довготу L заданої точки отримуємо з виразів:

$$\begin{aligned} B &= B_1 + \Delta B; \\ L &= L_1 + \Delta L, \end{aligned} \tag{2.3}$$

де ΔB , ΔL – прирости від заданої точки до ліній паралелі і меридіана з відомими географічними координатами.

6. Нанести на топографічну карту точку за відомими географічними координатами. Дана задача є оберненою стосовно попередньої, тому виконується у протилежному порядку.

Практична робота 3. Орієнтування ліній.

Прилади і обладнання: набір топографічних карт різних масштабів, лінійка, геодезичний транспортир, олівець, гумка, калькулятор.

Орієнтувати лінію – означає визначити її напрям щодо іншого напрямку, прийнятого за початковий. Напрямок визначається величиною кута орієнтування (орієнтирного кута), тобто, кута між початковим напрямком і напрямком лінії. Кутами орієнтування є дирекційні кути, румби, істинні та магнітні азимут.

Дирекційним кутом називається горизонтальний кут, який відраховується за годинниковою стрілкою від північного напрямку осьового меридіана або лінії паралельної йому, до заданого напрямку та позначається грецькою літерою „ α ” (альфа) з відповідними індексами – α_{AB} . Він змінюється в межах від 0° до 360° .

Румбом називається гострий кут, який відраховується від ближнього північного або південного напрямку осьового меридіану або лінії, паралельної йому до заданого напрямку. Румби змінюються в межах від 0° до 90° і позначаються літерою „ r ” латинського алфавіту з відповідним індексом – r_{AB} .

Істинним (географічним) азимутом називається горизонтальний кут, який відраховується від північного напрямку істинного (географічного) меридіана за годинниковою

стрілкою від 0° до 360° . Істинний азимут позначається літерою „А”.

Магнітним азимутом називається горизонтальний кут який відраховується від північного напрямку магнітного меридіана за годинниковою стрілкою від 0° до 360° . Магнітний азимут позначається літерою „Ам”.

У роботі потрібно:

1. Визначити графічно дирекційний кут лінії *AB*.
2. Визначити графічно та аналітично румб лінії *AB*.
3. Визначити графічно та аналітично істинний (географічний) азимут лінії *AB*.
4. Визначити аналітично магнітний азимут лінії *AB*.

Практична робота 4.

Будова та перевірки нівеліра.

Прилади і обладнання: схема будови нівеліра, нівелір Н-3, штатив, рейка, олівець, калькулятор

Нівелір Н-3 призначений для нівелювання III і IV класів, але його застосовують і при технічному нівелюванні.

Основні частини 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 - *підставка нівеліра*;
- 4 - *зорова труба*;
- 5 - *візир* – призначений для швидкого, приблизного наведення на рейку;
- 6 - *окуляр*;
- 7 - *об’єктив*;
- 8 - *фокусуючий гвинт (кремальєра)* – призначений для отримання чіткого зображення рейки в полі зору зорової труби;
- 9 - *затискний (закріпний) гвинт* – призначений для закріплення зорової труби в нерухомому положенні;

10 - *навідний (мікрометричний) гвинт* – призначений для точного наведення зорової труби на рейку в горизонтальній площині (працює при загвинченому затискному гвинті);
 11 - *циліндричний рівень* – призначений для встановлення лінії візування в горизонтальне положення;
 12 - *елеваційний гвинт* – призначений для приведення кінців бульбашки циліндричного рівня в контакт (нуль-пункт).

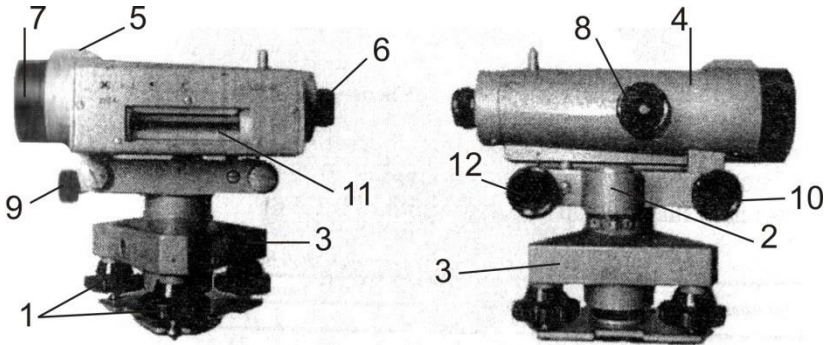


Рис. 4.1. Загальний вигляд та будова нівеліра Н-3

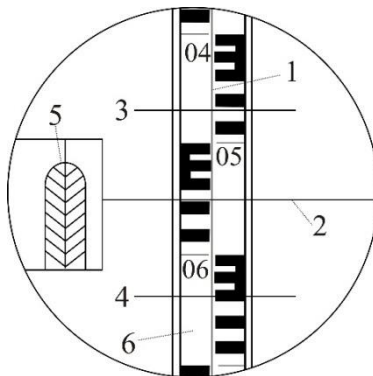


Рис. 4.2. Поле зору труби нівеліра Н-3

В полі зору труби (рис. 4.1) 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).

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 фокусуєчого 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).

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, *третья* – 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. 4.1 – за верхнім штрихом – 0472, за середнім – 0559, за нижнім – 0646 мм.

Під перевітками розуміють контроль правильності взаємного положення осей і частин приладу. У випадку виявлення невідповідності її усувають шляхом юстування (виправлення).

Перевірки нівеліра Н-3:

1. Перевірка круглого (сферичного) рівня. *Вісь круглого рівня повинна бути паралельною осі обертання нівеліра.*

Виконання перевірки. За допомогою трьох піднімальних гвинтів бульбашку круглого рівня приводять в нуль-пункт і повертають нівелір на 180° . Якщо бульбашка залишилась на

середині, то умова виконана, а якщо бульбашка виходить за межу круга рівня, то виконують виправлення.

Виправлення. На половину дуги відхилення бульбашку повертають до нуля-пункта виправними гвинтами рівня. Після виправлення перевірку повторюють знову.

2. Перевірка сітки ниток. *Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання нівеліра.*

Виконання. Приводять нівелір в робоче положення і на відстані 20-30 м підвищують нитковий висок. Наводять зорову трубу на нитку виска. Якщо вертикальна нитка сітки співпадає з ниткою виска, то умова виконана. Якщо вертикальна нитка сітки не співпадає з ниткою виска, то виконують виправлення.

Виправлення. Відкручують ковпачок в окулярній частині зорової труби і відпускають три гвинти, за допомогою яких кріпиться окуляр до труби. Після цього повертають сітку ниток так, щоб вертикальна нитка співпала з лінією виска. Далі закріплюють гвинти. Після виправлення перевірку повторюють знову.

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

Виконання перевірки. Перевірка виконується подвійним нівелюванням: із середини та вперед. На місцевості закріплюють дві точки *A* та *B* на відстані одна від одної приблизно 70-80 м.

Нівелір встановлюють строго посередині між точкам *A* і *B* та знімають відліки з чорних сторін рейок, встановлених на цих точках – $a_1^{чор}$ і $b_1^{чор}$ за середнім штрихом сітки ниток. Після цього рейки на точках повертають навколо своєї осі та знімають відліки за червоними сторонами рейок – $a_1^{чер}$ і $b_1^{чер}$. За знятими відліками обчислюють *перевищення* за чорними та червоними сторонами: *від відліку за задньою рейкою віднімають відлік за передньою рейкою*, тобто:

$$\begin{aligned} h_1^{чор} &= a_1^{чор} - b_1^{чор}; \\ h_1^{чер} &= a_1^{чер} - b_1^{чер}. \end{aligned} \quad (4.1)$$

За остаточне значення перевищення h_1 беруть середнє з обчислених перевищень за чорними та червоними сторонами.

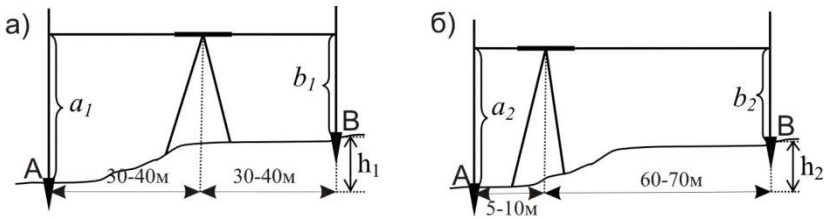


Рис. 4.3. Перевірка головної умови нівеліра:

а) нівелювання при рівності плеч; б) нівелювання при нерівності плеч

Після цього нівелір переносять та встановлюють ближче до задньої рейки так, щоб відстань до неї приблизно становила 5...10 м. Знімають відліки на задній і передній рейках за чорними – $a_2^{чор}$ та $b_2^{чор}$ та червоними – $a_2^{чер}$ та $b_2^{чер}$ сторонами. Після чого обчислюють *перевищення* за чорними та червоними сторонами:

$$h_2^{чор} = a_2^{чор} - b_2^{чор}; \quad (4.2)$$

$$h_2^{чер} = a_2^{чер} - b_2^{чер}.$$

За остаточне значення перевищення h_2 беруть середнє з обчислених перевищень за чорними та червоними сторонами.

Перевищення h_1 визначене за нівелюванням із середини буде правильним, оскільки в такому випадку компенсується похибка за непаралельність осі циліндричного рівня до візирної осі. Тому обчислюють похибку за формулою:

$$x = h_2 - h_1 \quad (4.3).$$

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

Виправлення. Безпомилковий відлік $b_0^{чор}$ обчислюють за формулою:

$$b_0^{чор} = a_2^{чор} - h_1 \quad (4.4).$$

За допомогою елеваційного гвинта середню нитку сітки встановлюють на обчислений відлік $b_0^{чор}$. В цьому випадку бульбашка циліндричного рівня зійде з нуля-пункту. Повертають

виправні гвинти циліндричного рівня так, щоб бульбашка знову стала в нуль-пункт. Після виправлення перевірку повторюють.

Практична робота 5. Технічне нівелювання.

Прилади і обладнання: нівелір Н-3, штатив, рейки, калькулятор.

Спостереження на станції виконують в такій послідовності:

а) встановлюють нівелір в робоче положення на визначеному місці;

б) наводять зорову трубу на задню рейку і знімають відлік з чорної сторони рейки;

в) наводять зорову трубу на передню рейку і знімають відліки з чорної та червоної сторін рейки;

г) наводять зорову трубу на задню рейку і знімають відлік з червоної сторони рейки;

д) якщо на станції є проміжні точки, то задню рейку послідовно встановлюють на ці точки і знімають відліки лише з чорної сторони.

Така послідовність знімання відліків дозволяє контролювати стійкість штатива на станції. Перед зніманням відліків необхідно щоразу приводити кінці бульбашки циліндричного рівня в контакт.

Перевищення між точками визначається за принципом: «відлік по задній рейці мінус відлік по передній рейці».

Якщо нівелювання виконують між точками A та B , то при визначенні перевищення мають місце формули:

$$h_1^{чор} = a_1^{чор} - b_1^{чор}; \quad (5.1)$$

$$h_1^{чер} = a_1^{чер} - b_1^{чер}.$$

За остаточне значення перевищення h_1 беруть середнє з обчислених перевищень за чорними та червоними сторонами.

Висоту наступної точки (у нашому випадку точки B), знаходять за спрощеним підходом, як суму висоти попередньої точки і середнього перевищення:

$$H_B = H_A + h_1 \quad (5.2)$$

Висота точки A задається викладачем.

Практична робота 6.

Будова та перевірки теодоліта.

Прилади і обладнання: схема будови теодоліта, теодоліт 2Т30П, штатив, віха, калькулятор.

Теодоліт – геодезичний прилад, основним призначенням якого є вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів. Теодоліти бувають різних конструкцій. Вони мають різний зовнішній вигляд, але назви основних частин у всіх типів теодолітів і їх призначення однакові.

Теодоліт 2Т30П відноситься до технічних, з повторювальною системою вертикальної осі. Система відліку одностороння, з шкаловим мікроскопом.

Штатив служить для встановлення приладу над вершиною кута. До верхньої частини (*головки*) штатива за допомогою *станового гвинта* (25) прикріплюється теодоліт. На головку штатива спирається *основа* (1) з трьома *піднімальними гвинтами* (15) і *підставкою* (13), яку ще називають *трегер*. Піднімальні гвинти розташовані через 120° один від одного. Їх призначення – приводити прилад у горизонтальне положення за допомогою *циліндричного рівня* (5).

Для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів слугують *кутомірні круги теодоліта* – відповідно *горизонтальний* (позначається *ГК*) і *вертикальний* (*ВК*) (19). Круги складаються із *лімба* (*ГК* – (21), *ВК* – (23)) і *алідади* (*ГК* – (22), *ВК* – (24)). Лімба – це скляний круг, який розмічений поділками від 0° до 360° за рухом годинникової стрілки. При вимірюванні кута лімба є нерухомим і горизонтальним. Вісь алідади вміщується у вісь лімба. На алідаді нанесено відліковий пристрій у вигляді *шкали*, за допомогою якої знімається відлік за лімбом.

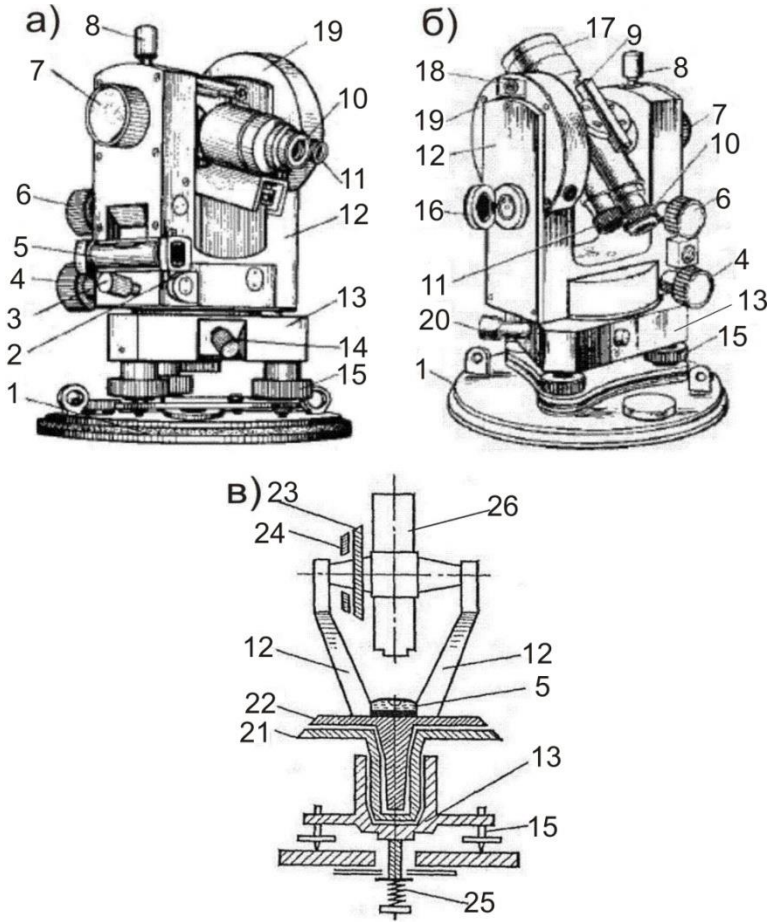


Рис. 6.1. Загальний вигляд і будова теодоліта 2Т30:
 а) вигляд при крузі праворуч; б) вигляд при крузі праворуч;
 в) схематичний розріз

Над *трегером* (13) розміщена верхня частина теодоліта, яка називається *аліадною*. Вона обертається навколо вертикальної осі теодоліта і складається з *аліади ГК* (22), *колонок* (12) на яких кріпиться *зорова труба* (26) та *вертикального круга* (19). Зорова труба може обертатися навколо своєї осі обертання від 0° до 360° .

На одному з кінців осі обертання труби закріплений вертикальний круг. Під час вимірювань вертикальний круг може розміщуватись від зорової труби ліворуч (*круг ліворуч – КЛ*) або праворуч (*круг праворуч – КП*). *Лімб (23) вертикального круга* наглухо скріплений з зоровою трубою і обертається разом з нею, а *алідада (24) вертикального круга –* нерухома.

Зорова труба (26) має *об'єктив (17)*, *окуляр (10)*, *фокусуючий гвинт (кремальєру) (7)*, *візир (9)*, *закріпний гвинт (8)* і *мікрометричний або навідний гвинт (6)*. За допомогою *фокусуючого гвинта* досягається чітке зображення предмета в полі зору труби, а за допомогою *окуляра –* чітке зображення сітки ниток. *Візир* призначений для швидкого попереднього наведення на точку. *Закріпний гвинт* закріплює трубу у будь-якому положенні, а *мікрометричний гвинт* дозволяє повільно і плавно обертати трубу при точному наведенні на потрібну точку (*навідний гвинт* працює лише при закріпленому закріпному гвинті).

Закріпний і навідний гвинти мають також *лімб і алідада горизонтального круга: (3) – закріпний гвинт алідади ГК, (4) – навідний гвинт алідади ГК, (14) – закріпний гвинт лімба ГК, (20) – навідний гвинт лімба ГК.*

Для підвищення точності відліку застосовують спеціальний пристрій – *відліковий мікроскоп (11)*, в поле зору якого передається зображення штрихів лімбів ГК і ВК та шкали. Для підсвічування відліків використовується *дзеркало (16)*.

Крім того в комплект теодоліта входить *орієнтир-бусоль*, яка призначена для вимірювання магнітних азимутів. Для її кріплення в теодоліті є спеціальний *паз (18)* на колонці зорової труби.

Відліки в теодоліті складаються з двох частин – *градуси* (знімаються за підписаним штрихом лімба) та *хвилини* (знімаються за шкалою від „0” до підписаного штриха лімба). Ціна найменшої нанесеної поділки шкали – 5'. Відліки мінут за шкалами знімають на око, з точністю до 1'. Отже, на рис. 6.2 відлік за *ГК* при *КП = 125°13'*; відлік за *ГК* при *КЛ = 305°13'*.

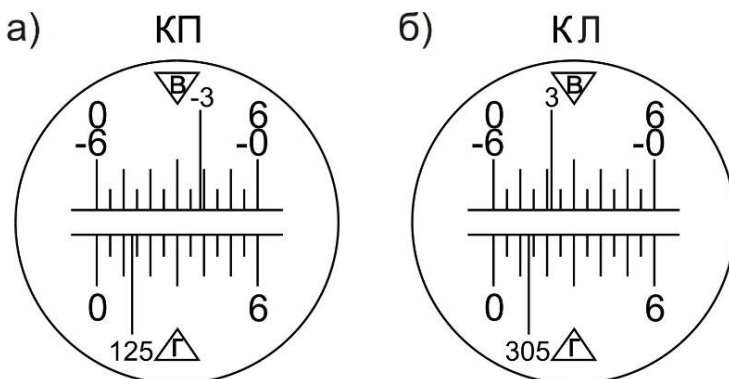


Рис. 6.2. Поле зору відлікового мікроскопу теодоліта 2Т30П:
а) при крузі праворуч; б) при крузі ліворуч

Слід зауважити, що відліки за вертикальним кругом знімаються за таким же принципом, але залежно від знаку кута нахилу необхідно використовувати різні шкали, які мають відповідне оцифрування. Наприклад, на рис. 6.2, а – відлік на лімбі = -3° , тому використовуємо шкалу від „ 0 ” до „ 6 ” відраховуючи кількість минут *справа наліво*. Отже остаточні відліки на рис. 6.2: за *ВК* при *КП* = $-3^\circ 22'$; за *ВК* при *КЛ* = $+3^\circ 22'$.

Перевірки теодоліта.

1. Перевірка осі циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга (перевірка циліндричного рівня). *Вісь циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.*

Виконання перевірки. Приводять теодоліт в робоче положення. Після цього розташовують циліндричний рівень за напрямком двох піднімальних гвинтів. Оскільки теодоліт приведений в робоче положення бульбашка рівня має знаходитись на середині. Далі повертають алідадну частину теодоліта на 180° . Якщо бульбашка рівня змістилась від нуля-пункта не більше однієї поділки, то умова виконана. В іншому випадку виконують виправлення.

Виправлення. На половину дуги відхилення бульбашку повертають до нуля-пункта виправними гвинтами рівня. Після виправлення перевірку повторюють знову.

2. Перевірка сітки ниток. *Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.*

Виконання перевірки. Приводять теодоліт в робоче положення і на відстані 20-30 м підвішують нитковий висок. Наводять зорову трубу на нитку виска. Якщо вертикальна нитка сітки співпадає з ниткою виска, то умова виконана. Якщо вертикальна нитка сітки не співпадає з ниткою виска, то виконують виправлення.

Виправлення. Відкручують ковпачок в окулярній частині зорової труби і відпускають чотири гвинти, за допомогою яких кріпиться окуляр до труби. Після цього повертають сітку ниток так, щоб вертикальна нитка співпала з лінією виска. Далі закріплюють гвинти і прикручують ковпачок. Після виправлення перевірку повторюють знову.

3. Перевірка перпендикулярності візирної осі до осі обертання труби (перевірка колімаційної похибки). *Візирна вісь зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання зорової труби.*

Виконання перевірки. Приводять теодоліт в робоче положення. На місцевості вибирають віддалену, добре видиму точку і наводять на неї зорову трубу при $KП$. Знімають відлік з горизонтального круга $KП_1$. Після цього відкріплюють закріпні гвинти аліади горизонтального круга та зорової труби, переводять трубу через зеніт і при $КЛ$ наводять її на ту ж саму точку, що і при $KП$. З горизонтального круга знімають відлік $КЛ_1$. Для теодоліта 2Т30П, для виключення ексцентриситету аліади, необхідно повернути лімб приблизно на 180° . Це виконується за допомогою закріпного гвинта лімба. Після зміщення лімба повторюють наведення на цю ж точку і знімають відліки $КП_2$ і $КЛ_2$.

За отриманими відліками з горизонтального круга обчислюють *колімаційну похибку* за формулою:

$$c = \frac{(KL_1 - KP_1 \pm 180^\circ) + (KL_2 - KP_2 \pm 180^\circ)}{4} \quad (6.1)$$

Якщо $c \leq l'$, то умова виконана. В іншому випадку виконують виправлення.

Виправлення. Обчислюють відлік за горизонтальним кругом, коли візирна вісь зорової труби перпендикулярна до осі її обертання, за однією з формул:

$$\begin{aligned} KL_0 &= KL_2 - c; \\ KP_0 &= KP_2 + c. \end{aligned} \quad (6.2)$$

Обертаючи навідний гвинт аліади горизонтального круга встановлюють вирахований відлік KL_0 (або KP_0). При цьому центр сітки ниток зміститься з спостережуваної точки. Після цього знімають ковпачок в окулярній частині зорової труби, який закриває доступ до виправних гвинтів сітки ниток. Попередньо послабивши верхній виправний гвинт, обертають по черзі правий і лівий виправні гвинти (один відкручують, а другий закручують за допомогою шпильки) пересуваючи пластинку з сіткою ниток так, щоб центр сітки співпав із зображенням предмету. Після виправлення перевірку повторюють знову.

4. Перевірка перпендикулярності осі обертання зорової труби до вертикальної осі обертання теодоліта. *Горизонтальна вісь обертання зорової труби повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта.*

Виконання перевірки. Встановлюють теодоліт на відстані 20-30 м від стіни будинку. Приводять його в робоче положення і наводять центр сітки ниток на точку, яка розташована в верхній частині стіни. За допомогою зорової труби теодоліта проектують точку вниз на висоту приладу і позначають на стіні її проекцію m_1 . Після цього переводять трубу через зеніт і при другому положенні круга таким же способом одержують другу проекцію – m_2 . Якщо обидві точки співпадають або знаходяться в межах бісектора сітки ниток, то умова виконана.

В іншому випадку виправлення виконують тільки в спеціальних майстернях.

Практична робота 7.

Вимірювання горизонтального та вертикального кутів.

Прилади і обладнання: теодоліт 2Т30П, штатив, віхи, журнал вимірювання горизонтального кута, журнал вимірювання вертикального кута, калькулятор.

Перед виконанням вимірювань, потрібно привести теодоліт у робоче положення. Приведення теодоліта в робоче положення включає центрування, горизонтування приладу й фокусування зорової труби.

Центрування – це встановлення центра лімба або осі алідади на одній прямовисній лінії з вершиною кута. Для центрування використовують ниткові виски і оптичні центрири. Оскільки теодоліт 2Т30 не має оптичного центриру, то потрібно користуватися виском.

Горизонтування – приведення площини лімба в горизонтальне положення або осі алідади в прямовисне положення піднімальними гвинтами. Для горизонтування спочатку встановлюють циліндричний рівень горизонтального круга паралельно до двох піднімальних гвинтів і приводять його бульбашку на середину. Потім, повертають алідаду на 90° у напрямку третього гвинта. Обертаючи лише третій піднімальний гвинт знову приводять бульбашку в нуль-пункт. Ці дії повторюють декілька разів, поки бульбашка рівня не залишатиметься на середині.

Фокусування зорової труби – отримання в полі зору труби чіткого зображення сітки ниток і предмету який спостерігається. Зорову трубу наводять на предмет і обертаючи *кремальєру* фокусують трубу, тобто добиваються чіткої, різко окресленої видимості предмета. Потім обертаючи *окулярне кільце* добиваються чіткого зображення сітки ниток. При спостереженні різновіддалених предметів кожного разу змінюють фокусування.

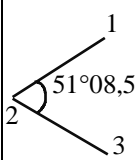
Вимірювання горизонтального кута виконують способом прийомів. Для цього теодоліт встановлюють над вершиною кута 2 і приводять його в робоче положення. Закріпивши лімб, обертанням алідади наводять трубу на першу точку 1, закріплюють алідаду і знімають відлік з горизонтального круга.

Значення відліку записують в журнал кутових вимірювань. Далі відкріплюють алідаду, візують на другу точку 3 і знімають

відлік, записуючи його значення в журнал. Такі вимірювання називають півприйомом. Значення горизонтального кута одержують із півприйому як різницю відліків на точки 3 і 1. Для контролю і зменшення впливу систематичних помилок кут вимірюють при другому положенні вертикального круга. При цьому лімб між півприйомами зміщують на 1° - 2° . Два таких вимірювання складають прийом. За отриманими результатами вимірювань в півприйомах обчислюють середнє значення вимірюного кута, за умови, що обидва значення кута відрізняються між собою не більше як на подвійну точність відлікового пристрою. Приклад заповнення журналу наведено в табл.

Журнал вимірювання горизонтальних кутів теодолітом
способом прийомів

Теодоліт 2Т30П №1977

| Станція | Точки наведення | Полож. ВК | Відліки по ГК | Кути з півприймів | Середнє значення кута | Схема кута |
|---------|-----------------|-----------|---------------|-------------------|-----------------------|---|
| 2 | 3 | КП | 45°27' (1) | 51°09' (3) | 51°08,5' |  |
| | 1 | | 354°18' (2) | | | |
| | 3 | КЛ | 225°26' (4) | 51°08' (6) | | |
| | 1 | | 174°18' (5) | | | |

Позначеннями (1)-(6) показана послідовність запису відліків та обчислень.

При обчисленні горизонтального кута необхідно завжди віднімати від відліків на праву точку відліки на ліву. Якщо відліки на ліву точку більші за праві, то праві відліки необхідно збільшити на 360° .

Кутом нахилу ν називають кут між горизонтальною площиною і напрямком на необхідну точку. Прийнято називати кути нахилу вертикальними. Якщо точка, на яку необхідно визначити кут нахилу, розміщена вище від горизонтальної площини, то кут нахилу буде із знаком плюс, а якщо нижче – мінус.

Журнал вимірювання вертикальних кутів теодолітом
Теодоліт 2Т30П №1977

| Станції | Точки навед. | Відліки за ВК | | МО | Кути нахилу | | Кут нахилу середній |
|---------|--------------|---------------|--------|--------|-------------|--------|---------------------|
| | | КП | КЛ | | МО-КП | КЛ-МО | |
| 1 | 2 | +1°31' | -1°25' | +0°03' | -1°28' | -1°28' | -1°28,0' |
| 2 | 3 | -2°23' | +2°28' | | +2°26' | +2°25' | +2°25,5' |
| 3 | 4 | +3°44' | -3°39' | | -3°41' | -3°42' | -3°41,5' |

В процесі вимірювання кутів нахилу спочатку визначають місце нуля вертикального круга (МО ВК). МО ВК – відлік з вертикального круга, при якому візирна вісь зорової труби горизонтальна і бульбашка рівня при алідаді ВК знаходиться в нуль-пункті. Місце нуля МО вертикального круга визначають за відповідними формулами залежно від конструкції теодоліта. Зокрема, для теодоліта 2Т30П:

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2} \quad (7.1).$$

Кут нахилу ν обчислюють за формулами:

$$\nu = КЛ - МО = МО - КП = \frac{КЛ - КП}{2} \quad (7.2).$$

Якщо значення кута нахилу, визначені при положеннях КП і КЛ, відрізняються не більш як на подвійну точність приладу, то з них виводять середнє і записують у відповідні графи журналу, вважаючи цей запис величиною вертикального кута нахилу лінії.

Практична робота 8. Лінійні вимірювання.

Прилади і обладнання: журнал вимірювання довжин ліній, мірна стрічка (рулетка), шпильки, віхи, лазерна рулетка, олівець.

Лінійні виміри (виміри відстаней) – необхідна умова всіх видів знімання. Виміряти довжину лінії на місцевості можна різними способами, вибір яких залежить від потрібної точності вимірювань, умов місцевості, наявних приладів. При

безпосередньому вимірюванні відомий еталон (міра довжин) укладається вздовж заданої лінії. Цим еталоном можуть бути рулетки, мірні стрічки, мірний дріт (стальний чи інварний), інколи польовий циркуль чи крок самого вимірювача.

Мірні лінійні прилади призначені для вимірювання довжини ліній на місцевості або в гірничих виробках способом їх послідовного відкладання вздовж вимірюваної лінії. В маркшейдерських, топографічних, геодезичних роботах застосовуються такі мірні лінійні прилади:

- – сталеві стрічки довжиною 20 і 24 м і поділками через 10 см з комплектом шпильок (забезпечується можливість вимірювання довжини з точністю 1:1 000 – 1:2 000);
- – сталеві рулетки довжиною 20, 30, 50 м і поділками через 10 або 1 мм з динамометрами для постійного натягу при вимірюванні (точність вимірювання 1:3 000 – 1:5 000);
- – тасьмові рулетки довжиною 10 м з поділками через 1 см (точність вимірювання 1:100 – 1:200);
- – мірні жезли, шкальні стрічки, підвісні сталеві та інварні дроти зі шкалами з точністю відліку 0,1 мм (точність спеціальних високоточних вимірювань за особливою методикою 1:10 000 – 1:100 000).

При вимірюванні відстаней шпильки вставляються у прорізи на кінцевих пластинах стрічки і вдавлюються в ґрунт для фіксації кінцевих штрихів. Для натягування стрічки використовують прикріплені до її кінців ручки. У неробочому стані стрічку намотують на кільце зі скобами.

Вимірювання ліній землемірною стрічкою полягає у послідовному її укладанні в створі лінії. Порядок роботи такий. Початок і кінець лінії фіксують кілками завдовжки 25-50 см, у торці кілків забито цвяхи. Головки цвяхів повинні підніматися над торцем на 3-4 см. Біля крайніх точок ставлять віхи – дерев'яні жердини завдовжки 2-3 м. Для того щоб їх добре було видно на фоні навколишніх предметів, віхи фарбують смугами впоперек діаметра у білих та чорний (білий та червоний) кольори. Для підвищення точності вимірювань довгих ліній у їх створі через

кожні 50-100 м установлюють допоміжні віхи. При цьому треба враховувати характер рельєфу та видимість горизонту.

При обробці результатів вимірювань для одержання вказаної точності вводять поправки за нахил лінії, температуру вимірювання, провисання приладу та його компарування і ін.

При виконання роботи студенти розподіляються по бригадах (по 2-3 чол.). Кожна бригада отримує завдання на вимірювання довжини лінії на місцевості мірною стрічкою (рулеткою) два рази (прямо, зворотно), знаходженні середнього значення. Вимірювання та обчислення записуються у журнал встановленої форми. При можливості, за допомогою лазерної рулетки виконати також лінійні вимірювання всередині приміщення.

Практична робота 9.

Обчислення теодолітного ходу.

Прилади і обладнання: схема теодолітного ходу, відомість обчислення координат точок теодолітного ходу, інженерний калькулятор, олівець, гумка.

Теодолітним ходом називається хід, в якому кути виміряні з точністю $0,5-1'$, а довжини сторін з відносною похибкою $1:2000$.

Обчислення координат точок теодолітного ходу охоплює ряд операцій, які виконуються в певній послідовності:

1) обчислюють суму виміряних кутів $\sum_{i=1}^n \beta_{i \text{ вим}} ;$

2) обчислюють теоретичну суму кутів у випадку замкнутого ходу для виміряних внутрішніх кутів полігону:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ \times (n - 2); \quad (9.1)$$

3) обчислюють кутову нев'язку за формулою:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{вим}} - \sum \beta_{\text{теор}} ; \quad (9.2)$$

4) обчислюють допустиму кутову нев'язку теодолітного ходу:

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1' \sqrt{n} ; \quad (9.3)$$

5) перевіряють чи виконується нерівність:

$$f_{\beta} \leq f_{\beta \text{ доп}} . \quad (9.4)$$

Виконання умови (9.4) означає, що кутові вимірювання виконані з достатньою точністю і кути полігону можна урівнювати.

б) урівнювання кутів полягає у розподіленні отриманої нев'язки з протилежним знаком порівну на кожний кут. Ця величина називається поправкою \mathcal{G} і обчислюється за формулою:

$$\mathcal{G}_\beta = -\frac{f_\beta}{n}. \quad (9.5)$$

Поправки обчислюються до $0,1'$ і записуються червоним кольором в колонці „Виміряні кути” над значеннями кутів. При цьому повинна виконуватись умова:

$$\sum \mathcal{G}_{\beta_i} = -f_\beta. \quad (9.6)$$

7) урівняні значення кутів β' обчислюють за формулою:

$$\begin{aligned} \beta'_1 &= \beta_1 + \mathcal{G}_\beta; \\ \beta'_2 &= \beta_2 + \mathcal{G}_\beta; \\ &\dots\dots\dots \\ \beta'_i &= \beta_i + \mathcal{G}_\beta. \end{aligned} \quad (9.7)$$

Контроль урівнювання виконується за формулою:

$$\sum \beta'_i = \sum \beta_{теор}. \quad (9.8)$$

8) Дирекційні кути сторін полігону обчислюються на основі вихідного дирекційного кута та виправлених горизонтальних кутів за формулами:

– для правих кутів:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} \pm 180^\circ - \beta_i. \quad (9.9)$$

Знак „+” або „-” перед 180° обирається з розрахунку, щоб обчислений дирекційний кут був в межах від 0° до 360° .

9) Прирости координат Δx та Δy обчислюють згідно прямої геодезичної задачі за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta x_{i \text{ обч}} &= d_i \times \cos \alpha_i; \\ \Delta y_{i \text{ обч}} &= d_i \times \sin \alpha_i; \end{aligned} \quad (9.10)$$

Прирости координат визначають з точністю до $0,01$ м. Вони можуть набувати як додатних так і від'ємних значень, тому біля приросту обов'язково записується його знак.

10) Підраховують суму обчислених приростів координат

$$\sum_{i=1}^n \Delta x_i \text{ обч}, \sum_{i=1}^n \Delta y_i \text{ обч}; \quad (9.11)$$

11) Обчислюють теоретичну суму приростів координат за відповідними формулами.

Очевидно, що у випадку замкненого ходу початкова і кінцева точки співпадають, тому для замкненого ходу:

$$\begin{aligned} \sum \Delta x_{теор} &= x_K - x_{\Pi} = 0; \\ \sum \Delta y_{теор} &= y_K - y_{\Pi} = 0, \end{aligned} \quad (9.12)$$

12) Обчислюють лінійну нев'язку за формулами:

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{обч} - \sum \Delta x_{теор}; \\ f_y &= \sum \Delta y_{обч} - \sum \Delta y_{теор}; \end{aligned} \quad (9.13)$$

13) На основі f_x та f_y обчислюють абсолютну лінійну нев'язку за формулою:

$$f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (9.14)$$

14) Відносну нев'язку вираховують за формулою:

$$f_{відн} = \frac{f_{абс}}{P} = \frac{1}{P / f_{абс}}, \quad (9.15)$$

15) Якщо відносна нев'язка не перевищує встановленої допустимої величини, то нев'язки f_x та f_y розподіляються з протилежними знаками між обчисленими приростами координат пропорційно до довжин відповідних їм сторін шляхом введення поправок:

$$\begin{aligned} \vartheta_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{P} d_i; \\ \vartheta_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{P} d_i, \end{aligned} \quad (9.16)$$

Поправки в обчисленні прирости координат вираховують з точністю до $0,01$ м та записують червоним кольором над відповідними їм приростами.

Якщо контроль не виконується за рахунок похибок округлення, необхідно змінити на $0,01$ м одну чи декілька поправок, починаючи з найдовшої сторони;

16) *Виправлені прирости координат* $\Delta x_{\text{випр}}$, $\Delta y_{\text{випр}}$ знаходять за формулами:

$$\Delta x_{i \text{ випр}} = \Delta x_i + \mathcal{G}_{\Delta x_i}; \quad (9.17)$$

$$\Delta y_{i \text{ випр}} = \Delta y_i + \mathcal{G}_{\Delta y_i}.$$

17) За урівняними приростами координат визначають *координати точок* теодолітного ходу за правилом: *координата наступної точки дорівнює координаті попередньої точки плюс виправлений приріст між ними, тобто:*

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x_{i-1,i \text{ випр}}; \quad (9.18)$$

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y_{i-1,i \text{ випр}}.$$

В результаті наведених вище дій послідовно обчислюють координати всіх точок ходу. *Контролем* правильності обчислень є співпадання вирахованих і заданих значень координат кінцевої точки ходу.

Практична робота 10.

Обробка матеріалів знімання та побудова плану.

Прилади і обладнання: абрис знімання, журнал знімання, геодезичний транспортир, лінійка, трикутник, поперечний масштаб, вимірник, калькулятор, олівець, гумка, аркуш креслярського паперу.

Послідовність обробки результатів тахеометричного вимірювань на станції наступна:

- 1) обчислюють кут нахилу v ;
- 2) обчислюють горизонтальну проекцію віддалі d до рейкової точки;
- 3) обчислюють попередні перевищення h' ;
- 4) обчислюють кінцеві перевищення h та висоти рейкових точок H ;

Вертикальні кути нахилу за лініями візування на рейкові точки обчислюють в залежності від місця нуля MO та відліків за вертикальним кругом.

Оскільки вимірювання можна виконувати при крузі ліворуч або крузі праворуч, то відповідно маємо дві формули (для теодоліта 2Т30):

$$\nu = KL - MO, \quad (10.1)$$

або

$$\nu = MO - KP, \quad (10.2)$$

де KL і KP – відліки за вертикальним кругом.

Горизонтальне прокладання d в тахеометрії обчислюється на основі віддалемірної віддалі D та кута нахилу ν за формулою:

$$d_i = D_i \times \cos^2 \nu_i. \quad (10.3)$$

У формулі (10.3) з'являється додатковий косинус кута нахилу. Це пояснюється тим, що при вимірюванні похилих довжин ліній нитковим віддалеміром, з'являється додатковий кут за неперпендикулярність візирної осі до рейки, який рівний куту нахилу лінії. Тому у формулі приведення до горизонту ліній виміряних нитковим віддалеміром один косинус компенсує вертикальний кут нахилу лінії, а інший – неперпендикулярність візирної осі приладу до рейки.

Обчислити *попереднє перевищення h'* можна за формулами:

– або з використанням горизонтального прокладання:

$$h'_i = d_i \times \operatorname{tg} \nu_i; \quad (10.4)$$

– або з використанням похилої віддалі визначеної нитковим віддалеміром:

$$h'_i = \frac{1}{2} D_i \times \sin 2\nu_i. \quad (10.5)$$

У *кінцевому перевищенні h* враховуються висота приладу i та висота наведення на рейку V :

$$h_i = h'_i + i - V_i. \quad (10.6)$$

Після цього обчислюють *висоти H_i рейкових точок* за формулою:

$$H_i = H_{cm} + h_i, \quad (10.7)$$

де H_{cm} – висота станції;

h_i – кінцеве перевищення між станцією та рейковою точкою.

Після завершення обчислень на всіх станціях складають топографічний план, де зображають ситуацію та рельєф місцевості.

Роботи по складанню плану виконують в такій послідовності:

- 1) на аркуші креслярського паперу необхідного розміру *викреслюють координатну сітку* зі сторонами квадратів 10 см і оцифровують її у відповідності із значеннями координат точок теодолітного ходу, згідно заданого масштабу плану;
- 2) за координатами *наносять на план точки теодолітного ходу*. При цьому необхідно користуватись вимірником і лінійкою поперечного масштабу. Для побудови точки необхідно за її координатами, знайти квадрат сітки, в якому вона повинна знаходитись, а потім від південно-західного кута квадрату сітки вздовж його сторін відкласти різниці координат точки і кута квадрату:

$$\Delta x = x - x_0; \tag{10.8}$$

$$\Delta y = y - y_0.$$

Аналогічно виконують побудову всіх інших точок теодолітного ходу. Кожну точку наколюють голкою діаметром $0,1\text{ мм}$ і позначають умовним знаком „*точки планових знімальних мереж*”. Ліворуч підписують номер, або назву точки, а праворуч – висоту точки до сотих долей метра. Правильність нанесення точок *контролюють*, порівнюючи віддалі між ними визначені на плані з відповідними горизонтальними прокладаннями;

- 3) за даними з журналу тахеометричного знімання *наносять на план рейкові точки*. Для побудови точок центр транспортира суміщають зі станцією, яку приймають за полюс, а 0° транспортира суміщають з вихідним напрямком орієнтування. За дугою геодезичного транспортира відкладають горизонтальні кути за годинниковою стрілкою. В отриманих напрямках від станції відкладають горизонтальні прокладання в масштабі плану, користуючись вимірником і лінійкою поперечного масштабу. З правого боку від точки у вигляді

звичайного дробу підписують її номер і висоту (до $0,01$ м), взяті з журналу тахеометричного знімання;

- 4) у відповідності з абрисами тахеометричного знімання на план *наносять ситуацію*, яку викреслюють згідно існуючих умовних знаків;
- 5) способом графічного інтерполювання *викреслюють на плані горизонталі*. Основні горизонталі повинні мати товщину $0,12-0,15$ мм, а потовщені – $0,25-0,30$ мм. Окрім цього, всі потовщені горизонталі мають бути підписані (верх цифр повинен бути направлений в бік підвищення місцевості). На характерних вигинах горизонталей викреслюють *бергштрихи* – короткі штрихи, які показують напрямок схилу;
- б) виконують *редагування плану*, яке полягає в видаленні зайвих підписів точок в місцях їх скупчення і там, де вони заважають ситуації. Ситуацію, рельєф та позарамкове оформлення плану викреслюють згідно вимог умовних знаків.

Практична робота 11.

Орієнтування на місцевості. Розв'язування задач.

Прилади і обладнання: компас, карта, підручні предмети, лінійка, олівець, гумка.

Орієнтування на місцевості – визначення свого місця розташування відносно сторін горизонту за допомогою компаса, карти або аерознімка. Наближене орієнтування можливе за місцевими орієнтирами (природними і штучними), положенні Сонця, Місяця, зірок, а також з допомогою радіо-, світлових і звукових сигналів.

На практиці може виникати необхідність знайти відстань до недоступного предмета, визначити ширину річки чи яру тощо. Такі задачі можна розв'язувати без спеціальних приладів, знаючи певні залежності, які наведені у лекційному курсі і рекомендованій літературі.

На занятті потрібно у польових умовах:

- визначити сторони горизонту за компасом;
- визначити сторони горизонту за картою;
- визначити сторони горизонту за місцевими ознаками;
- визначити ширину річки чи яру за місцевими ознаками.

Розв'язування задач з відповідними зарисовками оформити у зошиті.

Рекомендована література

1. Ващенко В., Літинський В., Перій С. Геодезичні прилади та приладдя. Львів : Євросвіт, 2003.
2. Геодезія. Частина перша / За загальною редакцією С. Г. Могильного і С. П. Войтенка. Донецьк, 2003.
3. Геодезія. Частина I / Черняга П. Г., Дмитрів О. П., Стахів А. Я. Рівне : НУВГП, 2009.
4. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Топографія з основами геодезії» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами «Геологія» спеціальності 103 «Науки про Землю», «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами», «Географія рекреації і туризму» спеціальності 106 «Географія» денної і заочної форм навчання [Електронне видання] / Остапчук С. М. Рівне : НУВГП, 2020.
5. Мороз О. І. Топографія. Львів : Львівська політехніка, 2016. Остапчук С. М., Романчук С. В. Камеральні геодезичні роботи. Рівне : УПВГ, 1994.
6. Панчук Ю. М., Бялик І. М., Янчук О. Є. Інженерна геодезія. Рівне : НУВГП, 2012. 337 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2185/>.
7. Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Геодезія : навчальний посібник. Умань : УДАУ, 2008.