

Євген ІВАНОВ,  
Петро ВОЙТКІВ

# ТОПОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

## Частина 2. ПРАКТИКУМ



ЛЬВІВ – 2025

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка

Євген ІВАНОВ,  
Петро ВОЙТКІВ

# **ТОПОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

## **Частина 2. ПРАКТИКУМ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

*До 25-річчя кафедри конструктивної  
географії і картографії*



Львів  
ЛНУ імені Івана Франка  
2025

УДК 528.4  
I-18

### **Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор *К. Р. Третяк*  
(Національний університет «Львівська політехніка»)

доктор географічних наук, професор *І. П. Ковальчук*  
(Національний університет біоресурсів і  
природокористування України, м. Київ)

Рекомендовано до друку  
Вченою радою географічного факультету  
Львівського національного університету імені Івана Франка.  
Протокол № 7 від 17 вересня 2025 р.

### **Іванов Євген, Войтків Петро**

I-18 Топографія: теорія і практика : навчальний посібник.  
Частина 2. Практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка,  
2025. 165 с.

Навчальний посібник містить тези лекцій з навчальних курсів «Топографія з основами геодезії» та «Основи топографії», теоретичні основи і порядок виконання практичних (лабораторних) робіт, задачі, описові та тестові завдання для підготовки до модулів та заліку, додатки і список рекомендованої літератури.

Посібник укладено відповідно до навчальної програми з курсів «Топографія з основами геодезії» (ОПП «Ґрунтознавство та експертна оцінка земель», спеціальності Е4 Науки про Землю) та «Основи топографії» (ОПП «Середня освіта (Географія)», спеціальності А4.07 Середня освіта (Географія)).

### **УДК 528.4**

© Іванов Є., Войтків П., 2025  
© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2025

# ЗМІСТ

---

	Стор.
<b>ПРАКТИКУМ</b> .....	<b>4</b>
<i>Практична (лабораторна) робота 1.</i> МАСШТАБИ. ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНЕЙ .....	4
<i>Практична (лабораторна) робота 2.</i> НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ .....	11
<i>Практична (лабораторна) робота 3.</i> УМОВНІ ЗНАКИ ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ .....	27
<i>Практична (лабораторна) робота 4.</i> РЕЛЬЄФ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ .....	32
<i>Практична (лабораторна) робота 5.</i> РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ .....	43
<i>Практична (лабораторна) робота 6.</i> ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ ДІЛЯНОК МІСЦЕВОСТІ .....	73
<i>Практична (лабораторна) робота 7.</i> ГЕОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ .....	92
<i>Практична (лабораторна) робота 8.</i> БАРОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ .....	102
<b>ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ</b> .....	<b>110</b>
<b>ТОПОГРАФІЧНІ ЗАДАЧІ</b> .....	<b>131</b>
<b>ТОПОГРАФІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРАКТИКИ</b> .....	<b>141</b>
<b>САМОСТІЙНА РОБОТА</b> .....	<b>152</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>153</b>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<b>156</b>

# ПРАКТИКУМ

---

У навчальній і практичній діяльності студенти-географи повинні вміти використовувати топографічну карту, яка є головним джерелом вивчення досліджуваного району, важливим документом у їхній практичній роботі.

Ця частина навчального посібника дає змогу вивчити студентам топографію із використанням матеріалів попередніх практичних (лабораторних) робіт. Така схема дає змогу глибше засвоїти прийоми й методи роботи з картами і планами, виробляє практичні навички, які необхідні для графічних побудов і розрахунків, забезпечує можливість самостійного виконання цих робіт.

Практичні (лабораторні) роботи «Масштаби», «Номенклатура топографічних карт», «Умовні знаки топографічних карт» і «Рельєф на топографічних картах» забезпечують попередню підготовку для читання топографічної карти. Вивчення карти закріпить найбільша робота «Розв'язання задач за топографічною картою», яка синтезує вміння і навички, одержані при виконанні попередніх завдань, дасть змогу одержати уяву про відображення на карті місцевості, містить необхідні розрахунки та графічні побудови.

## Практична (лабораторна) робота 1

### МАСШТАБИ. ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНЕЙ

**Мета роботи:** навчити вимірювати відстані за допомогою нормального лінійного та нормального поперечного масштабів.

*Топографічним планом* називають зменшене й подібне зображення на площині в ортогональній (горизонтальній) проекції у великому масштабі ділянки місцевості, в межах

якої кривизна рівневої поверхні не враховується. Іноді плани складаються без зображення рельєфу. Такі плани називаються *ситуаційними* або *контурними*.

При зображенні на папері значних частин поверхні Землі застосовують спеціальні картографічні проєкції. Через певні інтервали у вибраній проєкції будують зображення меридіанів і паралелей, які перетинаючись, утворюють картографічну сітку. Всередині картографічної сітки розміщують узагальнені відображення елементів місцевості – контурів і рельєфу. Таке зображення місцевості називають картою. Таким чином, *картою* називають побудоване в картографічній проєкції, зменшене, узагальнене зображення значних ділянок поверхні Землі. При зображенні земної поверхні на карті виникають спотворення довжин ліній, площ і кутів.

Окрім планів і карт складають *профілі місцевості*, які є зменшеним зображенням вертикального розрізу земної поверхні уздовж обраного напрямку.

Плани, карти і профілі місцевості складають на папері у зменшеному вигляді. Ступінь зменшення горизонтальних проєкцій ліній місцевості при зображенні їх на плані чи карті називають *масштабом*.

Масштаб виражає відношення довжини відрізка лінії на плані чи карті до довжини горизонтальної проєкції відповідної лінії на місцевості. Розрізняють такі форми масштабу: числовий, словесний і графічний.

*Числовий масштаб* – дріб, чисельник якого одиниця, а знаменник число, яке показує в скільки разів горизонтальні проєкції ліній зменшені на плані чи карті. Так на планах масштабів 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 горизонтальні проєкції ліній місцевості зменшені відповідно в 500, 1 000, 2 000, 5 000 раз. Чим більший знаменник масштабу, тим більше зменшення довжин ліній, тим дрібніше зображення реальних об'єктів на карті або плані, тобто тим дрібніший масштаб карти.

Перерахунок довжини  $S$  горизонтальної проєкції лінії місцевості в довжину відповідної лінії  $s$  на карті або плані здійснюють за формулою:

$$\frac{1}{m} = \frac{s}{S}$$

де  $m$  – число, яка відображає ступінь зменшення.

Наприклад, масштаб карти 1 : 25 000, тобто в 1 см 250 м. На карті довжина річки становить 4,2 см. Якою буде довжина на місцевості?

$$\begin{aligned} 1 \text{ (см)} &= 250 \text{ (м)}, \\ 4,2 \text{ (см)} &= x \text{ (м)}, \\ x, \text{ м} &= 4,2 \times 250 / 1 = 1\,050 \text{ м}. \end{aligned}$$

Наприклад, масштаб карти 1 : 5 000, тобто в 1 см 50 м. На місцевості довжина річки становить 250 м. Якою буде довжина на карті?

$$\begin{aligned} 1 \text{ (см)} &= 50 \text{ (м)}, \\ x \text{ (см)} &= 250 \text{ (м)}, \\ x \text{ (см)} &= 250 \times 1 / 50 = 5 \text{ см}. \end{aligned}$$

На картах і планах під числовим масштабом підписують словесний (іменований) масштаб, де за одиницю виміру на карті або плані приймають 1 сантиметр, а горизонтальну проекцію, яка йому відповідає на місцевості, виражають у метрах або кілометрах.

Наприклад, для карти масштабу 1 : 5 000 словесний масштаб має вигляд «в 1 сантиметрі 50 метрів» (рис. 2.1).

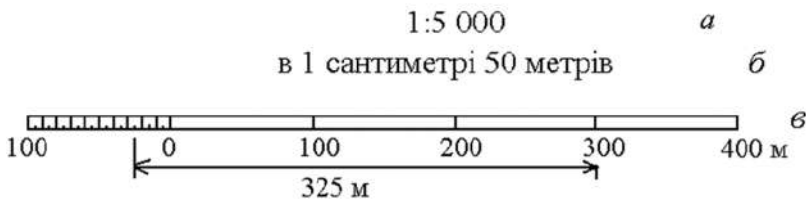


Рис. 2.1. Масштаби: а – числовий; б – словесний; в – лінійний.

Графічний масштаб викреслюють у вигляді графіка, який спрощує переведення довжин відрізків на карті (плані) у довжини горизонтальних проекцій на місцевості. Графічний масштаб може бути лінійним і поперечним.

*Лінійний масштаб* – відрізок прямої, поділений на рівні частини з підписами значень відповідних їм відстаней на місцевості (див. рис. 2.1). Відрізок, який визначає величину поділки прямої лінії, називають основою масштабу. Лінійний масштаб, який має основою відрізок  $a = 2 \text{ см}$ , називається нормальним.

Ліву крайню основу лінійного масштабу поділяють на десять рівних частин. Ці частини називають *найменшою поділкою лінійного масштабу*.

*Точністю* або *ціною лінійного масштабу* називають кількість метрів (кілометрів) на місцевості, яка відповідає найменшій поділці лінійного масштабу. На правому кінці першої основи пишуть нуль, а на лівому – число метрів або кілометрів.

Фізіологічні можливості людського ока обмежені. На плані чи карті у кращому випадку можна зобразити лише такі горизонтальні проекції ліній місцевості, яким у даному масштабі відповідає відрізок 0,1 мм і більше. Величину горизонтальної проекції лінії на місцевості, яка відповідає 0,1 мм на карті (плані) заданого масштабу називають *граничною точністю масштабу*.

Щоб підвищити точність лінійних вимірювань і відкладання відстаней на карті користуються поперечним масштабом (рис. 2.2). Між суміжними *трансверсальми* містяться горизонтальні відрізки рівні десятій частині основи.



Рис. 2.2. Нормальний поперечний масштаб.

Між нульовою вертикальною лінією  $OB$  і суміжною з нею трансверсаллю  $OA$  містяться відрізки, довжина яких зміню-

ється від одної сотої до одної десятої основи. Значення цих поділок підписують біля крайньої лівої вертикальної лінії масштабу, що полегшує користування ним. Такий масштаб називають *нормальним сотенним масштабом*.

Перед початком вимірювання з допомогою поперечного масштабу слід з'ясувати, яким відстаням на місцевості відповідають його основні поділки (основа, десята й сота частки основи), для чого необхідно відповідні довжини відрізків 2 см, 2 мм та 0,2 мм помножити на знаменник масштабу карти і одержаний результат виразити в земельних мірах довжини (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Величини віддалей на місцевості для різних масштабів

Масштаб	Горизонтальна віддаль на місцевості, м				Точність масштабу, м
	в 1 см	в 1 основі	в 0,1 основі	в 0,01 основі	
1 : 500	5	10	1	0,1	0,05
1 : 1 000	10	20	2	0,2	0,10
1 : 2 000	20	40	4	0,4	0,20
1 : 5 000	50	100	10	1	0,50
1 : 10 000	100	200	20	2	1,0
1 : 25 000	250	500	50	5	2,5
1 : 50 000	500	1000	100	10	5,0
1 : 100 000	1000	2000	200	20	10,0

Щоб визначити відстань на карті за допомогою поперечного масштабу, необхідно циркулем-вимірником відкласти на карті відрізок *KL* і перенести його на поперечний масштаб.

Для цього праву голку вимірника встановлюють на вертикальну лінію так, щоб ліва голка зайняла положення на лівій основі. Переміщаючи вимірник таким чином, щоб дві голки знаходились на одній горизонтальній лінії, спостерігають за перетином лівої голки з скісною лінією.

Для прикладу на поперечному масштабі 1 : 5 000 показане положення голок вимірника в точках *K* і *L* (див. рис. 2.2).

Права голка  $L$  встановлена на вертикальній лінії з позначкою 300 м, ліва голка  $K$  встановлена на скісній лінії з позначкою 20 м. Відрізок  $KL$  знаходиться на сьомій горизонтальній лінії і горизонтальна проекція лінії на місцевості дорівнює 327 м.

Розглянемо декілька прикладів для нормальних поперечних масштабів (рис. 2.3).

**Завдання.** На бланках зобразити довжину горизонтальну проекцію лінії  $S$  на побудованих графічних масштабах:

*Одна сторона:* нормальний лінійний 1 : 10 000, наступні всі нормальні поперечні 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000.

*Друга сторона:* 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000.

Кожен індивідуально знаходить  $S$ . Довжину лінії  $S$  одержують так: сума букв прізвища студента рівна сотням метрів (наприклад, Нестеренко відповідає 1 000 м) плюс кількість одиниць букв у повному імені – кількості одиниць метрів (наприклад, Петро відповідає 5 м). У підсумку отримуємо 1 005 метрів.

Для масштабів 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 довжину лінії  $S$  поділити на десять. Тобто  $705 / 10 = 100,5$  метра.

### Контрольні запитання

1. Що називають масштабом карти?
2. Дайте визначення величини масштабу?
3. Що називають точністю масштабу?
4. Які задачі вирішуються за допомогою масштабу?
5. Який масштаб називають нормальним сотенним масштабом?
6. Назвіть масштабний ряд вітчизняних топографічних карт.
7. Топографічні карти яких масштабів відносяться до велико-, середньо- і дрібномасштабних?
8. Що називають горизонтальним прокладенням лінії (проекцією лінії)?
9. Назвіть форми вираження масштабів?
10. Дайте визначення графічного масштабу?
11. Що називають основою графічного масштабу?
12. Що називають чисельним масштабом?

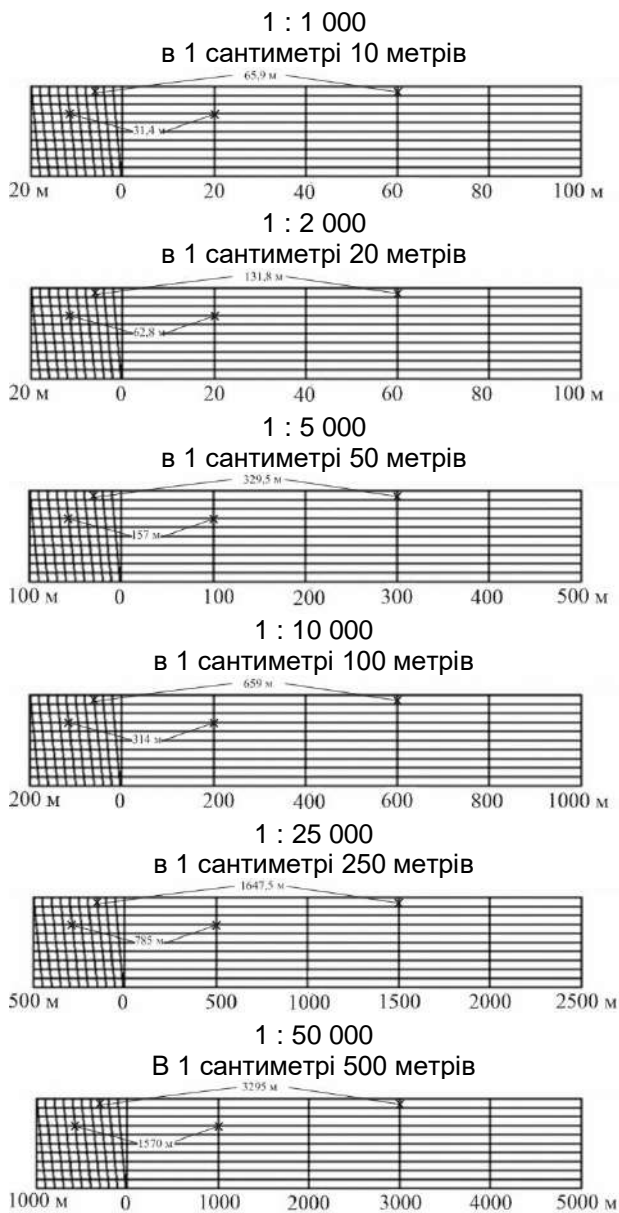


Рис. 2.3. Приклади для нормальних поперечних масштабів.

13. Що називають словесним (пояснювальним) масштабом? З якою метою вказують його?
14. За якими формулами визначають довжину горизонтального прокладення лінії на місцевості?

## Практична (лабораторна) робота 2

### НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ

**Мета роботи:** ознайомити із системою розграфлення та номенклатурою топографічних карт; набути навичок у питанні визначення номенклатур аркушів карт різних масштабів; навчитися визначати масштаби карт за відомими номенклатурами аркушів.

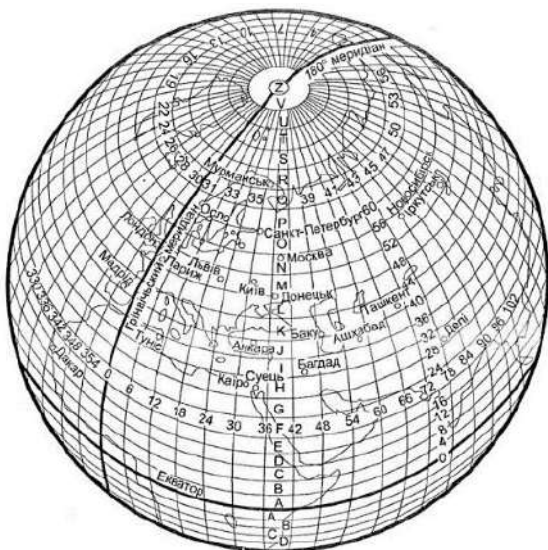
Топографічні карти для великих територій складають на окремих аркушах. Кожний аркуш обмежений відрізками меридіанів і паралелей, розміри яких залежать від масштабу карти. Завдяки цьому, рамки аркушів вказують положення зображеної території на земному еліпсоїді.

Систему поділу карт на окремі аркуші називають *розграфленням*. Наявність багатоаркушних карт різних масштабів потребує чіткої системи обліку окремих аркушів карт для швидкого їх знаходження.

Систему позначень для окремих аркушів топографічних карт називають *номенклатурою*, що залежить від масштабу карти та географічного положення зображеної території.

Розграфлення та номенклатура топографічних карт в Україні ґрунтуються на розграфленні і номенклатурі карт в масштабі 1 : 1 000 000.

Розграфлення на аркуші цієї карти виконується за паралелями, проведеними через 4° на північ і південь від екватора, і за меридіанами, проведеними через 6° починаючи від Гринвіцького меридіана (рис. 2.4). Чотирьох градусні смуги між паралелями називають *широтними поясами* або *рядами* та позначають прописними буквами латинського алфавіту.



*Рис. 2.4.*  
Розграфлення  
поверхні земної  
кулі на окремі  
листи карти  
масштабу  
1 : 1 000 000

Ряд А обмежений екватором і паралеллю  $4^\circ$ , ряд В – паралеллю  $4^\circ$  і  $8^\circ$  і т. д. Повних рядів у кожній півкулі є 22. Шестиградусні проміжки між двома меридіанами називають *колонами* і нумерують арабськими цифрами із заходу на схід.

Перша колона обмежена меридіанами з довготою  $180^\circ$  і  $174^\circ$  західної довготи, друга колона –  $174^\circ$  і  $168^\circ$  західної довготи і т. д. Таким чином Грінвіцький меридіан ( $0^\circ$ ) розмежовує 30 і 31 колони. Відповідно, номер колони відрізняється від номера шестиградусної зони (початок відліку від Грінвіцького меридіана) на 30. Всю земну поверхню охоплюють 60 колон.

Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 складається з двох індексів – позначення *лоясу* і номера *колони*.

За міжнародною домовленістю номенклатура аркушів карти масштабу 1 : 1 000 000 прийнята єдиною для всіх країн, а для інших масштабів вона може бути різною.

Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 є вихідною для встановлення номенклатури аркушів карт більшого масштабу.

**Завдання.** Визначити номенклатуру аркушів топографічних карт масштабів 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 300 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000, в межах яких знаходиться пункт з даними географічними координатами.

Наприклад, точка А має такі координати

$$\varphi = 43^{\circ}26'40'' \text{ пн. ш.}, \lambda = 66^{\circ}56'21'' \text{ сх. д.}$$

**1. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 1 000 000.** Згідно з рисунком 2.5 слід знайти трапецію в якій знаходиться точка А. Трапеція обмежена паралелями з широтою 40° і 44° пн. ш. і меридіанами з довготою 66° і 72° сх. д. буде мати номенклатуру *K-42*, так як вона знаходиться в 11 поясі (одинадцята буква латинського алфавіту – *K*) і в 42 колоні, яка обмежена меридіанами 66° і 72° сх. д. (рис. 2.5).

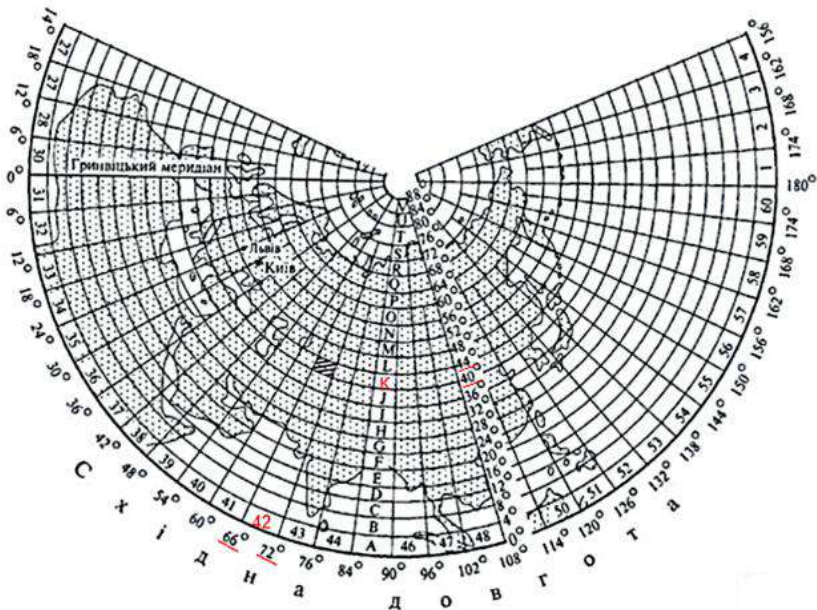


Рис. 2.5. Розграфлення і номенклатура аркушів карти масштабу 1 : 1 000 000 для північної півкулі. Заштрихований аркуш *K-42*.

Розграфлення аркушів карт наступних, крупніших масштабів, виконують так, що кожному аркушу карти масштабу 1 : 1 000 000 відповідає ціле число аркушів цих карт. Їхні позначення утворені номенклатурою відповідного аркуша мільйонної карти з додаванням цифр чи букв кирилиці та римських або арабських цифр.

**2. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 500 000.** Зі збільшенням числового масштабу карти у два рази площа зображення тієї ж місцевості збільшується в чотири рази. Для отримання карт масштабу 1 : 500 000 аркуші карт масштабу 1 : 1 000 000 ділять середніми паралелями і меридіанами на чотири частини кожний, отримуючи аркуші карт з розмірами 2° за широтою і 3° за довготою.

Аркуші позначають прописними буквами кириличного алфавіту: А, Б, В, Г (рис. 2.6).

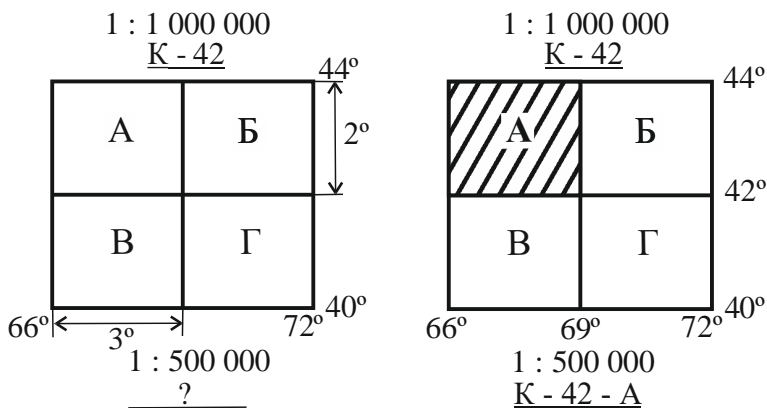


Рис. 2.6. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 500 000.

Слід встановити в якому аркуші знаходиться пункт А. Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 500 000 складається з номенклатури аркуша вихідного масштабу 1 : 1 000 000 та індексу аркуша масштабу 1 : 500 000.

Встановіть аркуш в якому знаходиться пункт А з даними координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д.

Отже пункт А знаходиться в межах аркуша А масштабу 1 : 500 000. Повністю номенклатура буде такою: К-42-А.

**3. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 300 000.** Зі збільшенням масштабу до 1 : 300 000 вихідні трапеції поділяють паралелями й меридіанами на дев'ять частин кожну. Розміри аркушів карт дорівнюють 1°20' за широтою та 2° за довготою. Їх позначають римськими цифрами від I до IX і прописують перед номенклатурою мільйонного аркуша, наприклад, II-B-41 (рис. 2.7).

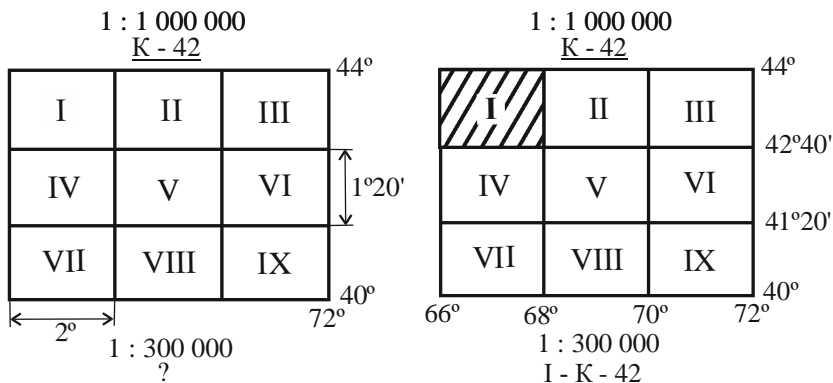


Рис. 2.7. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 300 000.

Встановить аркуш в якому знаходиться пункт А з координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д. Отже пункт А знаходиться в межах аркуша I масштабу 1 : 300 000. Тому повністю номенклатура буде такою: I-K-42.

**4. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 200 000.** Якщо мільйонний аркуш карти розділити на 36 частин, то кожна частина буде аркушем карти масштабу 1 : 200 000. Утворені аркуші нумеруються римськими цифрами від I до XXXVI. Розміри аркушів карт дорівнюють 40' за широтою та 1° за довготою. Їх позначають римськими цифрами й прописують після номенклатурою мільйонного аркуша (рис. 2.8).

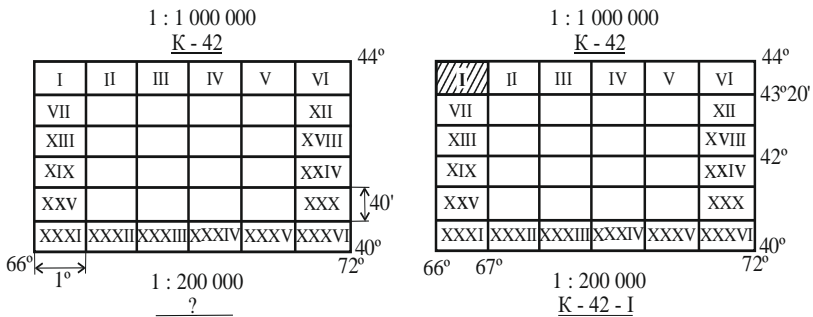


Рис. 2.8. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 200 000.

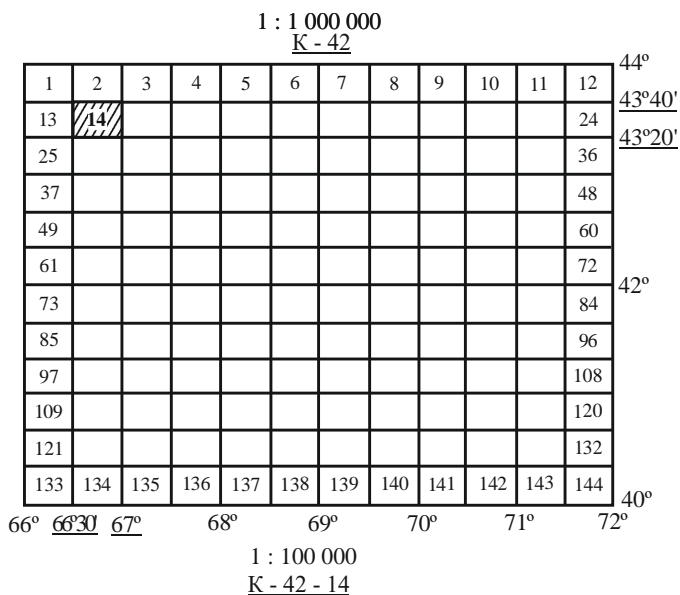
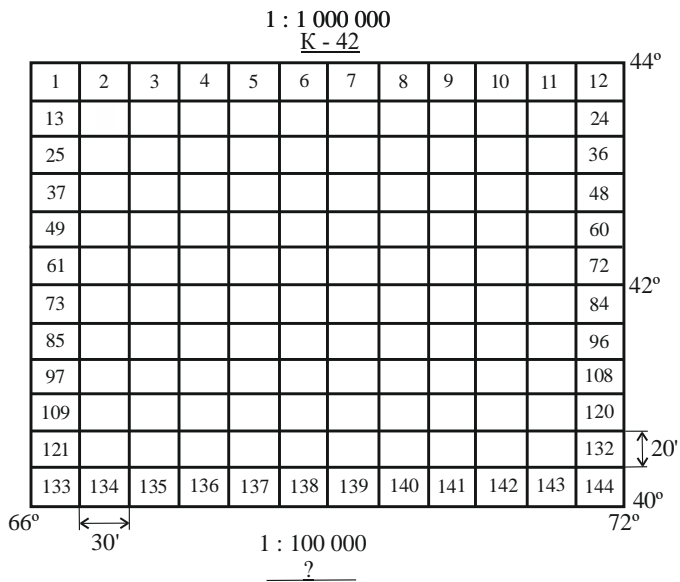
Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 200 000 складається з номенклатури мільйонного аркуша й відповідної римської цифри.

Встановіть аркуш в якому знаходиться пункт А з координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д. Номенклатура аркуша в цьому випадку: *K-42-I*.

**5. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 100 000.** Аркуш карти масштабу 1 : 100 000 отримують у результаті поділу аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 на 144 частини, які нумеруються арабськими цифрами від 1 до 144. Розміри аркушів карт дорівнюють 20' за широтою і 30' за довготою. Його номенклатура складається з мільйонного аркуша та відповідної арабської цифри (рис. 2.9).

Встановіть аркуш в якому знаходиться пункт А з даними координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д. Номенклатура аркуша в цьому випадку: *K-42-14*.

**6. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 50 000.** Для зручності перенесемо трапецію масштабу 1 : 100 000 на окремий лист з відповідними координатами. Аркуш карти масштабу 1 : 50 000 отримують у результаті поділу аркуша карти масштабу 1 : 100 000 на чотири частини, які позначають великими прописними буквами кириличного алфавіту: А, Б, В, Г (рис. 2.10).



**Рис. 2.9.** Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 100 000.

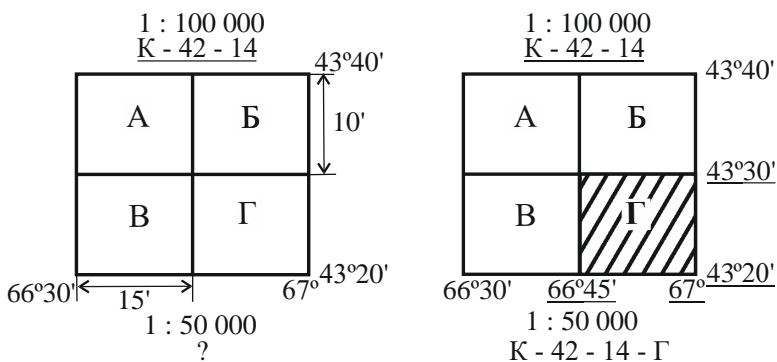


Рис. 2.10. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 50 000

Розміри аркушів карт дорівнюють 10' за широтою і 15' за довготою. Його номенклатура складається з номенклатури мільйонного аркуша та відповідної арабської цифри карти масштабу 1 : 100 000, а також букви аркуша в якому знаходиться пункт А. Для початку потрібно підписати крайні координати всіх трапецій 1 : 50 000.

Потім потрібно встановити аркуш в якому знаходиться пункт А з координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д. Номенклатура аркуша в цьому випадку: *К-42-14-Г*.

**7. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 25 000.** Для зручності перенесемо трапецію масштабу 1 : 50 000 на окремий лист з відповідними її координатами. Аркуш карти масштабу 1 : 25 000 отримують у результаті поділу аркуша карти масштабу 1 : 50 000 на чотири частини, які позначають малими прописними буквами кириличного алфавіту: *а, б, в, г* (рис. 2.11).

Розміри аркушів карт дорівнюють 5' за широтою і 7'30" за довготою. Їхня номенклатура складається з номенклатури аркуша 1 : 50 000 і малої букви аркуша в якому знаходиться наш пункт А. Для початку потрібно підписати крайні координати всіх трапецій 1 : 25 000. Потім потрібно встановити аркуш в якому знаходиться пункт А з координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д.

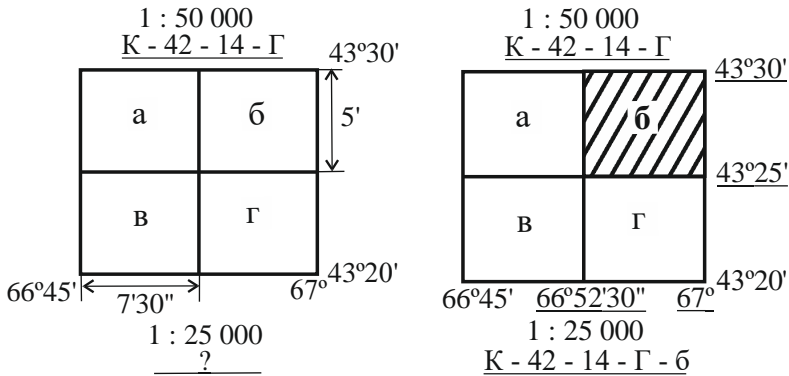


Рис. 2.11. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 25 000.

Номенклатура аркуша в цьому випадку: *K-42-14-Г-б*.

**8. Визначити номенклатуру аркуша масштабу 1 : 10 000.** Для зручності перенесемо трапецію масштабу 1 : 25 000 на окремий лист з відповідними її координатами. Аркуш карти масштабу 1 : 25 000 отримують у результаті поділу аркуша карти масштабу 1 : 50 000 на чотири частини, які позначають арабськими цифрами: 1, 2, 3, 4 (рис. 2.11).

Розміри аркушів карт дорівнюють 2'30" за широтою і 3'45" за довготою. Його номенклатура складається з номенклатури аркуша 1 : 25 000 і цифри аркуша в якому знаходиться пункт А. Для початку потрібно підписати крайні координати всіх трапецій 1 : 10 000.

Потім потрібно встановити аркуш в якому знаходиться пункт А з даними координатами:  $\varphi = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda = 66^{\circ}56'21''$  сх. д.

Номенклатура аркуша в цьому випадку: *K-42-14-Г-б-4*.

Аркушеві плану масштабу 1 : 5 000 відповідають дев'ять аркушів плану масштабу 1 : 2 000, які позначають малими літерами українського алфавіту (а, б, в, ..., и), наприклад, *M-35-73-(256-а)* (табл. 2.2).

Нумерацію аркушів карт будь-якого масштабу (цифрами або літерами) завжди виконують зверху вниз і зліва направо.

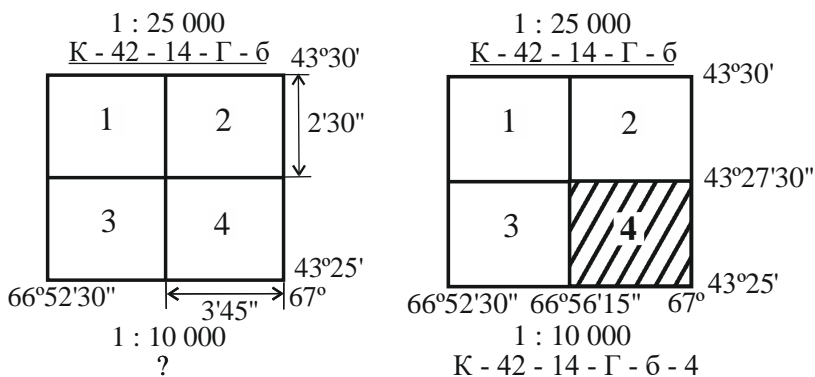


Рис. 2.12. Розграфлення та утворення номенклатури аркушів карти масштабу 1 : 10 000.

Таблиця 2.2

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних карт

Масштаб карти	Кількість аркушів	Розмір рамок		Приклад номенклатури аркушів
		за широтою	за довготою	
<i>В одному аркуші карти масштабу 1 : 1 000 000</i>				
1 : 1 000 000	1	4°	6°	М-35 (Львів)
1 : 500 000	4	2°	3°	М-35-В
1 : 300 000	9	1°20'	2°	IV-М-35
1 : 200 000	36	0°40'	1°	М-35-ХІХ
1 : 100 000	144	0°20'	0°30'	М-35-73
<i>В одному аркуші карти масштабу 1 : 100 000</i>				
1 : 50 000	4	0°10'	0°15'	М-35-73-В
1 : 25 000	16	0°05'	0°07'30"	М-35-73-В-в
1 : 10 000	64	0°02'30"	0°03'45"	М-35-73-В-в-3
1 : 5 000	256	0°01'15"	0°01'52,5"	М-35-73-(256)
1 : 2 000	2 304	0°00'25"	0°00'37,5"	М-35-73-(256-а)

Із збільшенням широти аркуші топографічних карт всіх масштабів звужуються, залишаючись незмінними за висотою. Тому на райони, які розміщені на північ від широти, аркуші карт викреслюються здвоєними по довготі, а на північ від 76 паралелі карти випускають по чотири аркуша, складених по довготі.

Великомасштабні плани (1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 і 1 : 500), складені на ділянки, що мають площу менш як 20 км<sup>2</sup>, мають прямокутне або квадратне розграфлення. За основу розграфлень приймають план масштабу 1 : 5 000 з розміром рамки квадрата 40 x 40 см. Кожний аркуш плану масштабу 1 : 5 000 позначають арабською цифрою. Дані про розграфлення, наприклад, п'ятого аркуша масштабу 1 : 5 000 на плани більших масштабів подані в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних планів

Масштаб плану	Кількість аркушів в аркуші дрібнішого масштабу	Номенклатура останнього аркуша	Розмір рамки квадрата, см
1 : 2 000	чотири в аркуші масштабу 1 : 5 000	5-Г	50x50
1 : 1 000	чотири в аркуші масштабу 1 : 2 000	5-Г-IV	50x50
1 : 500	16 в аркуші масштабу 1 : 2 000	5-Г-16	50x50

Номенклатуру аркушів топографічних карт записують над верхньою рамкою карти. Поряд з номенклатурою в дужках пишуть назву найбільшого населеного пункту, розміщеного в межах даної трапеції, наприклад *М-35 (Львів)*, *М-36-А (Київ)*, *М-35-49 (Сокаль)*. За географічними координатами будь-якого пункту можна визначити номенклатуру аркуша карти необхідного масштабу.

Спочатку визначають номенклатуру аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000, в межах якого знаходиться цей пункт.

Візьмемо для прикладу м. Чернівці із значеними географічними координатами:  $\varphi = 48^{\circ}18'$  пн. ш.,  $\lambda = 25^{\circ}51'$  сх. д. Для цього широту цього пункту ділять на чотири та при цьому звичайно одержують число із залишком, наприклад  $48^{\circ}18' : 4 = 12 + 0^{\circ}18'$ . Це означає, що задана точка лежить в 13-му широтному поясі, який позначають літерою *M*.

Потім ділять довготу на шість і знаходять в якій колоні від Гринвіча знаходиться цей пункт. Так, якщо  $\lambda = 25^{\circ}51'$ , тоді  $25^{\circ}51' : 6 = 4 + 1^{\circ}51'$ . Відповідно це буде п'ята зона від Гринвіча, а номер колони буде 35. Отже, номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000, на якому знаходиться зображення цього пункту буде *M-35 (Чернівці)*. Його межі є відрізками паралелей із широтами  $48^{\circ}$  і  $52^{\circ}$  та відрізками меридіанів з довготами  $24^{\circ}$  і  $30^{\circ}$ .

Для підбирання номенклатури для аркушів карт більших масштабів рекомендовано будувати схеми розграфлення, підписувати координати рамок і за ними знаходити номенклатуру потрібних аркушів.

**9. Визначити номенклатуру восьми аркушів карти масштабу 1 : 50 000, що межують з аркушем карти заданого масштабу.** Отже, маємо розташування аркуша карти масштабу 1 : 50 000 і карту масштабу 1 : 100 000, тобто номенклатура відомого нам аркуша є такою *K-42-14-Г*. Він показаний на двох рисунках (рис. 2.13, 2.14).

Слід визначити і записати номенклатуру восьми сусідній аркушів масштабу 1 : 50 000, які позначено знаками питання.

Розглянемо ще один приклад у визначенні номенклатури восьми сусідніх аркушів карти масштабу 1 : 50 000. На рисунку показано відомий аркуш. Завданням є зазначити замість знаків питання визначити номенклатури цих аркушів.

Україна зображена на дев'яти аркушах мільйонного масштабу *M-34, 35, 36, 37, N-36, L-34, 35, 36, 37*.

Місто Київ розташоване на аркуші з номенклатурою *M-36* (рис. 2.15).

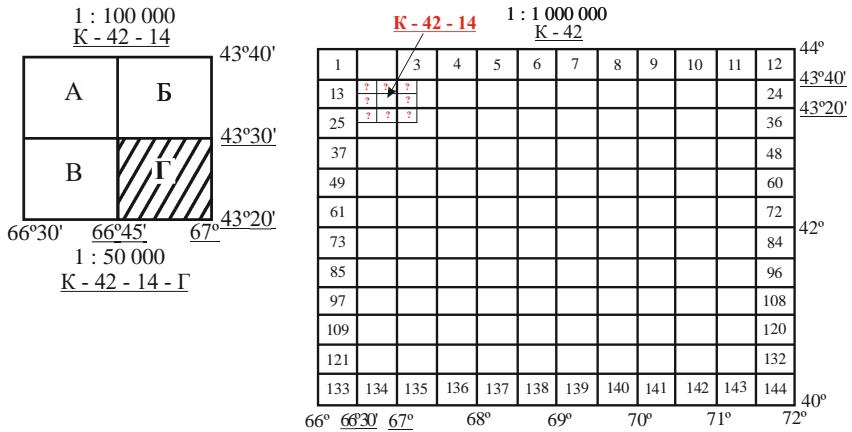
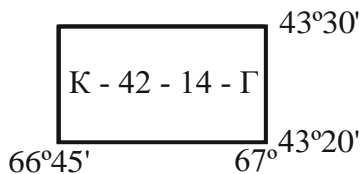


Рис. 2.13. Схеми розграфлення номенклатури аркушів топографічних карт масштабів 1 : 50 000 і 1 : 100 000 для визначення сусідніх восьми аркушів масштабу 1 : 50 000.

Результат визначення показаний на рисунку:

**МАСШТАБ 1 : 50 000  
К-42-14-Г**

<b>К-42-14-А</b>	<b>К-42-14-Б</b>	<b>К-42-15-А</b>
<b>К-42-14-В</b>	<b><u>К-42-14-Г</u></b>	<b>К-42-15-В</b>
<b>К-42-26-А</b>	<b>К-42-26-Б</b>	<b>К-42-27-А</b>



К - 42 - 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	?	?	?
13											?	?	?
25											?	?	?
37													
49													
61													
73													
85													
97													
109													
121													
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144		

Рис. 2.14. Схеми розграфлення номенклатури аркуша топографічної карти масштабу 1 : 100 000 для визначення сусідніх восьми аркушів масштабу 1 : 50 000.

Результат визначення показаний на рисунку:

**МАСШТАБ 1 : 50 000**  
**В-4-12-Б**

<b>С-4-144-В</b>	<b>С-4-144-Г</b>	<b>С-5-133-В</b>
<b>В-4-12-А</b>	<b><u>В-4-12-Б</u></b>	<b>В-5-1-А</b>
<b>В-4-12-В</b>	<b>В-4-12-Г</b>	<b>В-5-1-В</b>

**10. Визначити номенклатуру аркушів топографічних карт масштабів 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 300 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000, в межах яких знаходиться пункт з даними географічними координатами.**



Рис. 2.15. Визначення розміщення Києва в межах аркушу з номенклатурою М-36.

*Примітка.* Для одержання географічних координат пункту студентам необхідно до широти  $40^{\circ}20'33''$  пн. ш. додати до градусів суму букв прізвища, наприклад Нестеренко дорівнює 10 тобто маємо  $50^{\circ}20'33''$  пн. ш.

До довготи  $18^{\circ}30'43''$  сх. д. додати до градусів суму букв свого імені помноженого на два, наприклад Петро  $5 \times 2$ , що дорівнює 10 і маймо  $28^{\circ}30'43''$  сх. д.

**11. Визначити номенклатуру восьми аркушів карти масштабу  $1 : 50\,000$** , які межують з аркушем карти заданого масштабу, одержаного в задачі 10.

Бланки для заповнення завдання видається викладачем. Зразки оформлення дивіться в додатках 2 і 3.

### Контрольні запитання

1. Що називають номенклатурою карти?
2. Що називають розграфленням топографічної карти?
3. Які лінії слугують рамками аркушів топографічних карт?

4. Якого масштабу карта покладена в основу розграфлення та номенклатури, які розміри (в градусній мірі) аркуша карти цього масштабу?
5. З чим збігаються межі аркуша карти 1 : 1 000 000?
6. Що називають колоною карт?
7. Як ведеться рахунок колон?
8. Що називають рядом (поясом)?
9. Як позначаються ряди?
10. Як утворюють номенклатуру аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000? Відповідь доповніть кресленням.
11. Накресліть схему розграфлення аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 на аркуші карт масштабів 1 : 500 000, 1 : 300 000, 1 : 200 000 і 1 : 100 000; вкажіть систему нумерації і розміри рамок аркушів карт цих масштабів, наведіть приклади їхньої номенклатури.
12. Покажіть схему розграфлення аркуша карти масштабу 1 : 100 000 на аркуші карт масштабів 1 : 50 000, 1 : 25 000 і 1 : 10 000; вкажіть систему нумерації і розміри рамок аркушів карт заданих масштабів, наведіть приклади їхньої номенклатури.
13. Номенклатура аркушів карт: 1) *L-42-16-Б-б*; 2) *M-27-А*; 3) *VII-K-31*; 4) *O-41-XXV*; 5) *P-59*. Визначити масштаби цих аркушів карт і розміри рамок у градусній мірі.
14. Визначити географічні координати кутів рамок трапецій аркушів карт за їх номенклатурою: 1) *K-33-18*; 2) *I-41-Б*; 3) *H-39-Х*. Визначити довготу осьового меридіана зони, в якій міститься кожний аркуш.
15. Визначити довготи західних і східних рамок трапецій: 1) *N-38*; 2) *N-32-В*; 3) *L-42-144*; 4) *M-25-ХІХ*.
16. Визначити широти північних і південних рамок трапецій: 1) *V-K-47*; 2) *N-39-16*; 3) *Q-51-Б*; 4) *E-55-V*.
17. Номенклатура аркуша карти *L-32*. Визначити номенклатуру чотирьох аркушів карти масштабу 1 : 10 000, розташованих у північно-східному, південно-східному, північно-західному і південно-західному кутах даного аркуша.
18. Для аркушів карт: 1) *L-37-12*; 2) *M-35-25-А*; 3) *N-36-А*; 4) *N-37-ХVІІІ*; 5) *K-33-38-А-б*. Визначити номенклатуру сусідніх аркушів карт відповідних масштабів.

## Практична (лабораторна) робота 3

### УМОВНІ ЗНАКИ ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ

**Мета роботи:** ознайомити із умовними знаками для топографічних карт та набути навички для визначення та ідентифікації умовних знаків на топографічних картах.

*Зміст топографічної карти* – рельєф земної поверхні, зображений горизонталями, природні та суспільні об'єкти, позначені картографічними (топографічними) умовними знаками. У поєднанні з горизонталями умовні знаки відтворюють на топографічній карті місцевість з усіма її особливостями.

Умовні знаки стандартні й єдині за виглядом, формою і кольором. Умовні знаки часто нагадують зображувані об'єкти або їхні визначальні риси. Для топографічних та оглядово-топографічних карт умовні знаки тих самих предметів, зазвичай, однакові за формою та кольором і відрізняються здебільшого розміром.

За призначенням умовні знаки поділяють на *масштабні (контурні)*, *позамасштабні* та *пояснювальні*.

*Масштабні (площинні) умовні знаки* застосовують для відображення об'єктів, розміри яких (довжину, ширину, площу, конфігурацію) можна виразити в масштабі карти або плану (наприклад, масив лісу, населений пункт, площа саду, озеро тощо). Контур об'єкта позначають суцільною чи пунктирною лінією або крапками та заповнюють його у вигляді значків, які характеризують особливості об'єкта, а також у вигляді кольорового фону, який визначає суть об'єкта (наприклад, сад, ліс, озеро) (рис. 2.16).

Рослинність лугова трав'яниста	" " " "	о о о о о ябл. Q S о о о о о	Фруктові сади
Рідколісся і чагарники	а а а а а а	\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	Виноградники
Горілий ліс	℥ ℥	..... ..... .....	Ягідні сади

Рис. 2.16. Масштабні (площинні) умовні знаки.

Позамасштабними умовними знаками зображують місцеві предмети, які не можуть бути виражені в масштабі карти або плану (будівлі, дерева, пам'ятники тощо) (рис. 2.17). Позамасштабні умовні знаки є геометричними фігурами встановленого розміру та спрощені малюнки, що передають загальний вигляд предмета, а не його розмір чи площу. Положенню предмета на місцевості відповідає певна точка знака.






	 <i>б. пр. ел. підст.</i>			
Ліхтарі електричні на стовпах	Трансформаторні будки, електропідстанції	Пункти геодезичних мереж	Споруди баштового типу	Окремі дерева

Рис. 2.17. Позамасштабні умовні знаки

- Головними точками** позамасштабних умовних знаків є:
- у знаках симетричної форми (квадрат, кружок, трикутник, прямокутник, зірочка) – у центрі фігури (рис. 2.18);
  - у знаках, які мають форму фігури із широкою основою (пам'ятник, камені тощо) – у середині основи;
  - у знаках, які мають в основі прямий кут (окреме дерево, вітряний млин тощо) – у вершині кута;
  - у знаках, що складаються з кількох фігур (завод, водонапірна башта, куц тощо) – у центрі нижньої фігури.

Умовні знаки	Місце центра умовного знака
	Геометричний центр фігури
	Середина основи знака
	Вершина прямого кута
	Геометричний центр нижньої фігури
	Вісь знака

Рис. 2.18. Визначення положення предметів за їх зображенням на карті позамасштабними умовними знаками.

У разі точного визначення відстаней між об'єктами або їхніх координат використовують вище вказані центри (головні точки) позамасштабних знаків. Слід враховувати, що ті самі місцеві предмети на картах або планах великих масштабів можуть бути виражені масштабними умовними знаками. Позамасштабні умовні знаки, зазвичай, показують вершиною на північ (паралельно бічним рамкам карти).

До *позамасштабних умовних знаків* відносять *лінійні умовні знаки* (залізниці та автомобільні дороги, водотоки, огорожі, лінії електропередач, зв'язку тощо), у яких на карті відображена тільки довжина, ширина цих знаків за картою не може бути виміряна. Положення відповідних об'єктів на місцевості визначають за осьюовою лінією знака на карті (рис. 2.18).

Грунтові дороги з лісоосугою			Залізниці з позначенням кількості колій
Удосконалене поле з обладнанням з'їздом			Дамби, вали
Огорожі металеві			Межі міських земель

Рис. 2.18. Лінійні умовні знаки

Для додаткової якісної й кількісної характеристики об'єктів і зображення їх різновидів на топографічних картах застосовують *пояснювальні умовні знаки*. Ними є буквені та цифрові позначення, а також деякі графічні знаки, наприклад, зображення напрямку течії річки стрілкою. Повністю підписують назви населених пунктів, річок, озер, гір тощо. Скорочені підписи використовують для додаткової характеристики об'єктів. Цифрові позначення застосовують для кількісної характеристики об'єктів (рис. 2.19). Шрифти передають змісто-ве значення підписів, а також характеризують об'єкти.

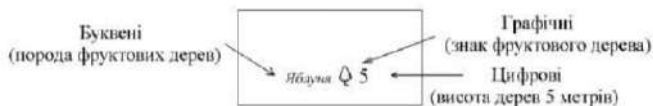


Рис. 2.19. Пояснювальні умовні знаки

Рельєф місцевості на сучасних топографічних картах (планах) зображають способом ізоліній. Ізолінії є кривими, що з'єднують на карті точки з однаковими кількісними значеннями. На топографічних картах ізолінії називають горизонталлями. Зображення рельєфу горизонталлями доповнюють цифровими позначеннями абсолютних висот характерних точок місцевості й відносними висотами урвищ, виступів, терас, глибини і ширини ярів, вимоїн, ям тощо. Спеціальними умовними знаками показують форми рельєфу, які не можуть бути показані горизонталлями. До них відносять яри, вимоїни, кручі, ями тощо (рис. 2.20).

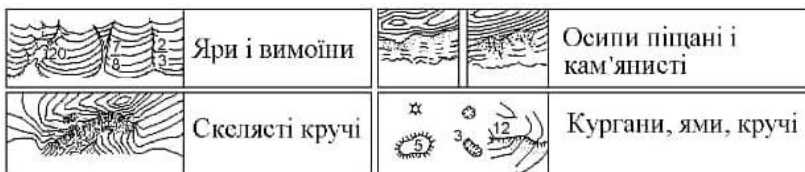


Рис. 2.20. Зображення форм рельєфу спеціальними умовними знаками

Щоб підвищити наочність і чіткість топографічних карт, деякі умовні знаки зображають різними кольорами. Так, зеленим кольором показують лісові масиви, сади, виноградники; синім – річки, озера, болота, солончаки, а також цифри і знаки, що показують характеристики гідрографії; коричневим – природні форми рельєфу та його елементи; жовтим – покращені ґрунтові дороги тощо.

Усього на топографічних картах використовують приблизно 350 умовних знаків і понад 400 пояснювальних написів. Всі знаки розділені в певні групи за близькими ознаками.

**Завдання.** Використовуючи отримані знання про умовні знаки та топографічні карти, студенти повинні навчитися визначати та ідентифікувати ці знаки на цих картах.

Згідно отриманих топографічних карт студенти знаходять, показують і називають відповідні умовні знаки в певних частинах карти.

*Примітка.* Топографічні карти видаються попередньо викладачем.

### **Контрольні запитання**

1. На які групи можна поділити умовні знаки місцевих предметів?
2. Які місцеві предмети зображають позамасштабними умовними знаками?
3. Яке значення мають пояснювальні умовні знаки і розмальовування в різні кольори?
4. Які умовні знаки належать до групи лінійних умовних знаків?
5. Як використовують на картах і планах різні топографічні шрифти?
6. Якими точками позамасштабних умовних знаків слід користуватися у разі точного визначення відстаней між місцевими предметами?
7. Як виконують надписи назв річки або струмка?
8. Які природні характеристики річок вказують на картах?
9. Як відображують на топографічних картах колодязі?
10. За якими показниками на картах характеризують залізниці?
11. За якими ознаками класифікують на картах ґрунтові дороги і стежки?

### **Список використаної літератури**

1. Лозинський В. В. Топографічна карта. Львів, 2010. 56 с.
2. Лозинський В. В. Топографічна карта: навчально-методичний посібник. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 76 с.
3. Лозинський В. В. Топографо-географічний словник. Львів, 2007. 252 с.
4. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник: навчальний посібник / за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ–Львів, 2014. 256 с.

## Практична (лабораторна) робота 4

### РЕЛЬЄФ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

**Мета роботи:** навчити читати рельєф, що зображено на карті (плані) горизонталями; засвоїти способи інтерполявання горизонталей; набути навичок зображення рельєфу горизонталями.

**Зображення рельєфу на топографічних картах.** Під *рельєфом* розуміють сукупність нерівностей земної поверхні. Виділяють основні форми рельєфу: гора (горб), хребет, улоговина, сідловина, лощина (видолинок) (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Форми рельєфу.

Форми рельєфу мають такі основні орографічні лінії: вододіли, тальвеги, брівки та підошви.

Орографічні лінії становлять скелет рельєфу та створюють уявлення про ступінь його розчленованості.

На топографічних картах рельєф зображують *горизонталлями*, тобто замкнутими лініями, що проходять через точки місцевості з однаковою абсолютною висотою.

Якщо уявно розрізати фізичну поверхню Землі рівневими поверхнями, які рівновіддалені одна від одної, як це зображено на рис. 2.22, то кожна лінія перерізу матиме вигляд замкненої кривої та постійну абсолютну висоту; отже, вона є горизонталлю.

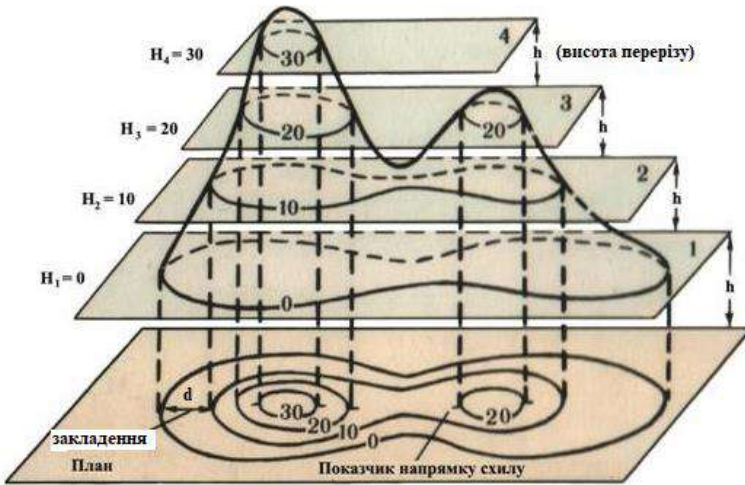


Рис. 2.22. Принцип зображення рельєфу горизонталями:  $h$  – висота перерізу рельєфу;  $H_1, H_2, H_3, H_4$  – висота площин перерізів над рівнем моря;  $d$  – закладення.

На місцевості берегові лінії (межа води і суходолу), ставків, озер являють собою горизонталі.

Задану відстань  $h$  між сусідніми січними площинами називають *висотою перерізу рельєфу*. Висоту перерізу також можна визначити як різницю висот двох сусідніх основних горизонталей на карті.

Основними називають такі горизонталі, які віддалені одна від одної на прийнятну для даної карти висоту перерізу рельєфу. Основні горизонталі на картах позначаються суцільною лінією коричневого кольору.

Іноді при нормальній висоті перерізу важливі подробиці рельєфу не відтворюються, тому що знаходяться між січними площинами (рис. 2.23). В такому випадку на карті проводять половинні горизонталі (*напівгоризонталі*) через половину основного перерізу рельєфу пунктирними лініями з довжиною рисочок 4–5 мм і відстанню між рисочками 1–2 мм. Якщо потрібні подробиці рельєфу не можуть бути зображені половинними, застосовують *допоміжні* горизонталі, які проводять також пунктирними лініями, тільки з коротшими рисочками, ніж у половинних.

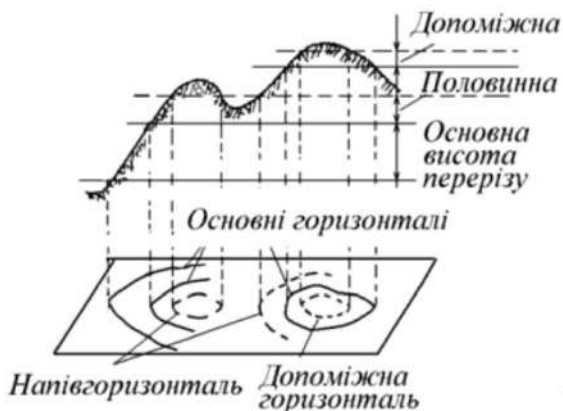


Рис. 2.23. Види горизонталей на топографічних картах.

На картах горизонталі викреслюють суцільними лініями коричневого кольору товщиною 0,1 мм. Для збільшення виразності рельєфу і полегшення читання карти при висотах перерізу рельєфу 1, 5, 10, 20 і 40 м кожен п'яту основну горизонталь з позначками кратними відповідно 5, 25, 50, 100 і 200 м, зображають товстішою (0,25 мм) коричневою лінією. Такі горизонталі називають потовщеними (рис. 2.24).

Тобто,  $h = 1, 5, 10, 15, 20 \dots$  м;

$h = 2, 10, 20, 30, 40 \dots$  м;

$h = 5, 25, 50, 75, 100 \dots$  м;

$h = 10, 50, 100, 150, 200 \dots$  м.

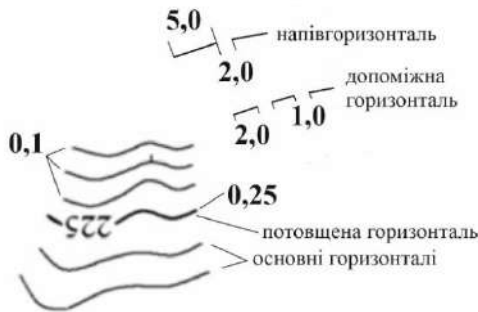


Рис. 2.24. Види горизонталей на топографічних картах.

При висоті перерізу 2,5 і 0,25 м потовщують кожену четверту горизонталь з позначками кратними 10 м.

Тобто,  $h = 2,5, 10, 20, 30, 40 \dots$  м;  
 $h = 0,25, 1, 2, 3, 4 \dots$  м.

Для того щоб розрізнити зображення горизонталями гори від улоговини, хребта від лощини, від горизонталей у бік пониження схилу проводять рисочки – *бергштрихи*.

Висоту основних і потовщених горизонталей підписують цифрами коричневого кольору. Цифри пишуть так, щоб їх верх був спрямований у бік збільшення висоти (підвищення схилу). Висоти основних горизонталей завжди кратні висоті перерізу рельєфу.

Горизонтальна відстань між двома суміжними горизонталями називається закладенням  $d$  (рис. 2.25).

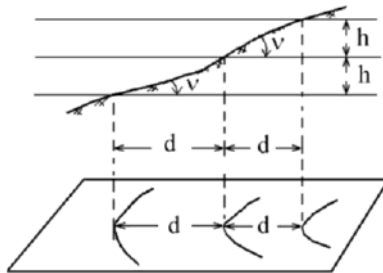


Рис. 2.25. Елементи схилу.

Крутизною схилу називають вертикальний кут  $v$ , утворений напрямом схилу і рівневою поверхнею (горизонтальною площиною).

Напрямом схилу називають напрям найкоротшої відстані від верхньої точки схилу до нижньої, по якій крутість схилу найбільша. Між закладенням  $d$ , висотою перерізу  $h$  і крутизною схилу  $v$  існує така залежність:

$$\operatorname{tg} v = \frac{h}{d}$$

Чим більше закладення  $d$ , тим менша крутизна схилу  $v$ , тим менший кут нахилу, тим пологіший схил. І навпаки: чим менше закладення  $d$ , тим більша крутизна схилу  $v$ , тим більший кут нахилу, тим крутіший схил.

Горизонталі мають такі властивості:

- усі їхні точки мають однакову абсолютну висоту, яка відрізняється від висоти точок сусідньої горизонталі на висоту перерізу рельєфу;
- усі горизонталі, що замикаються в межах аркуша карти, позначають підвищення чи улоговину, які виділяють підписами відміток і бергштрихами;
- чим більше горизонталей на схилі, тим він вищий. Отже, за кількістю горизонталей можна визначити перевищення одних точок місцевості над іншими;
- чим ближче горизонталі розміщені одна від одної, тим схил крутіший, тим більший кут нахилу місцевості. Отже, за величиною закладання (за відстанню між горизонталями) можна визначити крутизну схилу в градусній мірі;
- найкоротша відстань між двома горизонталями – перпендикуляр до них, що відповідає напрямку найбільшої крутизни. Напрям схилу в кожній його точці перпендикулярний до горизонталей;
- вододільні лінії та осі лощин перетинаються горизонталями під прямим кутом;
- горизонталі на карті не перетинаються (за винятком зображення найбільшого уступу) і зберігають подібність відповідних їм ліній на місцевості, утворених у результаті уявного перерізу рельєфу площинами. Горизонталі на

карті точно передають форми рельєфу та їхнє розміщення і поєднання.

Крім горизонталей, рельєф на картах зображають відмітками абсолютних висот характерних точок рельєфу – вершин гір чи горбів, днаулоговин, сідловин, тальвегів, перегинів схилів. Позначають їх арабськими цифрами біля характерної точки з точністю до 0,1 м.

**Побудова горизонталей за позначками точок.** В результаті топографо-геодезичних робіт, на площині отримують планове та висотне положення характерних точок рельєфу місцевості. На основі позначок цих точок (позначка – числове вираження висоти точки) зображають рельєф горизонталями.

Вибравши висоту перерізу рельєфу, прямими лініями з'єднують точки, які «лежать» на одному схилі. На кожній лінії знаходять місця точок, позначки яких кратні висоті перерізу рельєфу. Таку дію називають інтерполюванням горизонталей.

*Інтерполюванням горизонталей* – це пошук точок, які знаходяться на одному схилі позначки (висоти) яких є кратними висоті перерізу рельєфу. Знайдені точки з однаковими позначками з'єднують плавними лініями, які і є горизонталями. Існує декілька методів інтерполяції горизонталей: графічний, аналітичний, «на око».

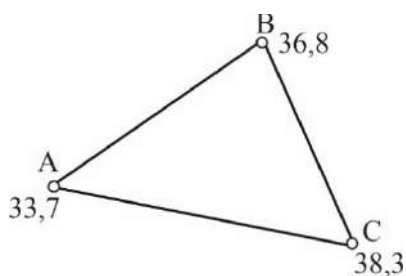
Розглянемо аналітичний спосіб інтерполювання. Для цього проінтерполюємо лінію АС (рис. 2.26) з позначками крайніх точок 33,7 і 38,3 м. Лінію АС перетнуть горизонталі 34, 35, 36, 37 і 38 м. Виміряна на плані довжина прямої АС дорівнює  $S_{AC} = 4,0$  см. Перевищення кінцевих точок  $h_{AC} = 38,3 - 33,7 = 4,6$  м. Перевищення ближчої горизонталі над меншою точкою лінії  $h_{34} = 34 - 33,7 = 0,3$  м.

Складемо таку залежність:  $S_{AC}$  (4,0 см) –  $h_{AC}$  (4,6 м)

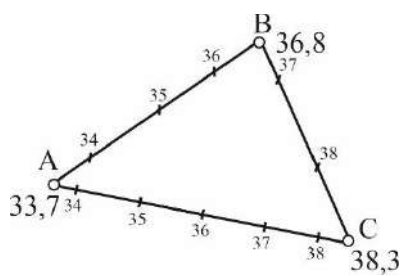
$$S_{34}(X, \text{ см}) - h_{34} (0,3 \text{ м})$$

Відстань між ними на плані знаходять за формулою:

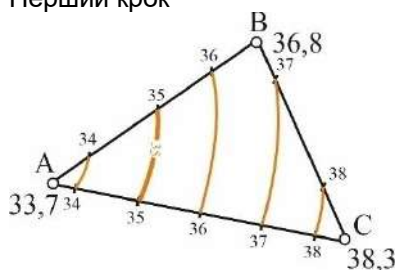
$$S_{34} = \frac{S_{AC} h_{34}}{h_{AC}} = \frac{4,0 \times 0,3}{4,6} = 0,26 \text{ см.}$$



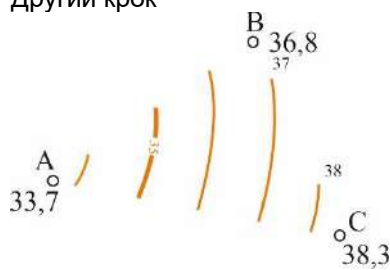
Перший крок



Другий крок



Третій крок



Четвертий крок

Рис. 2.26. Приклад інтерполювання по трьох позначках.

Одержані відстані відкладають на прямій AC:

*Перший крок* – з'єднання позначок, які знаходяться на одному схилі;

*Другий крок* – визначення точного розташування точок позначки яких є кратні висоті перерізу рельєфу;

*Третій крок* – з'єднання позначок з однаковими висотами;

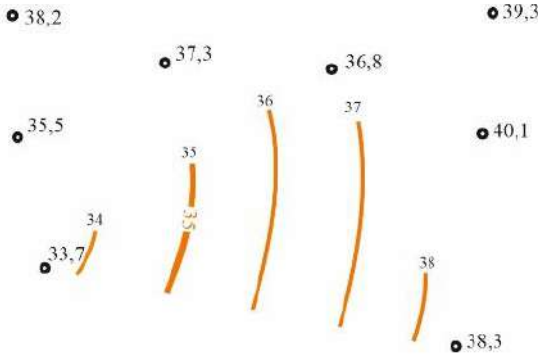
*Четвертий крок* – стирання сполучних ліній, підпис потовщених горизонталей, по можливості проведення берштрихів.

Для отримання цікавішої моделі рельєфу додано ще декілька позначок і проінтерполювано (рис. 2.27).

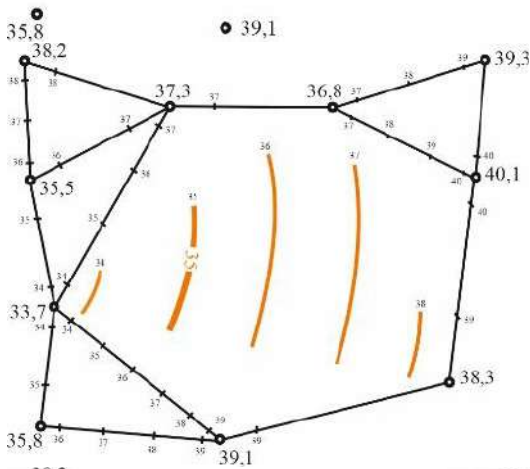
Інтерполювання «на око», допустиме при наявності у виконавця професійних навичок.

При проведенні горизонталей за позначеними інтерполюванням точками належить врахувати, що:

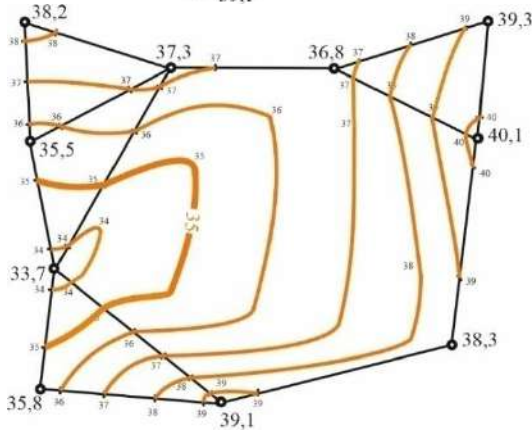
- регіони горизонталей повинні знаходитися на скелетних лініях рельєфу;



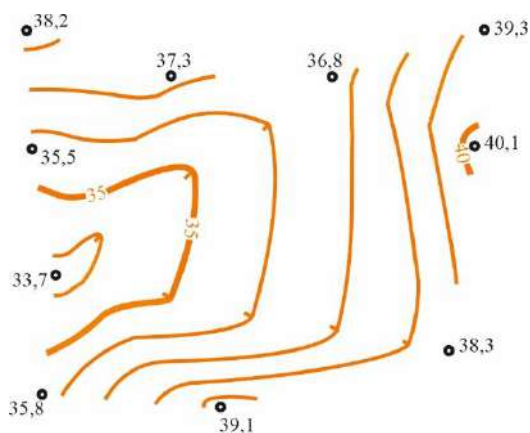
а) додавання декілька позначок



б) з'єднання позначок, які знаходяться на одному схилі; визначення розташування точок позначки яких є кратні висоті перерізу рельєфу



в) з'єднання позначок з однаковими висотами



г) стирання сполучних ліній, підписування потовщених горизонталей (в цьому випадку кожна п'яту горизонталь), проведення берштрихів

Рис. 2.27. Послідовність виконання інтерполювання горизонталей.

- горизонталі уриваються при перетині із штучними спорудами (будівлями, дорогами);
- при відстанях між горизонталями понад 2 см обов'язково проводять напівгоризонталі.

**Завдання.** Зобразити рельєф горизонталями за схемою планового розміщення точок з їхніми висотами (рис. 2.28).

Варіант завдання вказується викладачем.

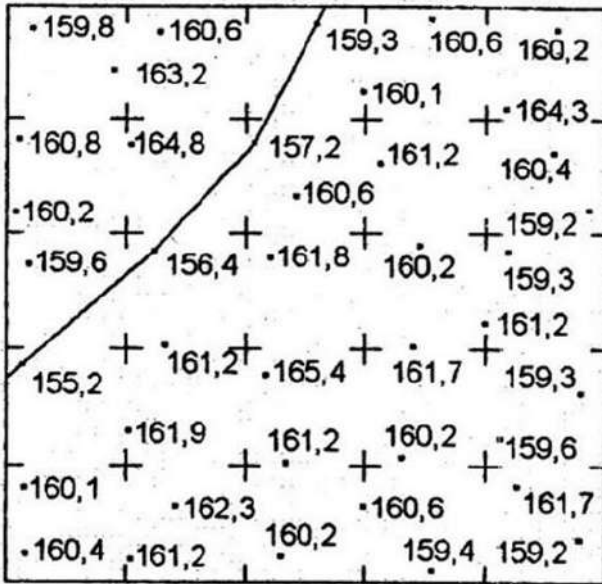
На рецензування подають завдання виконане тушшю різних кольорів:

- коричневою – рельєф;
- зеленою – перетин вершин квадратів (0,5 × 0,5 см);
- чорною – все інше.

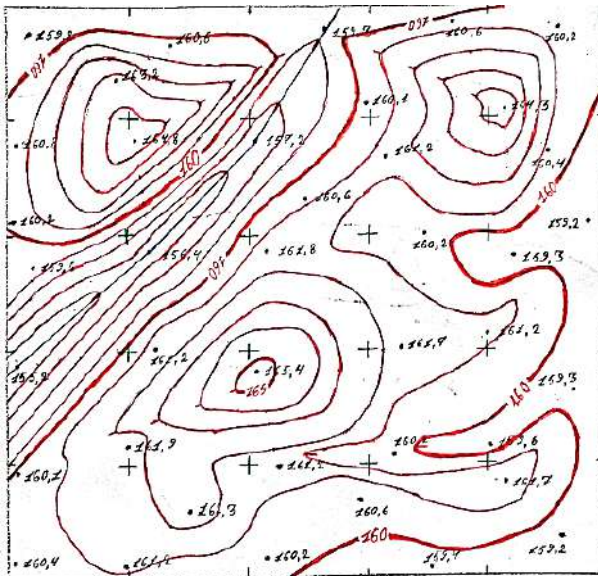
Все виконувати на бланках виданих викладачем.

### Контрольні завдання

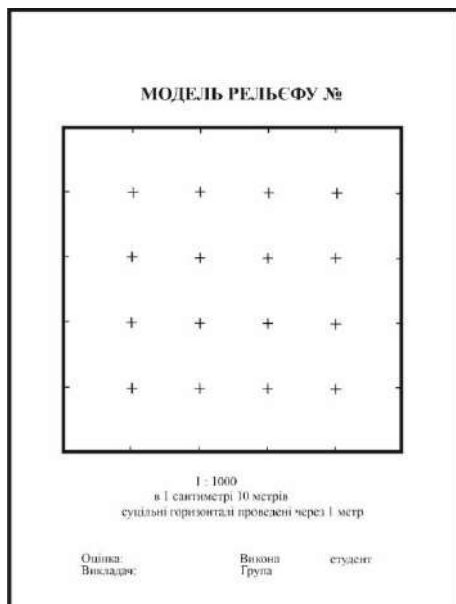
1. Що таке рельєф?
2. Які є форми рельєфу?
3. Що таке горизонталі?
4. Що таке висота перерізу рельєфу?
5. Які є види горизонталей?



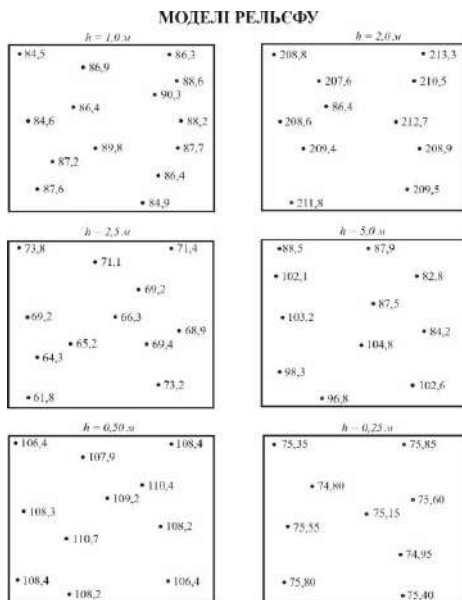
а) варіант завдання



б) зразок оформленої роботи



в) бланк для завдання 1



г) зразок додаткових моделей рельєфу

Рис. 2.28. Схема планового розміщення точок з їхніми висотами.

6. Що таке закладення горизонталей?
7. Що таке бергштрихи?
8. Охарактеризуйте правило підпису потовщених горизонталей при різних висотах перерізу рельєфу.
9. Які елементи схилу Ви знаєте?
10. Які горизонталі мають властивості?
11. Що таке інтерполювання горизонталей?
12. Охарактеризуйте основні методи інтерполяції горизонталей.
13. Послідовність виконання інтерполювання горизонталей.
14. Що потрібно врахувати при проведенні горизонталей за позначеними інтерполюванням точками?

### Список використаної літератури

1. Лозинський В. В. Топографічна карта. Львів, 2010. 56 с.
2. Лозинський В. В. Топографічна карта. Навчально-методичний посібник. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 76 с.

## Практична (лабораторна) робота 5

### РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ

**Мета роботи:** навчитися читати і користуватися топографічною картою; вміти розв'язувати задачі різної складності за топографічною картою.

#### Пропоновані задачі:

**1. Визначити географічні та прямокутні координати точки А, яка розташована на топографічній карті.** Положення точок на земній поверхні та на поверхні еліпсоїда визначаються їхніми координатами у тій чи іншій системі.

*Координатами* називають величини, що визначають положення будь-якої точки на поверхні або у просторі відносно прийнятої системи координат. Для визначення місце-

положення точок і напрямів використовують характерні лінії і площини на поверхні еліпсоїда обертання (рис. 2.29).

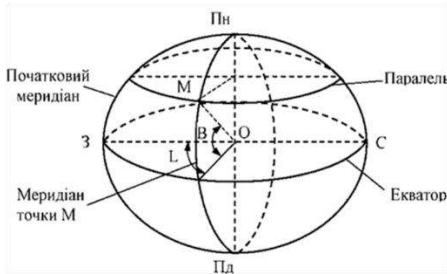


Рис. 2.29. Основні лінії і площини еліпсоїда обертання. Географічні координати точки  $M$ .

### 1.1. Географічні координати.

*Площина екватора* – площина, що перпендикулярна до осі обертання еліпсоїда та проходить через його центр.

*Екватор* – лінія перетину еліпсоїда площиною, що проходить через центр еліпсоїда і перпендикулярна до його осі обертання, тобто до полярної площини.

*Паралелі* – лінії перетину поверхні еліпсоїда площинами, що паралельні площині екватора. Вони являють собою кола.

*Меридіани* – лінії перетину еліпсоїда меридіальною площиною. Меридіани є еліпсами, які власним обертанням навколо малої осі утворюють еліпсоїд.

*Географічна широта ( $\varphi$ )* – кут, утворений площиною екватора і прямовисною лінією в певній точці земної поверхні.

*Географічна довгота ( $\lambda$ )* – двограний кут між площинами початкового (Грінвіцького) й меридіана, що проходить через деяку точку.

При зображенні на папері значних частин поверхні Землі застосовують спеціальні картографічні проєкції. Через певні інтервали у вибраній проєкції будують зображення меридіанів і паралелей, які перетинаючись, утворюють картографічну сітку. В середині цієї сітки розміщують узагальнені відображення елементів місцевості – контурів і рельєфу. Таке зображення місцевості називають *картою*.

На топокартах зображено територію земної поверхні, яка обмежена на заході і сході меридіанами, на півночі і півдні – паралелями із відомими довготою і широтою.

На північній і південній опорних рамках трапеції нанесені мінутні поділки по довготі, а на західній і східній сторонах – по широті у вигляді чорних і білих шашок, які чергуються. Кожна мінута довготи і широти поділена точками на шість частин, відстань між якими відповідає 10". З'єднавши прямими відповідні точки на протилежних широтах і довготах трапеції, можна одержати геодезичну сітку координат у вигляді ліній паралелей і меридіанів.

У кутках рамки наведені їхні географічні координати (рис. 2.30).

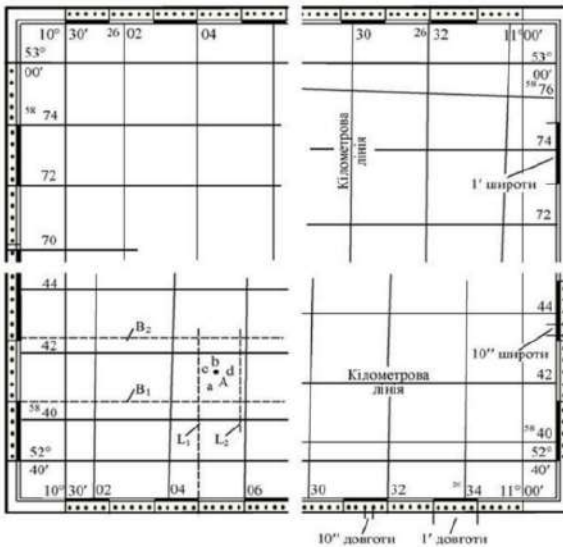


Рис. 2.30. Рамка топографічної карти.

Географічні координати ( $\varphi$  і  $\lambda$ ) кутів *внутрішньої рамки* аркуша підписані на карті. Паралельно внутрішній рамці побудована мінутна рамка, яка поділена на відрізки, що відповідають лінійній довжині однієї мінUTI широти (на західній і східній сторонах рамки) і довготи (на північній і південній сторонах рамки).

Для визначення географічних координат точки прокреслюють на карті найближчу до неї з півдня паралель і найближчий із заходу меридіан шляхом з'єднання прямими

лініями однозначних міток (позначень меж мінутних та 10-секундних відрізків) на протилежних сторонах рамки.

Шукана широта буде складатися із широти прокресленої паралелі і приросту широти точки відносно цієї паралелі. Аналогічно можна одержати і довготу точки.

Прирости широти і довготи визначають методом інтерполяції, вимірявши на карті довжину відповідних 10-секундних або одномінутних відрізків по рамці у міліметрах (сантиметрах) і відстань від точки до найближчої з півдня паралелі – для широти або найближчого із заходу меридіана – для довготи. За цими даними складається пропорція і визначається приріст координат ( $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\lambda$ ) з точністю до 1" (рис. 2.31).

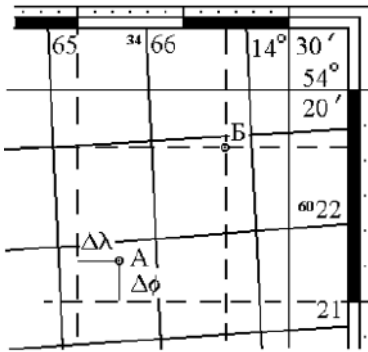


Рис. 2.31. Визначення географічних координат

Широта (довгота) заданої точки складається з широти (довготи) прокресленої паралелі (меридіана) і значення приросту координат в градусній мірі, тобто:

$$\begin{aligned}\varphi_A &= \varphi_{\Pi} + \Delta\varphi, \\ \lambda_A &= \lambda_M + \Delta\lambda\end{aligned}$$

Розглянемо конкретний приклад. Довжина 1' за широтою становить 74 мм. Відстань від початку мінути до перпендикуляра 33,8 мм.

Складаємо пропорцію (рис. 2.32):

$$\begin{aligned}60'' &- 74 \text{ мм}; \\ \Delta\varphi'' &- 33,8 \text{ мм}; \\ \Delta\varphi'' &= 60 \times 33,8 / 74 = 27,4 = 27''.\end{aligned}$$

Довжина 1' за довготою становить 43 мм.

$$\begin{aligned}60'' &- 43 \text{ мм}; \\ \Delta\lambda'' &- 23 \text{ мм}; \\ \Delta\lambda'' &= 60 \times 23 / 43 = 32,09'' = 32''.\end{aligned}$$

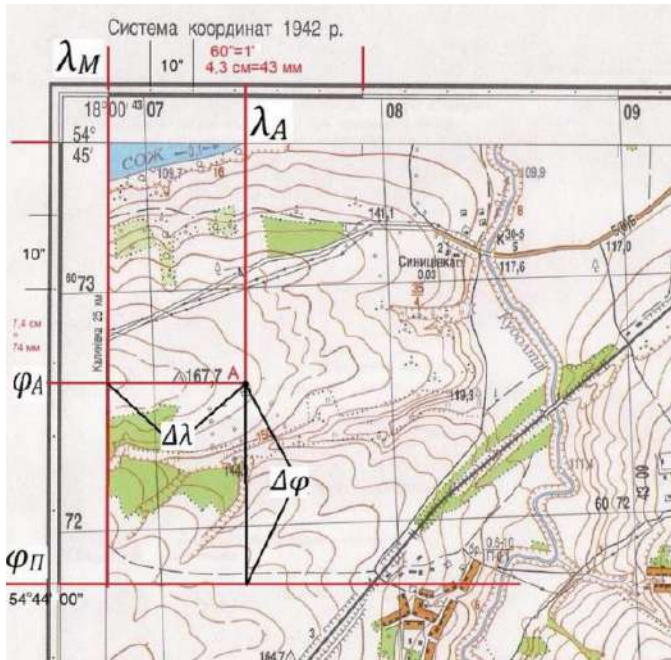


Рис. 2.32. Схема визначення географічних координат для точки А.

Широта заданої точки складається з широти прокресленої паралелі і значення приросту координат у градусній мірі, тобто:

$$\varphi_A = \varphi_{\Pi} + \Delta\varphi = 54^{\circ}44'00'' + 27'' = 54^{\circ}44'27''$$

Довгота заданої точки складається з довготи прокресленої меридіана і значення приросту координат в градусній мірі, тобто:

$$\lambda_A = \lambda_M + \Delta\lambda = 18^{\circ}00'00'' + 32'' = 18^{\circ}00'32''$$

## 1.2. Прямокутні координати.

Прямокутні координати використовують при зображенні обмеженої частини поверхні земного еліпсоїда на площині, коли розміри ділянки при виконанні геодезичних робіт дозволяють знехтувати сферичністю Землі.

Плоскі прямокутні координати – система координат, що складається з двох взаємно перпендикулярних прямих: осі абсцис  $X$  та осі ординат  $Y$ , які ділять площину на чверті. У цій системі площина збігається з площиною горизонту в точці  $O$ , що є початком цих координат. Вісь  $X$  співпадає з напрямком меридіана, що проходить через початок координат, або з напрямком який паралельний цьому меридіану (рис. 2.33).

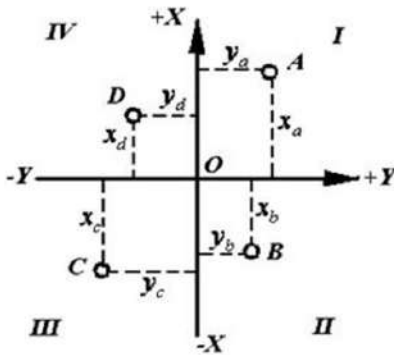


Рис. 2.33. Плоскі прямокутні координати.

Просторові прямокутні координати – система просторових (тривимірних) прямокутних координат, яка утворена трьома осями з початком у центрі еліпсоїда обертання.

У прямокутній системі координат ділянка місцевості в точці  $O$  ділиться на чотири чверті, які відраховують за ходом годинникової стрілки.

Напрямки осей від початку координат позначають на північ і схід знаком «+», а на південь і захід знаком «-». Положення точки визначається абсцисою  $X$  та ординатою  $Y$ , тобто відрізками відповідної осі від початку координат до основи перпендикуляра, що опущений з точки на вісь.

Положення точки в системі прямокутних координат визначається за допомогою *кілометрової сітки*.

На топографічних картах кілометрові лінії наносять через певну кількість кілометрів у масштабах: 1 : 10 000 через 10 см (1 км), 1 : 25 000 – 4 см (1 км), 1 : 50 000 – 2 см (1 км), 1 : 100 000 – 2 см (2 км), 1 : 200 000 – 2 см (4 км).

Значення ліній кілометрової сітки вказуються між внутрішньою і мінутною рамками. Абсциси горизонтальних ліній, паралельних екватору, виписані вздовж бокових рамок, ординати вертикальних ліній, паралельних осьовому меридіана – вздовж верхньої і нижньої рамок.

Координати ліній біля кутів рамки підписують повністю, а решти – тільки двома останніми цифрами. Абсциса  $X$  якої-небудь горизонтальної лінії дорівнюватиме найкоротшій відстані від цієї лінії до екватора, а ордината  $Y$  вертикальної лінії – найкоротшій відстані від цієї лінії до осьового меридіана зони (осі  $X$  зони), уявно перенесеного на 500 км на захід.

Для приблизного визначення місцезнаходження об'єкта зазвичай використовують скорочені координати, тобто вказують лише квадрат, в якому міститься об'єкт. Причому квадрат вказують останніми двома цифрами кілометрів – спочатку абсциси, а потім ординати. Наприклад, на рис. 2.34 точка  $A$  міститься у квадраті 21-65.

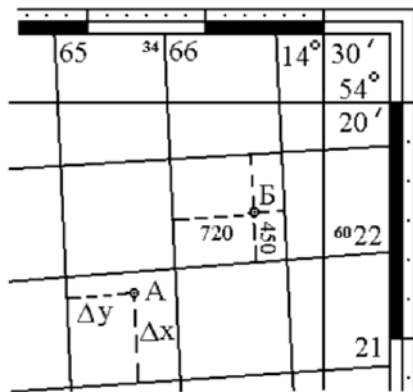


Рис. 2.34. Визначення прямокутних координат.

Одержані  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  додають до абсциси південної і ординати західної сторін квадрата і визначають координати точки  $A$ , тобто:

$$X_A = X_0 + \Delta X;$$

$$Y_A = Y_0 + \Delta Y.$$

Для точного визначення прямокутних координат точки випишують абсцису південної  $X_0$  і ординату західної  $Y_0$  сторін квадрата, в якому розташована точка  $A$ .

Потім на нижню і ліву сторони квадрата опускають з точки  $A$  перпендикуляри і вимірюють їх довжину  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  в масштабі карти (рис. 2.35).

Розглянемо детальний приклад точного визначення прямокутних координат точки випишують абсцису південної  $X_0$  і ординату західної  $Y_0$  сторін квадрата, в якому розташована точка  $A$ .

$$X_0 = 60\ 72\ 000\ \text{м};\ Y_0 = 43\ 07\ 000\ \text{м}.$$

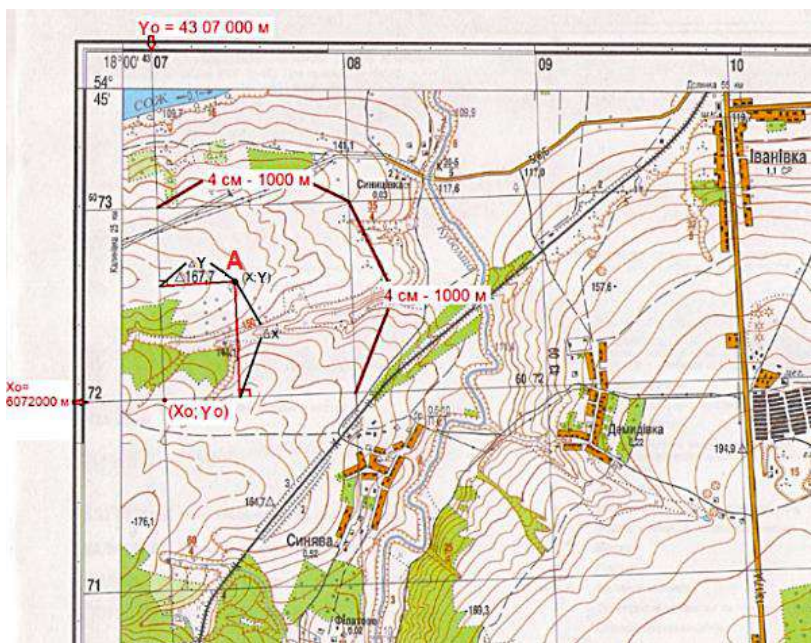


Рис. 2.25. Схема визначення прямокутних координат для точки А.

Потім на нижню і ліву сторони квадрата опускають з точки А перпендикуляри і вимірюють їх довжину  $\Delta X$  і  $\Delta Y$ . Далі переводять ці виміри в масштаб карти.

$$40 \text{ (мм)} - 1000 \text{ (м)},$$

$$24 \text{ (мм)} - \Delta X \text{ (м)},$$

$$\Delta X, \text{ м} = 24 \times 1000 / 40 = 600 \text{ м.}$$

$$40 \text{ (мм)} - 1000 \text{ (м)},$$

$$15,5 \text{ (мм)} - \Delta Y \text{ (м)},$$

$$\Delta Y \text{ (м)} = 15,5 \times 1000 / 40 = 387,5 \text{ (м)}, \text{ округлено до } 388 \text{ (м)}.$$

Одержані  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  додають до абсциси південної і ординати західної сторін квадрата і визначають координати точки А, тобто:

$$X_A = X_0 + \Delta X, \quad Y_A = Y_0 + \Delta Y,$$

$$X_A = 6072000 + 600 = 6072600 \text{ м.}$$

$$Y_A = 4307000 + 388 = 4307388 \text{ м.}$$

**2. Нанести на карту точку Б за відомими її прямокутними координатами і точку В за відомими її географічними координатами.** Спочатку за першими цифрами координат визначають квадрат прямокутної сітки, де буде знаходитися дана точка. Для цього координати точки Б розписують у вигляді:

$$X_B = X_0 + \Delta X, Y_B = Y_0 + \Delta Y,$$

$$X_B = 6\ 072 + 800\ (\text{м}), Y_B = 4\ 308 + 825\ (\text{м}),$$

де  $X_0$  і  $Y_0$  – координати південно-західної вершини квадрата в км, в якому буде розташовуватися точка Б, а  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  – прирости координат в метрах.

Знаходимо квадрат в якому знаходиться точка Б з координатами  $X_0$  і  $Y_0$ . Потім переводимо прирости координат  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  в масштаб карти. Тобто складаємо пропорцію і знаходимо:

$$\begin{array}{ll} \Delta X, \text{ в мм}; \Delta Y, \text{ в мм} & \\ 800\ \text{м} - \Delta X, \text{ мм}, & 825\ \text{м} - \Delta Y, \text{ мм}, \\ 1\ 000\ \text{м} - 40\ \text{мм}, & 1\ 000\ \text{м} - 40\ \text{мм}, \\ \Delta X = 800 \times 40 / 1\ 000 = 32\ \text{мм}; \Delta Y = 800 \times 40 / 1\ 000 = 33\ \text{мм}. & \end{array}$$

Відкладають від нижніх кутів знайденого квадрату на обох його вертикальних сторонах відрізки довжиною  $\Delta X$  (це три останні цифри значення  $X$ ). Наприклад, 32 мм. Кінці відрізків з'єднують прямою тонкою лінією. Так само від лівих кутів квадрата на обох його горизонтальних сторонах відкладають  $\Delta Y$  і з'єднують отримані мітки прямою лінією. Наприклад, 33 мм. Місце перетину проведених ліній показує розташування точки Б (рис. 2.26).

Нанести точку В є її географічними координатами:

$$\varphi_B = 54^\circ 44' 07'', \lambda_B = 18^\circ 01' 30''.$$

Для нанесення на карту точки В за її географічними координатами, слід провести паралель і меридіан, широта й довгота яких відповідає заданим координатам, використовуючи для цього мінутну рамку карти. Тобто  $\varphi_0 = 54^\circ 44'$  і  $\lambda_0 = 18^\circ 01'$ . Спочатку тонкою лінією з'єднують кінці мінутних відрізків з однаковою широтою (на західній і східній мінутних рамках карти) і кінці відрізків з однаковою довготою (на

південній і північній мінутних рамках карти) так, щоб координати точки  $B$  знаходились в отриманій мінутній трапеції.

$$\Delta\varphi = \varphi_B - \varphi_0 = 07'',$$

$$\Delta\lambda = \lambda_B - \lambda_0 = 30'',$$

де  $\varphi_0$  і  $\lambda_0$  – координати південно-західної вершини мінутної трапеції,  $\Delta\varphi$  і  $\Delta\lambda$  – прирости координат за широтою і довготою.

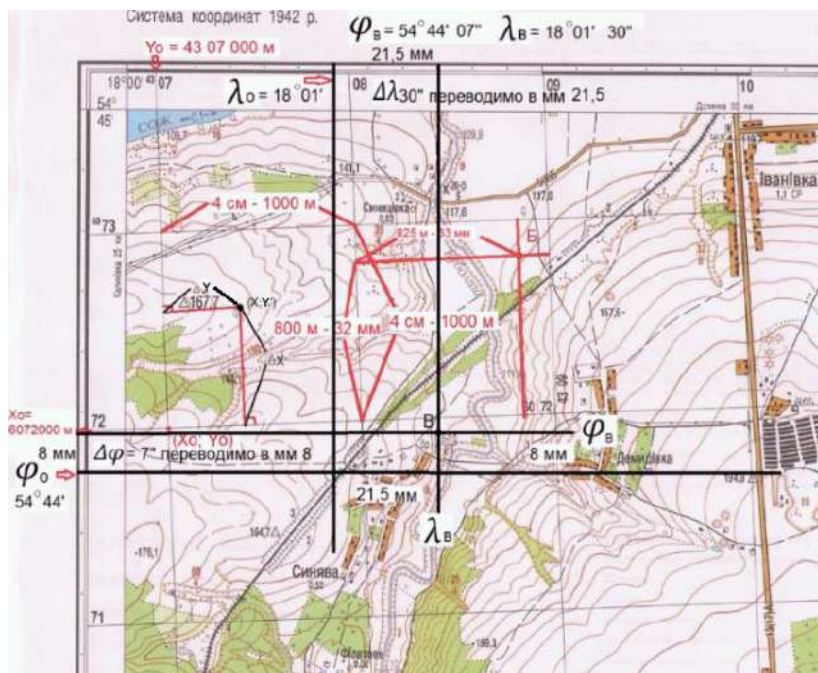


Рис. 2.26. Схема точного нанесення на карту точок  $B$  і  $B'$  за відповідно прямокутними і географічними координатами.

Визначають значення  $\Delta\varphi$  і  $\Delta\lambda$  в лінійній мірі. Для цього виміряють довжину мінутного відрізка по широті (на вертикальній стороні рамки)  $M$  і по довготі (на горизонтальній стороні рамки)  $N$  у міліметрах (сантиметрах), а потім складають й розв'язують пропорції:

$$\begin{array}{l} M - 60'' \quad \Delta\varphi_{MM} = \frac{M \times \Delta\varphi''}{60''}; \quad N - 60'' \quad \Delta\lambda_{MM} = \frac{N \times \Delta\lambda''}{60''} \\ \Delta\varphi_{MM} - \Delta\varphi'' \quad \Delta\lambda_{MM} - \Delta\lambda'' \\ 74 \text{ мм} - 60'' \quad 43 \text{ мм} - 60'' \\ \Delta\varphi_{MM} - 07'' \quad \Delta\lambda_{MM} - 30'' \\ \Delta\varphi_{MM} = 74 \times 7 / 60 = 8 \text{ мм}, \Delta\lambda_{MM} = 43 \times 30 / 60 = 21,5 \text{ мм} \end{array}$$

На західному і східному меридіанах мінутної трапеції відкладають циркулем-вимірником (лінійкою) відрізки довжиною  $\Delta\varphi_{MM} = 8 \text{ мм}$  і з'єднують отримані мітки прямою. На північній і південній паралелях відкладають відрізки довжиною  $\Delta\lambda_{MM} = 21,5 \text{ мм}$  з'єднують отримані мітки прямою. Місце перетину проведених прямих показує розташування точки *B*.

**3. Визначити географічні координати точки *B* та прямокутні координати точки *B*.** Розв'язок по аналогії до задачі 1.

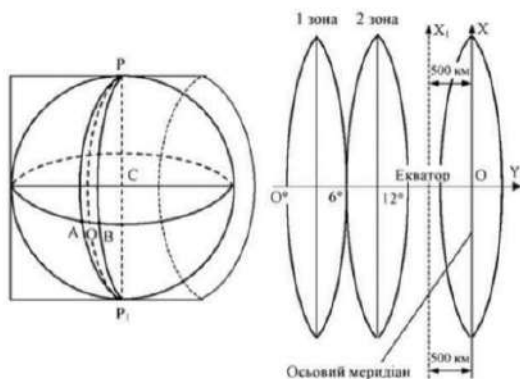
**4. Визначити на якій відстані від осьового меридіана зони розташовані точки *A*, *B*, *B*.** У зональній системі плоских прямокутних координат Гаусса в кожній зоні за вісь абсцис приймають середній прямолінійний меридіан зони, який називають ще осьовим, а за вісь ординат – лінію екватора, яка теж прямолінійна.

Точка перетину осьового меридіана і екватора – початок відліку координат. На північ від екватора значення абсцис додатні, а на південь – від'ємні. Відповідно і значення ординат на схід від осьового меридіана зони додатні, а на захід – від'ємні.

Україна розташована на північ від екватора і займає чотири зони – з 4-ї по 7-у включно. Всі точки (пункти) території України мають додатні абсциси, а ординати у східній частині всіх зон додатні, а в західній – від'ємні.

Для зручності абсцису (осьовий меридіан) кожної зони уявно переносять на захід на 500 км, внаслідок чого в усіх зонах ординати будуть також додатні, тобто із знаком «плюс». Таким чином, точки, що розташовані на захід від осьового меридіана, мають додатні ординати менші від 500 км, а на

схід – більшi від 500 км. Такі ординати називаються перетвореними, або умовними чи приведенними (рис. 2.27).



*Рис. 2.27.*  
Схема побудови поперечно-циліндричних проєкцій та систем координат Гауса-Крюгера.

У зв'язку з тим, що кожна зона має власну вісь абсцис і початок координат, точки з однаковою абсцисою і ординатою повторюються в усіх зонах. Тому перед числом, що характеризує перетворену ординату, треба писати номер зони.

Наприклад,  $Y = 6\ 358\ 705$  м означає, що точка знаходиться в шостій зоні на відстані  $500\ 000 - 358\ 705 = 141\ 295$  м на захід від осьового меридіана зони. А якщо  $Y = 6\ 758\ 705$  м означає, що точка знаходиться в шостій зоні на відстані  $758\ 705 - 500\ 000 = 258\ 705$  м на схід від осьового меридіана зони.

**5. Виміряти довжини сторін трикутника АБВ.** На аркуші міліметрового паперу викреслюють поперечний масштаб для числового масштабу карти. Вимірювання довжин ліній  $AB$ ,  $BV$  і  $BA$  виконують циркулем вимірником. На поперечному масштабі хрестиками показують отримані значення довжин ліній.

**6. Виміряти дирекційні кути ліній АБ, БВ і ВА.** Дирекційним кутом  $\alpha$  називають горизонтальний кут, що відлічують від північного напрямку осьового меридіана (або лінії, паралельної йому) до даного напрямку за ходом годин-

никової стрілки. Дирекційний кут змінюється від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Прямий і зворотний дирекційні кути лінії відрізняються на  $180^\circ$  (рис. 2.28).

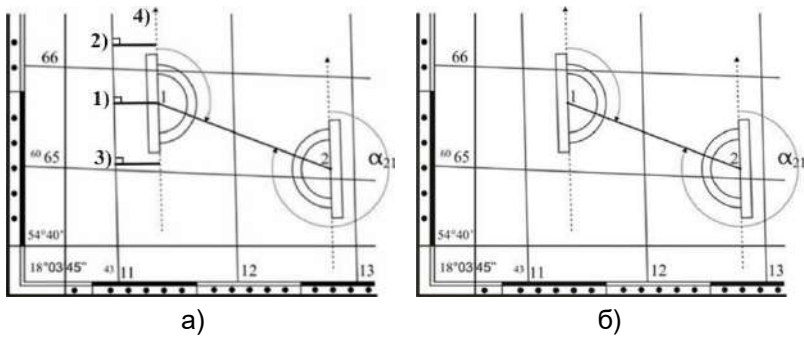


Рис. 2.28. Вимірювання дирекційного кута на карті транспортом:

- а) порядок проведення додаткового осьового меридіану: 1) з точки 1 опустити перпендикуляр на вертикальну лінію кілометрової сітки і поміряйте цей відрізок; 2) вище від точки 1 перпендикулярно до кілометрової сітки відкладіть попередньо поміряний відрізок; 3) аналогічно нижче від точки 1 перпендикулярно до кілометрової сітки відкладіть попередньо поміряний відрізок; 4) приклавши лінійку до цих трьох відкладених точок проведіть вертикальну лінію кілометрової сітки, тобто осьовий меридіан;
- б) вимірювання дирекційного кута.

Для вимірювання дирекційного кута напрямку лінії суміщають центр транспортера з точкою перетину лінії напрямку з вертикальною координатною лінією на карті, або з початковою точкою напрямку лінії. Одночасно орієнтують нульовий діаметр транспортера ( $0-180^\circ$ ) паралельно до вертикальної лінії сітки (рис. 2.29б). Дирекційний кут відлічують за транспортером від північного кінця вертикальної лінії сітки до даного напрямку за ходом годинникової стрілки.

**7. Виміряти географічні (істинні) азимуту ліній АБ, БВ і ВА.** Географічним (дійсним) азимутом А називають горизонтальний кут, який відлічують від північного

напряму географічного (дійсного) меридіана за ходом годинникової стрілки (від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ) до напрямку на предмет.

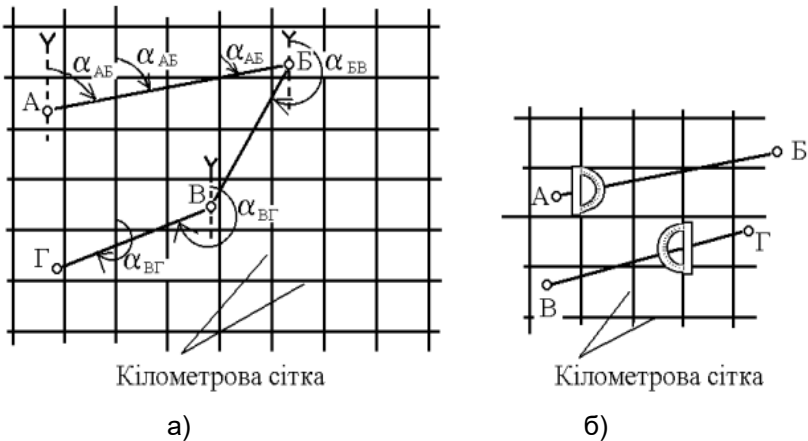


Рис. 2.29. Дирекційні кути: а) графічне зображення; б) положення транспортира при вимірюванні кутів.

Оскільки географічні меридіани не паралельні між собою, то азимут заданої лінії в різних її точках неоднаковий і відрізняється на величину зближення меридіанів  $\gamma$ .

Азимут, визначений на початку прямої, називають *прямим* ( $A_{пр}$ ), а в кінці – *зворотним* ( $A_{зв}$ ). Прямий і зворотний азимуту тої самої лінії в різних її точках відрізняються між собою на  $180^\circ + \gamma$ ; вони ж в одній і тій самій точці різняться на  $180^\circ$ .

Географічний азимут на карті можна виміряти транспортиром. Для цього, використовуючи мінутне розграфлення верхньої і нижньої рамок карти, проводять географічний меридіан, відносно якого вимірюють величину географічного азимута (рис. 2.30).

### 8. Обчислити дирекційні кути ліній $AB$ , $BV$ і $VA$ .

Вихідними даними для обчислення дирекційних кутів ліній, шляхом розв'язання оберненої геодезичної задачі, є відомі прямокутні координати точок  $A$ ,  $B$ ,  $V$ .

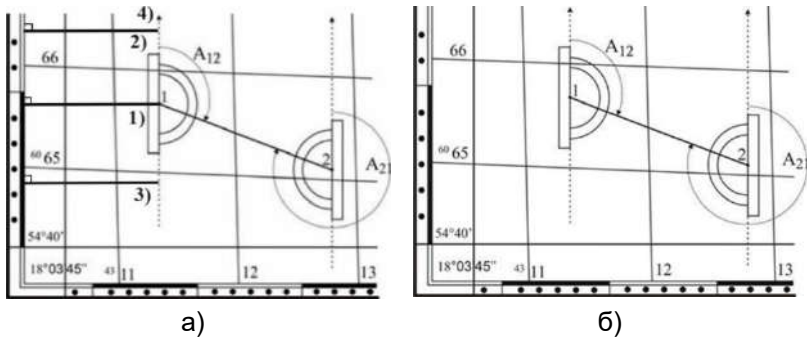


Рис. 2.30. Вимірювання географічного (істинного) азимута на карті транспортиром:

а) порядок проведення додаткового географічного (істинного) меридіану: 1) з точки 1 опустити перпендикуляр на мінутну рамки і поміряйте цей відрізок; 2) вище від точки 1 перпендикулярно до мінутної рамки відкладіть попередньо поміряний відрізок; 3) аналогічно нижче від точки 1 перпендикулярно до мінутної рамки відкладіть попередньо поміряний відрізок; 4) приклавши лінійку до цих трьох відкладених точок проведіть географічний меридіан;

б) вимірювання географічного азимуту.

Спочатку визначають румб лінії (наприклад для лінії  $AB$ ) за координатами її початкової точки  $A (X_A, Y_A)$  і кінцевої  $B (X_B, Y_B)$ . Румб можна визначити за формулою:

$$\operatorname{tg} R_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$$

Різниці координат кінцевої ( $B$ ) і початкової ( $A$ ) точок лінії  $AB$   $\Delta X$  і  $\Delta Y$  називають приростами координат.

*Румбом*  $R$  називають гострий горизонтальний кут, який відлічують від найближчого напрямку меридіана (північного або південного) до заданого напрямку лінії. Залежно від того, який меридіан приймають за вихідний, румби можуть бути географічними, магнітними та дирекційними.

Змінюються румби від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . При цьому, до їхнього кутового значення дописують назву чверті, в якій проходить лінія (Пн.-Сх., Пд.-Сх., Пд.-Зх., Пн.-Зх.) (рис. 2.31).

Назву чверті встановлюють відповідно до знаків приростів координат  $\Delta X$  і  $\Delta Y$ . Дирекційні кути обчислюють за формулами, що визначають залежність між кутами орієнтування (табл. 2.4, рис. 2.32).

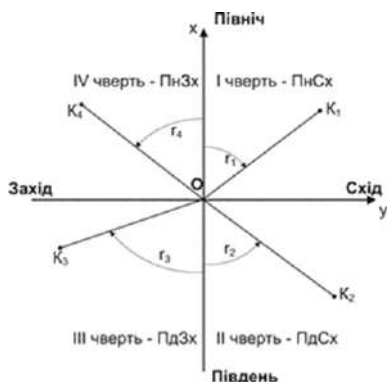


Рис. 2.31. Румби та їх чверті.

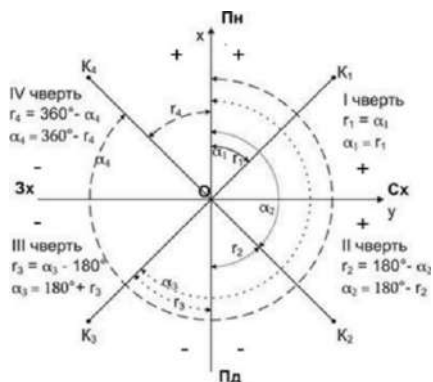


Рис. 2.32. Залежність між румбами і дирекційними кутами.

Таблиця 2.4

Залежність між румбами і дирекційними кутами

Номер і назва чверті	Значення азимута, в градусах	Румб дорівнює	Азимут дорівнює
I – Пн.-Сх.	0 – 90	$R_1 = A_1$	$A_1 = R_1$
II – Пд.-Сх.	90 – 180	$R_2 = 180^\circ - A_2$	$A_2 = 180^\circ - R_2$
III – Пд.-Зх.	180 – 270	$R_3 = A_3 - 180^\circ$	$A_3 = R_3 - 180^\circ$
IV – Пн.-Зх.	270 – 360	$R_4 = 360^\circ - A_4$	$A_4 = 360^\circ - R_4$

*Примітка.* Обчислені дирекційні кути з цієї задачі мають бути подібними з вимірними кутами задачі 6 (мова йде про градуси).

**9. Обчислити внутрішні кути трикутника АБВ за дирекційними кутами його сторін.** Внутрішні кути трикутника обчислюють за дирекційними кутами його сторін

визначеними в задачі 8. Обчислення виконують за формулою:

$$\beta_i = \alpha_{i-1,i} \pm 180 - \alpha_{i,i+1},$$

де  $\beta_i$  – внутрішній кут трикутника, який обчислюють;  $\alpha_{i-1,i}$  – дирекційний кут задньої сторони трикутника (за ходом годинникової стрілки);  $\alpha_{i,i+1}$  – дирекційний кут передньої сторони трикутника.

**10. Обчислити довжини сторін трикутника АБ, ВВ і ВА.** За відомими прямокутними координатами точок А, В, В і румбами сторін АБ, ВВ, ВА обчислюють довжини сторін трикутника. Обчислення проводять за формулами оберненої геодезичної задачі.

$$S_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\cos R_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin R_{AB}} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

*Примітка 1.* Отримані результати обчислень за цими трьома формулами мають бути однаковими. Якщо відмінність у метрах і десятках метрів, в такому разі потрібно переробити попередні задачі, які стосуються пошуку прямокутних координат і румбів.

*Примітка 2.* Порівняйте результати обчислених довжин із результатами виміряних і показаних на нормальному поперечному масштабі (задача 5). Довжини мають бути однаковими.

**11. Обчислити зближення меридіанів у точках А, Б, В.** Кут між північним напрямом географічного меридіана і північним напрямом вертикальної лінії координатної сітки називають *зближенням меридіанів* у (рис. 2.33).

Для точок, розташованих на схід від осьового меридіана, зближення вважають додатнім (у цих точках лінії, паралельні до осьового меридіана, і відхиляються на схід від географічних меридіанів, проведених через ті ж точки).

Для точок, що розташовані на захід від осьового меридіана, зближення від'ємне. На всіх аркушах топографіч-

них карт (під південною рамкою аркуша) подано зближення меридіанів (для середини аркуша).

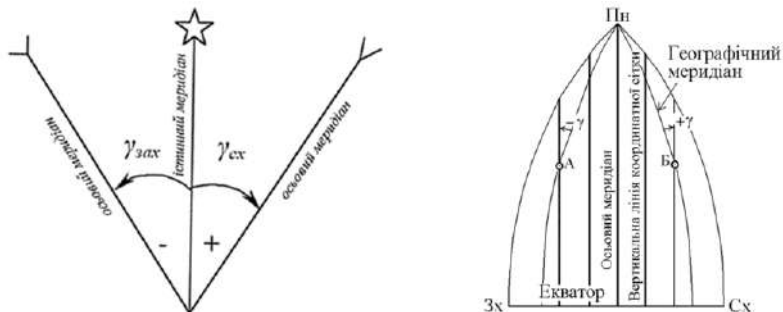
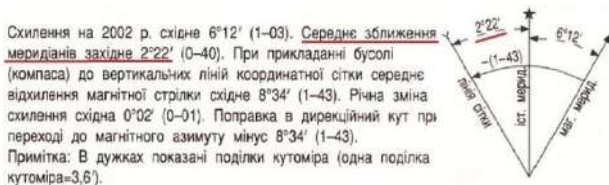


Рис. 2.33. Зближення меридіанів.

Середнє зближення меридіанів є визначене на середину топографічної карти. Воно підписане, разом із іншими даними і зображене під південною рамкою карти (рис. 2.34).



Схилення на 2002 р. східне  $6^{\circ}12'$  (1–03). Середнє зближення меридіанів західне  $2^{\circ}22'$  (0–40). При прикладанні бусолі (компаса) до вертикальних ліній координатної сітки середнє відхилення магнітної стрілки східне  $8^{\circ}34'$  (1–43). Річна зміна схилення східна  $0^{\circ}02'$  (0–01). Поправка в дирекційний кут при переході до магнітного азимуту мінус  $8^{\circ}34'$  (1–43). Примітка: В дужках показані поділки кутотіра (одна поділка кутотіра=3,6').

Рис. 2.34. Розміщення і розташування зближення меридіанів.

Зближення меридіанів для певної точки на площині в проекції Гаусса можна обчислити за формулою:

$$\gamma = (\lambda_m - \lambda_o) \sin \varphi,$$

де  $\lambda_m$  – довгота точки;  $\lambda_o$  – довгота осьового меридіана зони;  $\varphi$  – широта точки.

Довготу осьового меридіана зони можна визначити за формулами: для східної півкулі  $\lambda_o = 6^{\circ}N - 3^{\circ}$  і для західної півкулі  $\lambda_o = 180^{\circ} - [6^{\circ}(N - 30) + 3^{\circ}]$ , де  $N$  – номер геодезичної зони.

*Примітка.* Обчислені зближення меридіанів мають бути схожими до визначеного зближення на середину аркуша топографічної карти.

**12. Обчислити географічні (дійсні) і магнітні азимути ліній *АВ*, *ВВ* і *ВА*.** Вихідними даними для визначення географічних азимутів ліній є обчислені дирекційні кути відповідних ліній (див. задачу 8) і зближення меридіанів у початковій точці лінії (див. задачу 11).

Обчислення проводять за формулою:

$$A = \alpha + \gamma$$

*Примітка.* Обчислені географічні азимути мають бути схожими із обчисленими у задачі 7, принаймні градуси.

*Магнітним азимутом*  $A_M$  називають горизонтальний кут, який відлічують від північного напрямку магнітного меридіана за ходом годинникової стрілки (від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ) до напрямку на предмет. Магнітний меридіан будь-якої точки земної поверхні загалом не збігається з географічним меридіаном цієї точки.

Кут, утворений магнітним меридіаном точки з її географічним меридіаном називають *схиленням магнітної стрілки*. Або магнітне схилення (рис. 2.35).

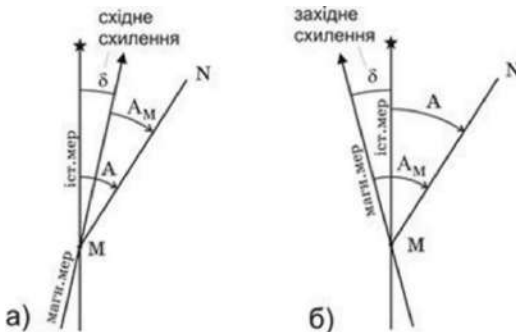


Рис. 2.35. Схилення магнітної стрілки: а) східне «+»; б) західне «-».

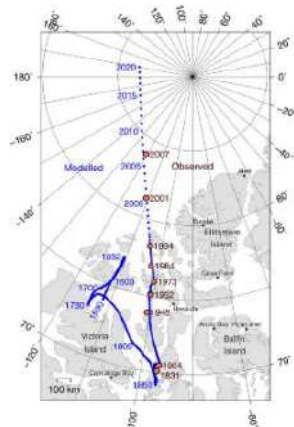


Рис. 2.36. Рух північного магнітного полюсу.

Північний кінець магнітної стрілки може відхилитись від географічного меридіана на схід або на захід. Залежно від цього схилення є східним (додатнім) або західним (від'ємним).

Під південною рамкою аркуша топографічної карти розміщені відомості про схилення магнітної стрілки для території, що зображена на карті (рис. 2.37), середнє зближення меридіанів (для середини аркуша), поправка до дирекційного кута при обчисленні магнітного азимута, схема взаємного розміщення географічного (істинного), магнітного меридіанів і вертикальної лінії сітки (паралельної до осьового меридіана зони).

Схилення на 2002 р. східне  $6^{\circ}12'$  (1-03). Середнє зближення меридіанів західне  $2^{\circ}22'$  (0-40). При прикладанні бусолі (компаса) до вертикальних ліній координатної сітки середнє відхилення магнітної стрілки східне  $8^{\circ}34'$  (1-43). Річна зміна схилення східна  $0^{\circ}02'$  (0-01). Поправка в дирекційний кут при переході до магнітного азимуту мінус  $8^{\circ}34'$  (1-43).  
Примітка: В дужках показані поділки кутотвіра (одна поділка кутотвіра=3,6).

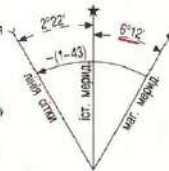


Рис. 2.37. Розміщення і розташування схилення магнітної стрілки.

У цьому випадку нас цікавить схилення на певний рік і річна зміна схилення (див. рис. 2.37). Обчислюємо схилення магнітної стрілки на теперішній рік. Випишуємо схилення на рік створення карти. Випишуємо річне схилення. Обов'язково слідкуємо за знаками. Якщо східне тоді «+», якщо західні – «-». Знаходимо різницю років, тобто віднімаємо від теперішнього року рік створення карти. Далі різницю років перемножуємо на річне схилення. Далі вже визначаємо схилення магнітної стрілки на момент користування картою, тобто до схилення на рік створення карти додаємо річну зміну схилення за ці роки. Важливо, не забувати враховувати знаки і правильно переводити мінути і градуси.

Обчислені географічні азимуті відповідних ліній і схилення магнітної стрілки, визначене на момент користування картою, є вихідними даними для обчислення магнітних азимутів ліній за формулою:

$$A_m = A - \delta$$

Магнітний азимут можна визначити за дирекційним кутом, вимірним на карті:

$$A_m = \alpha - (\delta - \gamma)$$

Різницю між магнітним схиленням і зближенням меридіанів  $\Pi = \delta - \gamma$  називають *поправкою напряду* або *відхи-*

ленням магнітної стрілки від осьового меридіана координатної зони.

**13. Скласти графік закладень.** Крутістю схилу називають вертикальний кут  $v$ , утворений напрямом схилу і рівневою поверхнею (горизонтальною площиною).

Напрямом схилу називають напрям найкоротшої відстані від верхньої точки схилу до нижньої, по якій крутість схилу найбільша. Крутість лінії схилу або похил місцевості визначають за формулами:

$$i = \operatorname{tg} v = \frac{h}{d}, \quad v^\circ = \frac{h}{d} \rho^\circ, \quad v^\circ = 57,3^\circ \frac{h}{d} \approx 60^\circ \frac{h}{d},$$

Щоб спростити визначення крутизни схилів і похилів місцевості використовують спеціальний графік, який називають *графіком закладень*. Для побудови графіка горизонтальну лінію ділять на однакові відрізки довільної довжини (1 см) і на кінцях відрізків підписують значення кутів нахилу, починаючи від  $0^\circ 30'$  і далі  $1^\circ, 2^\circ, \dots$  до  $20^\circ$ . Потім обчислюють закладення, які відповідають кожному значенню кута нахилу для прийнятої висоти перерізу рельєфу, за формулою:

$$d = h \times \operatorname{ctg} v.$$

Одержані величини закладень, виражені у масштабі карти, відкладають на перпендикулярах до горизонтальної лінії проти відповідних кутів нахилу. Через верхні кінці перпендикулярів проводять плавну криву за допомогою лекала.

При виконанні задачі на креслярському папері за допомогою чорної туші будують графік закладень для кутів нахилу  $0^\circ 30', 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ$  і висоти перерізу рельєфу для заданої топографічної карти. Обчислені значення закладень показують в зошиті у вигляді таблиці.

Щоб визначити крутизну схилу за графіком закладень, циркулем-вимірником беруть на схилі відстань АВ між двома сусідніми горизонталями (рис. 2.37) і прикладають до графіка закладень так, щоб одна ніжка циркуля знаходилась на горизонтальній лінії, а друга – на кривій. На горизонтальній

лінії графіка читають крутизну схилу в градусах. У нашому випадку крутизна схилу за напрямом  $AB$   $v = 1^{\circ}30'$ .

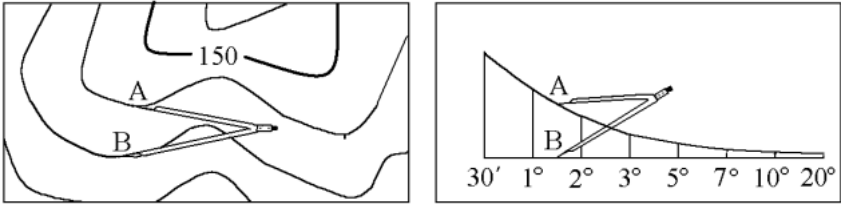


Рис. 2.37. Визначення крутизни схилу за графіком закладень.

**14. Визначити абсолютні висоти (позначки) точок А, Б, В і перевищення між цими точками.** Визначення абсолютних висот точок починають із встановлення позначок висоти для не підписаних горизонталей. При цьому слід пам'ятати, що позначки висоти горизонталей завжди кратні висоті перерізу на карті заданого масштабу. Якщо точка лежить на горизонталі, то її висота дорівнює позначці заданої горизонталі. На рис. 2.38 абсолютна висота точки А дорівнює 200 м.

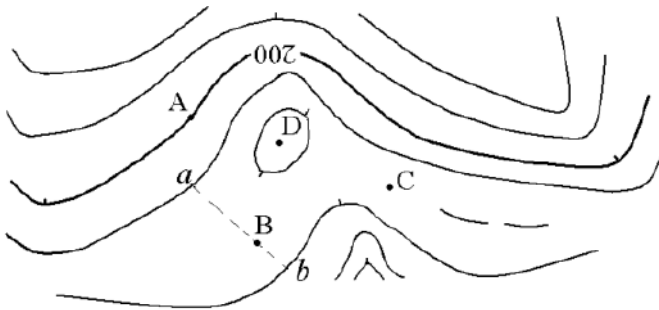


Рис. 2.38. Визначення висот точок.

Якщо точка лежить в проміжку між двома горизонталями, то знаходять позначку меншої горизонталі й обчислюють перевищення точки над меншою горизонталлю. Для цього на карті (кресленні) через точку проводять лінію найбільшої крутості схилу  $ab$  і вимірюють відрізки  $ab$  і  $Bb$ .

Потім, складають пропорцію й обчислюють:

$$h - ab, \Delta h - Bb, \Delta h = h \times Bb / ab,$$

де  $h$  – висота перерізу рельєфу для даної карти (5 м у цьому випадку).

До позначки меншої горизонталі додають обчислене перевищення. Перевищення точки можна розрахувати і відносно більшої горизонталі, але тоді його потрібно відняти від позначки цієї горизонталі. Якщо точка знаходиться між горизонталями з однаковими позначками висоти (точка  $C$  на рис. 2.38) або всередині фігури утвореної замкнутою горизонталлю (точка  $D$ ), то її позначку можна визначити лише приблизно, вважаючи, що її абсолютна висота більша або менша висоти цієї горизонталі на  $0,5h$ . На рис. 2.38 при  $h = 5$  м абсолютні висоти точок  $C$  і  $D$  дорівнюють:  $H_C = 207,5$  м,  $H_D = 212,5$  м.

Визначення перевищення або відносної висоти зводиться до вирахування різниці між висотою двох заданих точок.

*Примітка.* Важливо схематично зобразити розташування цих точок і горизонталей, з підписами їх абсолютних висот.

**15. Визначити взаємну видимість між точками  $A$  і  $B$ ,  $B$  і  $V$ ,  $V$  і  $A$ .** Визначення за картою взаємної видимості між точками зводиться до виявлення перешкод, які можуть закрити об'єкт від погляду спостерігача.

Для визначення видимості точки  $B$  з пункту спостереження  $A$  прокреслюють на карті між ними пряму лінію і позначають на ній точку  $D$ , що лежить на хребті, який згідно оцінки на око може заважати спостереженню (рис. 2.39).

Визначають позначки всіх трьох точок. Наприклад  $H_A = 150$  м,  $H_D = 125$  м і  $H_B = 110$  м. Ставлять нуль біля точки з найменшою позначкою, а в інших точках підписують їхні перевищення у відношенні до цієї нульової точки. В цьому випадку точка  $B$  є нульовою точкою, точка  $D$  вища від неї на 15 м, а точка  $A$  – на 40 м.

З точок  $A$  і  $D$  будують перпендикуляри до лінії  $AB$  і відкладають на них в довільному масштабі значення переви-

щень: від точки  $D$  – 15 мм і від точки  $A$  – 40 мм. Через кінці перпендикулярів проводять пряму лінію, яка називають променем зору.

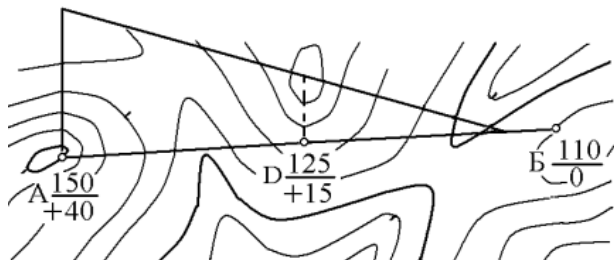


Рис. 2.39. Визначення взаємної видимості між точками.

Якщо ця пряма перетне лінію  $AB$ , як це показано на рис. 2.39, то проміжна точка  $D$  не заважає бачити задану точку  $B$ . Якщо перетин буде на продовженні лінії  $AB$ , то видимості між даними точками немає. В тому випадку, коли проміжною точкою буде місцевий об'єкт (ліс, інженерна будова), треба до позначки місця, на якому він стоїть, додати його висоту.

**16. Визначити об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки.** Показана на рис. 2.40 ділянка річки має всі відповідні числові характеристики для обчислення приблизного об'єму води, що протікає щосекунди.

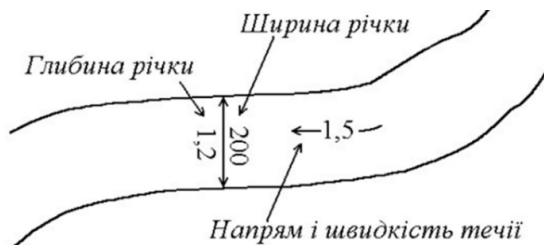


Рис. 2.40. Числові характеристики річки.

Відомо, що всім річкам, як правило, властиве поступове збільшення глибини.

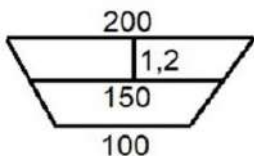


Рис. 2.41. Поперечний переріз річки.

Для наближених розрахунків вважатимемо, що вказана на карті глибина проходить не по всій ділянці поперечного перерізу, а тільки по його половині (рис. 2.41). Таким чином, живий переріз має форму не прямокутника, а трапеції з основами 100 і 200 м і висотою 1,2 м.

Площа перерізу дорівнює пів сумі основ, помноженої на висоту ( $150 \times 1,2 = 180 \text{ м}^2$ ). Кількість води, що протікатиме щосекунди, якщо швидкість течії буде дорівнювати 1 м/с, становитиме  $180 \text{ м}^3$ . У нашому прикладі швидкість дорівнює 1,5 м/с. Отже, щосекунди через заданий переріз річки протікає  $270 \text{ м}^3$  ( $180 \text{ м}^2 \times 1,5 \text{ м/с}$ ).

Відповідно до отриманих топографічних карт, студенти вибирають довільно річку з цієї карти де представлені всі ці дані, що стосуються ширини, глибини і швидкості течії.

Далі вони схематично зарисовують її в межах робочого зошита, і вписують фрагмент розташування річки (рис. 2.42).

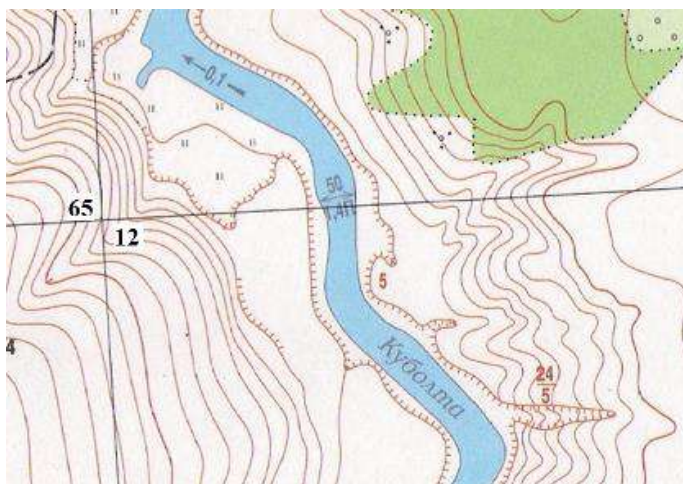


Рис. 2.42. Фрагмент річки у квадраті 65-12.

**17. Визначити загальний об'єм деревини в лісі на площі 1 га.** На топографічній карті в кожному великому лісовому масиві умовними позначеннями вказується порода, висота, діаметр дерев і відстань між ними.

Допустимо біля умовного значка, який вказує на породу лісу, стоїть оцифрування 5 0,30 20. Це означає, що середня висота дерев 20 м, середній діаметр на висоті грудей 0,30 м, а відстань між деревами 5 м. Стовбур кожного дерева можна прийняти за конус, об'єм якого обчислюють за формулою:

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$$

За цією формулою, для нашого прикладу обчислимо об'єм одного дерева:

$$V = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 20 = 0,47 \text{ м}^3$$

А щоб дізнатися, скільки кубометрів деревини є в лісі на площі 1 га, спочатку треба визначити загальну кількість дерев, що ростуть на цій площі. Гектар є площею квадратом зі стороною 100 м. В нашому випадку дерево від дерева росте через 5 м. Тоді на відстані 100 м буде рости 20 дерев, а на площі 100 × 100 м будемо мати 20 × 20 = 400 дерев. Отже, загальний об'єм деревини на одному гектарі дорівнює: 0,47 × 400 = 188 м<sup>3</sup>.

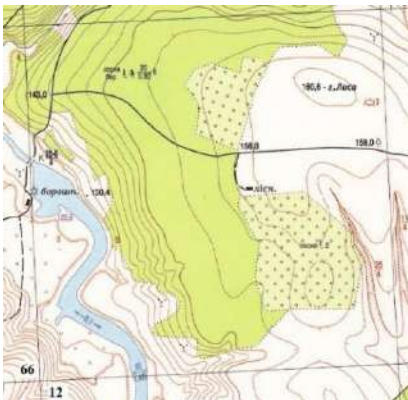


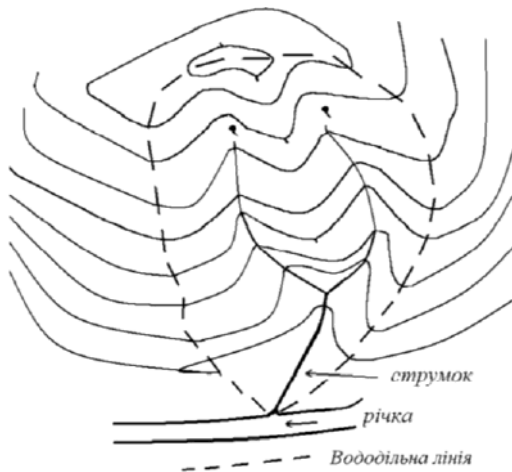
Рис. 2.43. Фрагмент лісу у квадраті 66-12.

Відповідно до отриманих топографічних карт, студенти довільно вибирають фрагмент лісового масиву із вказаними параметрами.

Далі вони схематично зарисовують його в робочому зошиті, і вписують відповідний фрагмент розташування отриманого лісового масиву (рис. 2.43).

**18. Виділити межі і визначити площу водозбірного басейну.** Водозбірною площею або басейном називають територію, з якої снігова і дощова вода стікає в річку або річкову систему (водотоки), або в озеро, море (водойми).

Межі водозбірної площі (басейну) визначають за *вододільними лініями*, які проходять через точки, від яких лінії схилу розходяться у різні боки. Розміщуються такі точки в місцях найбільшого вигину горизонталей. Вододіли проходять по лініях хребтів (ними є нормалі до горизонталей в точках їх перетину на хребтах), через вершини і сідловини (рис. 2.44).



*Рис. 2.44.*  
Виділення басейну водостоку.

Площу басейну можна визначити за допомогою палетки. Палетка – це сітка дрібних квадратів, як правило, із стороною 2 мм, яку наносять на прозорий матеріал (плівку, кальку, пластик). Сіткову палетку накладають на площу контуру, який вимірюють, і лічать число повних квадратів. Частки квадратів також переводять у повні квадрати. Потім, знаючи площу найменшої поділки палетки, тобто площу найменшого квадрата, визначають величину площі шуканої фігури в гектарах або квадратних метрах (рис. 2.45).

Наприклад, площа одного квадрата із стороною 2 мм в масштабі карти 1 : 25 000 становитиме  $50 \times 50 = 2\,500 \text{ м}^2 =$

0,25 га, а при накладанні палетки на площу контуру полічили 101 квадрат палетки. Отже, площа фігури буде дорівнювати  $0,25 \times 101 = 25,25$  га.

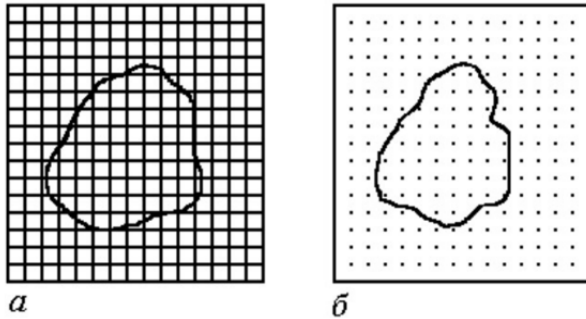


Рис. 2.45. Сіткова (а) і крапкова (б) палетки.

Крапкову палетку (див. рис. 2.45) також виготовляють на прозорому матеріалі. Вага кожної крапки дорівнює ціні поділки палетки, тобто площі найменшого квадрата. Перевага крапкової палетки над сіткою в тому, що немає необхідності оцінювати на око частки квадратиків, які входять у межі контуру, а достатньо полічити кількість крапок, які знаходяться всередині фігури. Площу ділянки, виміряну крапковою палеткою, обчислюють за формулою  $P = nc$ , де  $n$  – кількість крапок у контурі,  $c$  – вага крапки.

Для контролю площу даної фігури вимірюють повторно, розвернувши палетку приблизно на  $45^\circ$ . Відносна похибка визначення площі палеткою становить  $1 : 50 - 1 : 100$ . При виконанні цієї умови за кінцеве значення площі приймають середнє арифметичне з двох визначень.

**19. Визначити площу трикутника АБВ за обчисленими довжинами його сторін (задача 10) і кутами (задача 9).** Спочатку обчислюємо подвійну площу:

$$\begin{aligned} 2P_1 &= S_{AB} \times S_{BB} \times \sin B, \\ 2P_2 &= S_{BB} \times S_{BA} \times \sin B, \\ 2P_3 &= S_{BA} \times S_{AB} \times \sin A \end{aligned}$$

Щоб отримати площу потрібно поділити отриману подвійну площу на два. Обчислені площі за цими трьома формулами повинні бути однаковими.

**20. Скласти географічний опис місцевості.** Географічний опис місцевості починають із загальної характеристики території. Потім складають опис кожного географічного елемента місцевості. В загальній характеристиці місцевості вказують:

1) дані про карту (номенклатура, масштаб, рік видання тощо);

2) відомості про межі ділянки (географічні та прямокутні координати її кутів), геодезичну основу (види опорних пунктів, їх кількість);

3) загальну характеристику місцевості (тип рельєфу, основні населені пункти, головні шляхи сполучення, наявність лісів тощо).

Після загальної характеристики місцевості описують географічні елементи місцевості:

1) *рельєф ділянки* (форми рельєфу, площа, яку вони займають, протяжність, позначки абсолютних і відносних висот, головні вододіли, форма і крутизна схилів, наявність ярів, урвищ, вимоїн із зазначенням їхньої протяжності та глибини, штучні форми рельєфу тощо);

2) *гідрографію* (назви окремих об'єктів; протяжність, ширина, глибина, напрям і швидкість течії річок, похил, типи берегів, заплави; транспортне значення, наявність гідротехнічних споруд тощо; площа, типи берегів, якість води озер; канали, канали, джерела, колодязі та ін.);

3) *рослинність* (тип, склад порід, площа, розміщення);

4) *населені пункти* (назва, тип, людність, адміністративне значення, структура і планування, об'єкти промисловості, комунального господарства, зв'язку тощо);

5) *шляхи сполучення* (тип; для автомобільних доріг – назва дороги або пунктів, які вона з'єднує, характер покриття, ширина тощо; для залізниць – кількість колій, вид тяги, назва станцій, вокзалів тощо; споруди на дорогах);

6) *інші елементи місцевості* (границі, межі, ґрунти та ін.).

*Примітка.* На рецензування студенти подають розв'язані задачі, виконані в робочому зошиті зі стислими поясненнями і рисунками до задач, а також топографічну карту з нанесеними точками А, Б, В. Графік закладень і палетка вклеюються в зошит.

### Контрольні запитання

1. Що називають картографічною сіткою?
2. З яких елементів складена рамка аркуша топографічної карти?
3. Які лінії в плоскій зональній системі прямокутних координат прийнято за координатні осі?
4. Що зроблено для того, щоб ординати точок в кожній зоні були додатними?
5. Яке призначення ліній координатної (кілометрової) сітки; на якій відстані одна від одної їх проводять на топографічних картах різних масштабів і як виконують їхнє оцифрування?
6. Які координати точок одержують за допомогою топографічної карти?
7. Як визначають географічні і прямокутні координати точок?
8. Що означає орієнтувати лінію місцевості?
9. Які кути орієнтування Ви знаєте? Дайте їх визначення.
10. Який зв'язок між різними кутами орієнтування?
11. Який кут орієнтування найпростіше визначити за картою?
12. Як можна визначити азимути без додаткових графічних побудов?
13. Що називають зближенням меридіанів, схиленням магнітної стрілки?
14. Що називають румбом лінії? Покажіть на кресленні румби лінії для різних чвертей.
15. Яким чином здійснюють перехід від азимутів ліній до румбів у різних чвертях?
16. Які Ви знаєте способи визначення площ ділянок місцевості за топографічною картою?
17. Який спосіб визначення площ за допомогою карти найточніший?

18. Які є палетки для визначення площ?
19. Як визначити загальний об'єм деревини в лісі?
20. Як визначити об'єм води, що протікає в річці?
21. Як визначити об'єм конусоподібного тіла?
22. Як обчислити час, необхідний для переходу з одного пункту в інший?
23. В якій послідовності складають географічний опис місцевості?

### Список використаної літератури

1. Лозинський В. В. Топографічна карта. Львів, 2010. 56 с.
2. Лозинський В. В. Топографічна карта. Навчально-методичний посібник. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 76 с.
3. Лозинський В. В. Топографо-геодезична термінологія (довідкове видання). Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. 77 с.
4. Лозинський В. В. Топографо-географічний словник. Львів, 2007. 252 с.
5. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник : навч. посібн.; за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ; Львів : НУБІП Україна; ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 256 с.

## Практична (лабораторна) робота 6

### ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ ДІЛЯНОК МІСЦЕВОСТІ

**Мета роботи:** ознайомити із способами топографічного знімання; навчити виконувати теодолітне знімання, обчислювати журнали, будувати абрис, схему та план теодолітного знімання.

Вимірювання на місцевості, в результаті якого дістають географічне зображення території, називають *зніманням*.

Воно включає знімання ситуації (контурів і місцевих об'єктів) та рельєфу і проводиться разом чи окремо. Точку, з якої знімають, називають *станцією*. На місцевості вона позначається забитим у землю кілочком.

*Знімання ситуації* – знімання у горизонтальній площині, тобто знімання планове, контурне. У результаті знімання контурів ситуації дістають контурний план, тобто плоске зображення місцевості на аркуші паперу у певному масштабі.

*Знімання рельєфу* – знімання у вертикальній площині, тобто нівелювання. Під час знімання рельєфу виділяють характерні знімальні точки, які називаються *пикетними*. Їх вибирають на вершинах і підйогах горбів, на тальвегах лощин та ярів та на їх брівках, на сідловинах, на дні улоговин та на їх краях, на всіх перегибах схилів, на точках, які показують напрям схилів і напрям лощин та гребенів. У результаті нівелювання дістають профіль або топографічний план із горизонталями.

Основними роботами під час знімань є *лінійні, кутові і висотні вимірювання*. Наземні знімання ділянок місцевості залежно від призначень, тобто від того, яку кінцеву продукцію треба отримати (план, топографічний план, профіль), поділяють на *горизонтальні (планові), вертикальні (нівелювання) та висотно-планові (топографічні)*.

*Горизонтальне знімання* – знімання у горизонтальній площині, тобто знімання планове, контурне.

*Вертикальне знімання (нівелювання)* здійснюють для визначення висоти місцевості, для висотних характеристик об'єктів ситуації, розташованих на фізичній чи топографічній поверхні, і для зображення рельєфу горизонталями.

За результатами *топографічного знімання* створюють топографічний план із зображенням ситуації і рельєфу у певному масштабі. Для проведення топографічних знімань на місцевості закріплюють пункти, місцеположення яких обчислено у прийнятій системі координат. Сукупність таких пунктів становить *знімальну основу*.

Розрізняють *планову знімальну основу* (коли для пунктів основи визначено координати  $X$  і  $Y$ ), *висотну знімальну основу* (коли визначено висоту пунктів над вихідною по-

верхню) та *планово-висотну знімальну основу* (коли пункти мають як планові, так і висотні координати) (рис. 2.46).

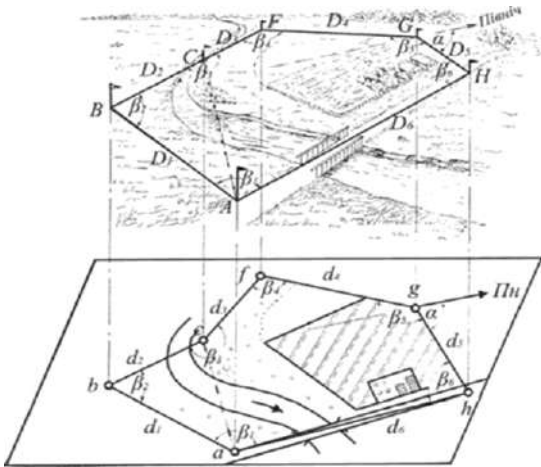


Рис. 2.46. Суть горизонтального знімання. Перехід з місцевості на план.

**Способи топографічного знімання.** Знімальну основу можна будувати різними способами. Основним видом планово-знімальної основи під час топографічного знімання є *теодолітний хід*.

*Теодолітним ходом* називають побудований на місцевості зімкнутий або розімкнутий багатокутник, в якому горизонтальні кути вимірюють теодолітом, а довжини сторін – землемірними стрічками та рулетками або оптичними віддалемірами, які забезпечують встановлену точність. Зімкнутий теодолітний хід також називають *полігоном* (рис. 2.47). Для порівняно невеликих ділянок знімальна основа може бути у вигляді полігона або одного ходу.

*Теодолітне знімання* – планове кутовимірювальне знімання місцевості, яке застосовують на рівнинній місцевості і для знімання населених пунктів. Таке знімання є ситуаційним, при якій горизонтальні кути вимірюють теодолітом, а горизонтальні проекції відстаней різними приладами. Перевищення між точками місцевості при цьому не визначають, тому теодолітне знімання є окремим випадком тахеометричного знімання.

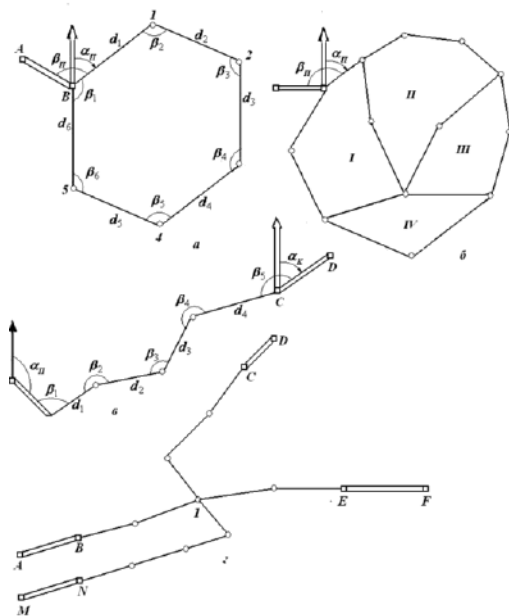


Рис. 2.47. Види теодолітних ходів:  
 а) замкнений полігон;  
 б) система ходів;  
 в) розімкнений хід;  
 г) система ходів із вузловою точкою 1.

Теодолітне знімання використовують для підготовки ситуаційних планів місцевості і цифрових ситуаційних моделей місцевості, а також для оновлення (внесення ситуаційних змін) топографічних карт та цифрових моделей в масштабах  $1 : 2\,000$ ,  $1 : 5\,000$ , а в окремих випадках –  $1 : 10\,000$ .

Знімання ситуації полягає у визначення місцезнаходження характерних точок контурів та окремих предметів відносно станцій і сторін теодолітного ходу. Тому теодолітний хід слід прокласти так, щоб всю ситуацію можна було зняти зі станцій та ліній ходу. Якщо ж цього зробити не можна, до додатково прокладають діагональний або висячий хід з потрібною кількістю станцій, знімаючи з них усі ще не зняті предмети і точки контуру.

**Завдання.** Кожен студент отримує варіант із завданням. Що є у варіанті? Дирекційний кут  $\alpha_{1-2}$ , прямокутні координати першої станції  $X_1$ ;  $Y_1$ . П'ять станцій з яких від-

бувається знімання. Теодолітний хід замкнутий, утворює п'ятикутник і називається полігоном.

З кожної станції відбувається знімання, в результаті чого ви отримуєте дані, зокрема відділки горизонтального круга, кути нахилу і довжини ліній. Знімання відбувається у два півприйоми. Перший півприйм при положенні вертикального круга ліворуч (КЛ) спочатку на точку з правого боку від станції 1 (на 5), а потім точку з лівого боку (відповідно 2). Відповідно беруть відліки і записують у таблицю.

Повторно (можна сказати для перевірки) здійснюють другий півприйм при положенні вертикального круга праворуч (КП). Залежно від характеру і виду об'єкта, що знімають, рельєфу місцевості та масштабу, в якому потрібно скласти план застосовують той чи інший спосіб знімання ситуації.

Результати вимірювань під час знімання ситуації заносять на схематичний рисунок місцевості – *абрис (зарис)*, масштаб якого приймають довільним. На абрисі олівцем наносять взаємне розміщення вершин теодолітного ходу, ліній та місцевих предметів, числові значення вимірювань та інші відомості, потрібні для складання карти (плану) у відповідному масштабі.

Абрис має бути орієнтований по сторонах світу. Розмір абриса має забезпечувати чітке і точне розміщення на ньому всіх графічних побудов і записів. Абрис є основним документом знімання і матеріалом для складання плану місцевості.

### **Обчислення журналу теодолітного ходу.**

1. У графі 1, 2, 3, 4, 7, 9 журналу (табл. 2.5) записати вихідні дані зі свого індивідуального завдання.

2. Обчислити величини горизонтальних кутів і результати записати у графу 5.

Величина горизонтального кута дорівнює: відлік по горизонтальному кругу (ГК) на праву точку візування мінус відлік по ГК на ліву, відповідно при КЛ і КП (рис. 2.48).

Якщо верхнє число менше за нижнє тоді до нього потрібно додати  $360^\circ$ , а дальше віднімати. Наприклад, станція 4:  $35^\circ 35' + 360^\circ - 287^\circ 02' = 108^\circ 33'$

## Журнал теодолітного ходу

Точки		Полож. верт. крута	Відліки мікроскопа гориз. круга	Величина кута	Середнє значення кута	Довжина ліній в метрах	Середнє значення ліній	Кут нахилу ліній	Гориз. проекції ліній
стоя- ння	візува- ння								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

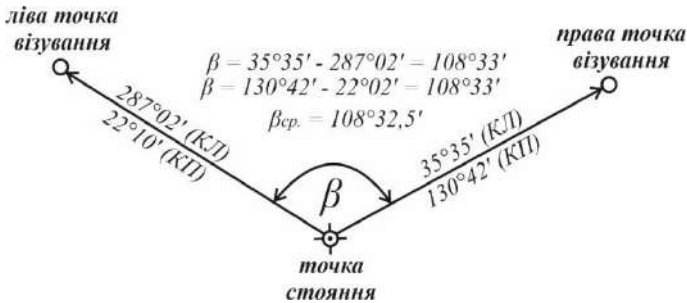


Рис. 2.48. Послідовність обчислення величини горизонтального кута.

Розбіжність між величинами горизонтального кута (5 графа) не повинна бути більше 1'.

3. Визначити середні значення горизонтальних кутів і результати записати у графі 6.

4. Визначити середні значення вимірних довжин ліній і результати записати у графу 8.

5. Обчислити горизонтальні прокладення ліній за формулою:

$$S = D \cos \nu,$$

де  $D$  – відстань за нитковим віддалеміром від точки стояння до точки візування;  $\nu$  – кут нахилу відповідної лінії (рис. 2.49).

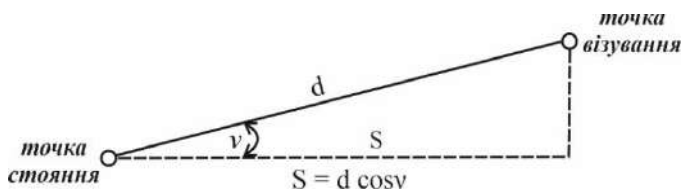


Рис. 2.49. Обчислити горизонтальні прокладення ліній.

Зрозуміло, що знак мінус не враховує. Результати записати у графу 10. Обчислені результати з журналу теодолітного ходу використати при подальших розрахунках.

**Обчислення відомості координат точок теодолітного ходу.** Цей журнал є найскладніший з усіх. Обчислення виконати у спеціальній відомості (табл. 2.6, дод. Д). Записи у відомості здійснюють кульковою ручкою акуратно, без виправлень. У першій графі відомості записати номери точок 1, 2, 3, 4, 5, 1. У другу графу – відповідні обчислені кути (середні), які ви обчислювали в таблиці 1 з шостої графи. В шосту графу переписуємо горизонтальні прокладення ліній, з таблиці 2.6 графа 12. В четверту – заданий початковий дирекційний кут (із варіанта). У графи 11 і 12 – координати першої точки.

Таблиця 2.6

Відомості обчислення координат точок теодолітного ходу

№ точки	Кути		Дирекційні кути	Румби		Довжина ліній	Прирости координат				Координати	
	Обчислені	Виправлені		Назва	Величина		обчислені	виправлені	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Все інше обчислюємо.

**1. Ув'язка горизонтальних кутів замкнутого полігону виконувати в такій послідовності:**

а) із відомості обчислення кутів замкнутого теодолітного полігону обчислюється практична сума кутів за формулою:

$$\sum \beta_{\text{вим.}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5,$$

де  $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$  – виміряні кути.

б) обчислити теоретичну суму кутів за формулою:

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = 180^\circ(n-2),$$

де  $n$  – кількість кутів теодолітного полігону.

в) обчислити практичну і допустиму кутові нев'язки ходу за формулами. Практичну нев'язку ходу за формулою:

$$f\beta_{\text{практ.}} = \sum \beta_{\text{практ.}} - \sum \beta_{\text{теор.}}$$

Допустиму кутову нев'язку визначається за формулою:

$$f\beta_{\text{доп.}} = \pm 1' \sqrt{n}$$

Отримана нев'язка  $f\beta_{\text{практ.}}$  не має перевищувати допустиму  $f\beta_{\text{доп.}}$ .

$$f\beta_{\text{практ.}} < f\beta_{\text{доп.}} \text{ (наприклад, } -2 < +2,2)$$

г) кутову нев'язку розподілити з оберненим знаком порівно на всі кути полігону. Рекомендується розподіл насамперед на кути з секундами (щоб заокруглити їх до цілих мінут), а решту – на кути, утворені короткими сторонами. Поправки записати в графі 2 над виміряними кутами червоним кольором. Сума внесених поправок має дорівнювати величині кутової нев'язки  $f\beta_{\text{практ.}}$ , а сума виправлених кутів – їхній теоретичній сумі.

**2. Обчислення дирекційних кутів (графа 4) і румбів (графа 5) сторін полігону.** Для обчислення дирекційних кутів сторін полігону необхідно вписати у відомість обчислення координат дирекційний кут вихідної сторони. Дирекційні кути решти сторін теодолітного ходу обчислюють за формулами:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2,$$

де  $\alpha_i$  – дирекційний кут  $i$ -ої лінії,  $\alpha_{i-1}$  – дирекційний кут попередньої лінії,  $\beta_{\text{прав.}}$ .

У процесі обчислення можливі випадки, коли дирекційний кут будь-якої сторони виявиться більшим  $360^\circ$ . Тоді від нього необхідно відняти  $360^\circ$  та продовжувати обчислення. У результаті послідовного обчислення дирекційних кутів всіх сторін полігону має бути отриманий дирекційний кут вихідної сторони, що є *контролем* обчислень:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180^\circ - \beta_1$$

Для спрощення подальших обчислень від дирекційних кутів переходять до румбів сторін на основі залежності між ними:

Таблиця 2.7

Залежність між румбом і дирекційним кутом

Номер чверті	Назва чверті	Залежність між кутами
<i>I</i>	<i>Пн.-Сх.</i>	$R_I = \alpha$
<i>II</i>	<i>Пд.-Сх.</i>	$R_{II} = 180^\circ - \alpha$
<i>III</i>	<i>Пд.-Зх.</i>	$R_{III} = \alpha - 180^\circ$
<i>IV</i>	<i>Пн.-Зх.</i>	$R_{IV} = 360^\circ - \alpha$

### 3. Обчислення та ув'язка приростів координат.

Після обчислення дирекційних кутів та румбів сторін полігону необхідно вписати горизонтальні прокладання ліній із схеми теодолітних ходів і для кожної лінії обчислюються прирости координат за формулами:

$$\Delta X_{i, i+1} = S_{i, i+1} \times \cos R_{i, i+1}$$

$$\Delta Y_{i, i+1} = S_{i, i+1} \times \sin R_{i, i+1}$$

де  $S$  – горизонтальне прокладання лінії,  $R$  – румб.

За формулами прямої геодезичної задачі обчислити прирости координат:

$$\Delta X_1 = S_1 (\text{графа 6}) \times \cos R_1 (\text{графа 5});$$

$$\Delta Y_1 = S_1 \times \sin R_1$$

Приклад розрахунку з додатку 4.

$$\Delta X_1 = 270,85 \times \cos 89^\circ 12' = 3,78 \text{ м};$$

$$\Delta Y_1 = 270,85 \times \sin 89^\circ 12' = 270,82 \text{ м}$$

Для наступних приростів координат роблять аналогічно до першого пояснення, де  $S$  – горизонтальне прокладення лінії (графа 6);  $R$  – румб лінії (графа 5).

Знаки приростів визначають за назвами румбів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Знаки приростів за назвами румбів

Прирости координат	Чверті			
	Пн.-Сх.	Пд.-Сх.	Пд.-Зх.	Пн.-Зх.
$\Delta X$	+	-	-	+
$\Delta Y$	+	+	-	-

Прирости координат обчислюють за таблицями тригонометричних функцій. Результати заокруглити до 0,01 м і вписати в графи 7 і 8 з відповідними знаками. Теоретична сума приростів координат у замкненому теодолітному ході дорівнює нулю.

**4. Для зімкнутого тахеометричного ходу обчислення нев'язок у сумах приростів координат, оцінку їх допустимості і розподіл виконати у такій послідовності:**

а) обчислити суми приростів координат:

$$\sum \Delta X_{\text{практ.}} = f\Delta X, \sum \Delta Y_{\text{практ.}} = f\Delta Y;$$

Пояснення до формул: по першій формулі – додаєте всі значення по графі 7, пишете під цією графою значення (в таблиці записують суму плюсових 287,67 і мінусових -287,76 значень). Аналогічно по  $f\Delta Y$ , тобто знаходите суму 8 графи. Чим менші ці нев'язки тим краще. В реальності вони мають бути рівні 0,00. Однак виникає неточності тобто похибка. А згідно додатку 4 ці нев'язки дуже малі і відповідно добрі.

б) обчислити абсолютну нев'язку за формулою:

$$f_{\text{абс.}} = \pm \sqrt{f^2 \Delta X + f^2 \Delta Y}$$

Тут все просто підносите до квадрату одну нев'язку, потім іншу, додаєте і берете корінь квадратний.

в) обчислити відносну нев'язку за формулою:

$$f_{\text{відн.}} = \frac{1}{P \mp f_{\text{абс.}}},$$

де  $P$  – довжина ходу (периметр полігона) (сума граfi б).

Периметр полігону  $P$  обчислюють за формулою:

$$P = S_1 + S_2 + \dots + S_n$$

г) вирахована відносна нев'язка повинна відповідати умові:

$$f_{\text{відн.}} = \frac{1}{6680} < \frac{1}{2000}$$

В даному прикладі перший вираз менший за другий. Це добре і тому дозволить нам продовжувати такі розрахунки. Якщо умова не виконується перераховуємо все з початку таблиці. Що може вплинути на цю неточність: 1) Погано обчислені прирости координат; 2) Завеликі прирости координат, про що було вказано вище.

г) якщо умова підпункту г виконується, тоді нев'язки  $f_{\Delta x}$  та  $f_{\Delta y}$  розподілити шляхом введення поправок у обчислені прирости координат пропорційно до довжин сторін ходу з протилежним знаком.

Тобто чим більша довжина лінії (наприклад, з додатку 2, лінія 1–2 має 270,85 м, то тут над приростами  $\Delta X$  розподілили +0,03 м, тобто менша довжина менша частинка цієї нев'язки. Значення поправки заокруглити до 0,01 м і записують червоним кольором над приростами в графах 7 і 8.

д) контролем обчислення поправок є рівність суми поправок по осі абсцис та осі ординат величині нев'язки із оберненим знаком. Обчислені поправки додаються алгебраїчно до відповідних приростів і знаходяться ув'язані прирости координат.

Суми виправлених приростів координат у замкненому теодолітному ході мають дорівнювати нулю, що є контролем обчислень.

$$\sum \Delta X_{\text{випр.}} = 0; \sum \Delta Y_{\text{випр.}} = 0$$

Виправлені прирости координат вписати в графі 9 і 10.

**5. За виправленими приростами координат обчислити координати точок ходу за формулами прямої геодезичної задачі:**

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i, i+1};$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i, i+1}$$

Тобто координата наступної точки дорівнює координаті попередньої точки плюс відповідний приріст. Координату першої (початкової) точки  $X_1$  і  $Y_1$  ми маємо з умови задачі. Далі, згідно додатку 4 розглянемо приклад,

$$X_2 = X_1 + \Delta X, \text{ тобто } 500 + (-3,75) = 496,25;$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y, \text{ тобто } 500 + (-270,78) = 229,22$$

Всі наступні координати за аналогічною схемою. В результаті послідовного обчислення координат точок ходу повинні бути обчислені відомі вже координати вихідної точки. Значення координат вихідної точки є контролем обчислень. Обчислені координати записати в графі 11 і 12.

**Обчислення площі ділянки знімання.**

За координатами вершин теодолітного ходу обчислити відомість площі полігону. Подвійну площу полігону обчислюють двічі за формулами:

$$2S = \sum_1^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1});$$

$$2S = \sum_1^n Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$$

1. Для цього у графі 1 і 2 відомості вписати координати точок (табл. 2.9).

2. Обчислюють різниці ординат  $Y_{i+1} - Y_{i-1}$  і абсцис  $X_{i-1} - X_{i+1}$ , де  $i$  – порядковий номер рядка.

Таблиця 2.9

Відомість обчислення площі ділянки за координатами

X	Y	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i+1} - X_{i-1}$	$(Y_{i+1} - Y_{i-1}) X_i$	$(X_{i+1} - X_{i-1}) Y_i$
1	2	3	4	5	6
		0	0	2S =	2S =
				S = $m^2$	S = $m^2$
				S = $га$	S = $га$

Спочатку визначаємо по Y. Якщо рядок 2, тоді підставляємо 2 замість i у вираз  $Y_{i+1} - Y_{i-1}$ , що будемо мати?

Так  $Y_3 - Y_1$ , тобто віднімаємо ці дві координати і записуємо в 3 графу але в 2 клітинку.

Далі по аналогії:

$$3 = Y_4 - Y_2,$$

$$4 = Y_5 - Y_3,$$

$$5 = Y_1 - Y_4,$$

$$1 = Y_2 - Y_5.$$

По X навпаки:

$$2 = X_1 - X_3,$$

$$3 = X_2 - X_4,$$

$$4 = X_3 - X_5,$$

$$5 = X_4 - X_1,$$

$$1 = X_5 - X_2.$$

Вписують значення різниць у графи 3 і 4. Сума різниць ординат і абсцис має дорівнювати нулю. Додавши 3 графу має вийти 0, аналогічно по 4 графі.

3. Перемножуючи відповідні абсциси на різниці ординат і ординати на відповідні різниці абсцис, одержують добутки  $X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$ ,  $Y_i (X_{i+1} - X_{i-1})$  значення яких вписують у графи 5 і 6.

4. Суми добутків за абсцисами й ординатами є подвійними площами ділянки в  $m^2$  і мають бути однаковими. Щоб знайти просто площу ділите на два. Результат отримати в  $m^2$ . Ділите на 10 000 й отримуєте результат в гектарах.

### Викреслення схеми теодолітного ходу.

Використовуючи обчислену відомість координат вершин, накреслити схему теодолітного ходу (рис. 2.50).

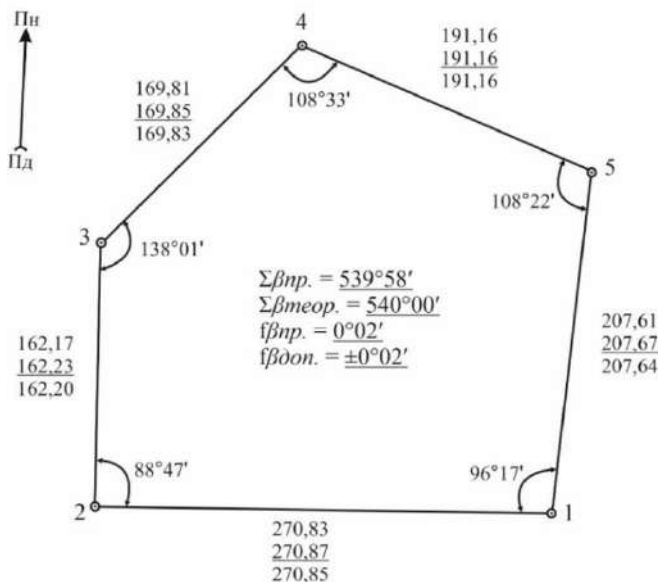


Рис. 2.50. Зразок викресленої схеми теодолітного ходу.

Креслення схеми виконують на аркуші креслярського паперу чорним кольором у довільному масштабі. З точки 1, креслять лінію 1–2, зорієнтувавши її за дирекційним кутом. Позначивши точку 2, креслять лінію 2–3 і т. д. з кожної подальшої точки ходу. Дугами позначають внутрішні кути ходу і підписують їх виправлені величини.

У середині зімкнутого ходу записують значення практичної суми виміряних кутів, теоретичної суми, значення практичної та допустимої кутових нев'язок. Навпроти кожної сторони записують всі значення, обчислених у журналі теодолітного ходу довжин ліній, а нижче – середнє значення.

### Викреслювання та складання плану знімання.

Масштаб плану 1 : 2 000. План виконуєте на ватмані формату А-3. План теодолітного знімання складають у такій послідовності: 1) побудова координатної сітки; 2) нанесення на план станцій теодолітного ходу; 3) нанесення ситуації та оформлення плану.

**Побудова координатної сітки.** На аркуші креслярського паперу побудувати координатну сітку зі сторонами квадрата, рівними 5 см, за допомогою циркуля і масштабної лінійки або координатографа. Тобто в 5 см поміщається 100 м.

Число квадратів сітки необхідно розрахувати, враховуючи величини координат вершин ходу (максимальні і мінімальні) і заданий масштаб плану для того, щоб уся ділянка розташувалася всередині аркуша. Координатну сітку накреслити зеленим кольором не суцільними лініями, а перетином координатних ліній, товщина яких 0,1 мм, а довжина 6 мм. Позначити координатну сітку цифрами, розмір яких 3–4 мм. Треба пам'ятати, що вісь  $XX$  проходить у напрямку з півдня на північ, а вісь  $YY$  – із заходу на схід.

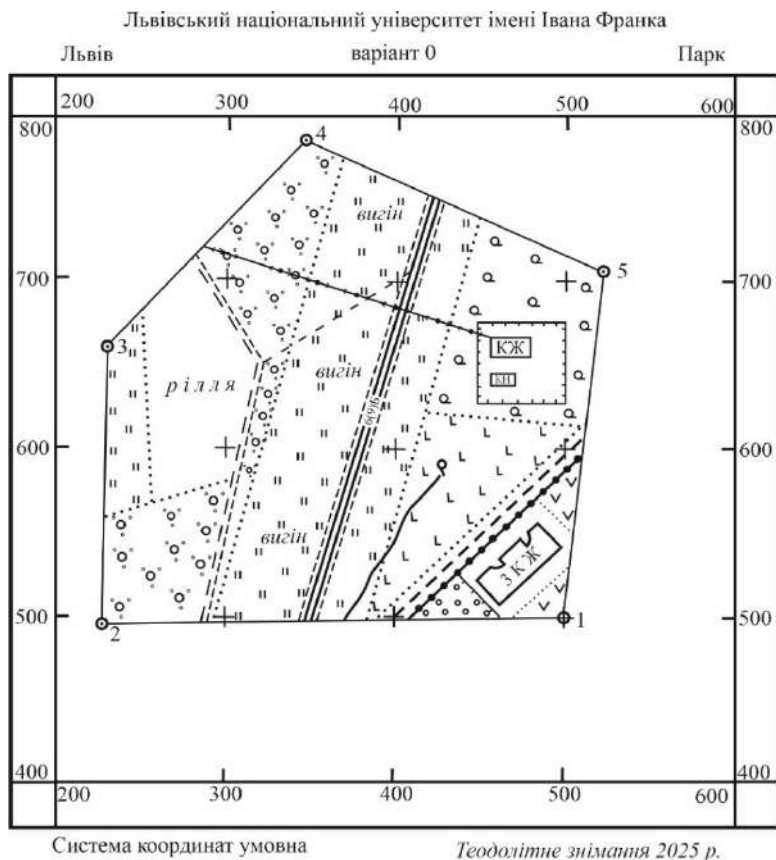
**Нанесення на план станцій теодолітного ходу.** На аркуші позначити станції теодолітного ходу за їхніми координатами. Станції зображають кружечками діаметр яких 1,5 мм. Нумерацію станцій виконують цифрами, розмір яких 3–4 мм, з правого боку. З метою контролю правильності нанесення вершин перевіряють довжини сторін ходу. Сторони мають дорівнювати довжинам, які записані у відомості координат.

**Нанесення станції та оформлення плану.** На основі зарису (абрису) зобразити контури місцевості (рис. 2.51). Контури і предмети місцевості перенести на план у порядку записів в зарисі. Методи перенесення контурів і предметів місцевості на план повинні відповідати способам знімання їх на місцевості. Числові записи і лінійні відрізки, записані на абрисі (зарисі) під час польового знімання ситуації, на плані ділянки не позначають. За встановленими умовними знаками для даного масштабу знімання, накреслити ситуацію.

*Викреслювання ситуації.* На кожній стороні полігону вказані відстані в метрах від станції до точки, до об'єкта, до стежки, до різки, до певної межі і т. д. Низ цифр показує від якої станції ця відстань. Для прикладу від станції 1 до краю річки 86,0 метрів. В масштабі плану це буде 4,3 см (тобто 86 ділено на 20). Даліше потрібно відкласти цю відстань від станції 1 до краю річки по цій стороні полігону.



При оформленні плану відстані і кути не пишуться. Підписується річка, її параметри, мости, курган або яр (цифрою висоти (глибина), індекси параметрів лісу, параметри мосту. Всі інші умовні знаки мають свої відповідні позначення. Складений план слід чітко коректувати (рис. 2.52).



1 : 2 000  
в 1 сантиметрі 20 метрів

План накреслив ст. гр. ГРН -11  
Нестеренко Петро

*Рис. 2.52.* План теодолітного знімання.

Потім слід виконати оформлення поза рамкою і накреслити план тушшю з дотриманням правил топографічного креслення.

### Контрольні запитання

1. Для чого створюють планові геодезичні сітки?
2. Що називають теодолітним ходом?
3. Якими можуть бути теодолітні холи?
4. Який теодолітний хід називають вільним?
5. Які точки називають вихідними (початковими) точками?
6. Який метод створення планових сіток є одним з найпростіших?
7. Що називається теодолітним ходом?
8. Для чого створюють теодолітний хід?
9. Що називається плановим зніманням?
10. Який вид знімання називають топографічним?
11. Що називається полігоном?
12. Які точки називають пікетними?
13. Що таке абрис? Як креслять абрис?
14. В якій послідовності обчислюють журнал теодолітного ходу?
15. Як визначити кутову нев'язку в замкнутому теодолітному ході? Як визначити абсолютну та допустиму кутові нев'язки?
16. Як проводиться ув'язка результатів кутових вимірів? Який при цьому повинен виконуватись контроль?
17. Вкажіть порядок обчислення дирекційних кутів сторін полігона? Як контролюють підрахунки дирекційних кутів полігона?
18. Як знайти горизонтальні проекції довжин ліній і для чого це необхідно?
19. Вкажіть правила переходу від дирекційних кутів до румбів.
20. Вкажіть порядок обчислення приростів координат.
21. Як обчислюють абсолютну та відносну нев'язку ходу? Який критерій їх допустимості?

22. За якими формулами обчислюють поправки у визначені приростів координат?
23. Назвіть правила, за якими вносяться поправки у прирости координат. В чому полягає контроль ув'язки приростів координат?
24. Як обчислюють координати точок полігона? В чому полягає контроль обчислення координат точок у замкненому полігоні?
25. Вкажіть формули для обчислення площі полігона за координатами точок теодолітного ходу.
26. В якій послідовності складають схему теодолітного знімання?
27. В якій послідовності складають план теодолітного знімання?

### Список використаної літератури

1. Кравців С. С., Лозинський В. В., Кобелька М. В. Методичні вказівки з курсу «Топографія» (II розділ). Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2000. 40 с.
2. Лозинський В. В. Топографічна практика : навчально-методичний посібник. Львів : ФОП Корпан Б. І., 2013. 104 с.
3. Лозинський В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості. Навчально-методичний посібник. Львів : ФОП Корпан Б. І., 2012. 116 с.
4. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник : навч. посібн. / за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ; Львів : НУБІП Україна; ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 256 с.
5. Островський А. Л. Геодезія. Частина перша. Геодезія : підручник. Львів : В-во НУ «Львівська політехніка», 2008. 564 с.
6. Островський А. Л. Геодезія. Частина друга. Топографія : навч. посібн. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011. 440 с.

## Практична (лабораторна) робота 7

### ГЕОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ

**Мета роботи:** ознайомити із основами нівелювання, методами нівелювання; вміти виконувати геометричне нівелювання, тобто виконувати знімання, обчислювати журнал, будувати пікетажу книжку та складати профіль траси.

**Зміст нівелювання.** *Нівелювання* є визначенням висот точок земної поверхні відносно деякої вибраної точки або над рівнем моря. Нівелювання використовують для визначення висот опорних точок державної і зйомочних висотних та планово-висотних геодезичних мереж, при топографічних зйомках місцевості, при будівництві автомобільних та залізничних шляхів сполучення, водо- та газопроводів, при проектуванні, будівництві та експлуатації промислових і соціально-культурних об'єктів тощо.

Числове вираження висот точок називають позначками. Різницю між позначками двох точок називають перевищенням.

Залежно від призначення і заданої точності знімань, а також особливостей місцевості та метеорологічних умов застосовують різні методи нівелювання (рис. 2.53):

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1) геометричне;     | 4) механічне;        |
| 2) тригонометричне; | 5) барометричне;     |
| 3) фізичне;         | 6) фотограмметричне. |

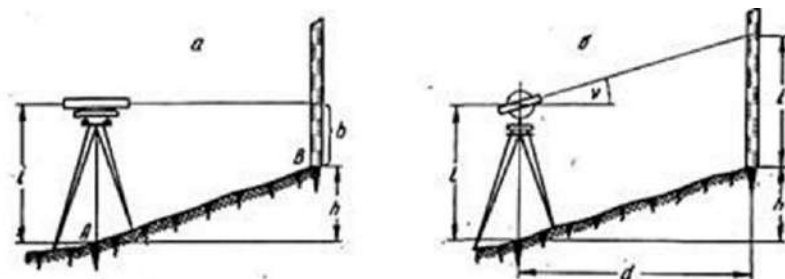


Рис. 2.53. Методи нівелювання:  
а) геометричний, б) тригонометричний.

Геометричне нівелювання виконують горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра та нівелірних рейок. Середня квадратична похибка визначення перевищень, яка може бути від 0,5 до 10 мм/км, залежить від класу нівелювання.

Геометричне нівелювання за точністю поділяють на нівелювання I, II, III, IV класів і технічне нівелювання з допустимими, відповідно, нев'язками:  $fh_{\text{доп.}} = 3 \text{ мм} \sqrt{L}$ ,  $5 \text{ мм} \sqrt{L}$ ,  $10 \text{ мм} \sqrt{L}$ ,  $20 \text{ мм} \sqrt{L}$ ,  $50 \text{ мм} \sqrt{L}$  в ходах довжиною  $L$  в км.

Технічне нівелювання застосовують для визначення висот точок знімального об'єкту при виконанні топографічних зніманих, а також для побудови профілю, нівелювання поверхні у гідрології, геоморфології, геології, ґрунтознавчих обстеженнях та інших дослідженнях.

Технічне нівелювання, зазвичай, виконують способом від середини з використанням двосторонніх шашкових рейок.

**Геометричне нівелювання.** Під час геометричного нівелювання перевищення між двома точками місцевості визначають горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра або теодоліта та рейок з поділками. Існують два способи геометричного нівелювання: нівелювання від середини і нівелювання вперед (рис. 2.54).

При нівелюванні від середини для визначення перевищення однієї точки над іншою встановлюють нівелір на однакових відстанях між ними і приводять його візирну вісь у горизонтальне положення. Над точкою вертикально встановлюють нівелірні рейки з нанесеними на них сантиметровими поділками, відлік яких ведеться від їх нижніх кінців до верхніх. Візуючи послідовно горизонтальним променем на рейки, беруть відліки  $a$  по задній і  $b$  передній рейках:

$$h_{AB} = a - b$$

Залежно від висотного положення точки  $B$  по відношенню до точки  $A$ , перевищення може бути додатнім, якщо  $a > b$  або від'ємним, якщо  $a < b$ . Якщо абсолютна висота однієї

із точок відома, то висота іншої визначається за формулою:

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

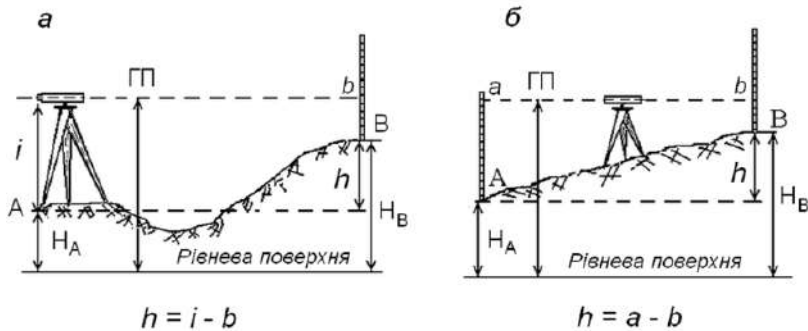


Рис. 2.54. Схема простого геометричного нівелювання: а) нівелювання вперед; б) нівелювання від середини.

При нівелюванні вперед нівелір встановлюють над точкою А, вимірюють його висоту  $i$  і беруть відлік по рейці  $b$ , яка встановлена на точці В. В такому випадку, для визначення перевищення  $h_{AB}$  у формулу замість величини  $a$  підставляють  $i$ :

$$h_{AB} = i - b,$$

а висоту точки визначають за формулою:

$$H_B = H_A + i - b$$

Якщо нівелювання виконують між значно віддаленими або розташованими на схилі точками з метою передачі відміток або з метою складання профілю місцевості, то його здійснюють з кількох станцій, розміщених послідовно, які утворюють нівелірний хід. Таке нівелювання має назву складного (послідовного) (рис. 2.55).

Перевищення між кінцевими точками ходу при відліках  $a_i$  по задніх і  $b_i$  по передніх рейках визначаються за формулою:

$$\Sigma h_i = \Sigma a_i - \Sigma b_i$$

Контроль на станції полягає у тому, що різниці п'яток задньої та передньої рейок, як і різниці у перевищеннях,

обчислених із обох шкал рейок, не можуть перевищувати 5 мм.

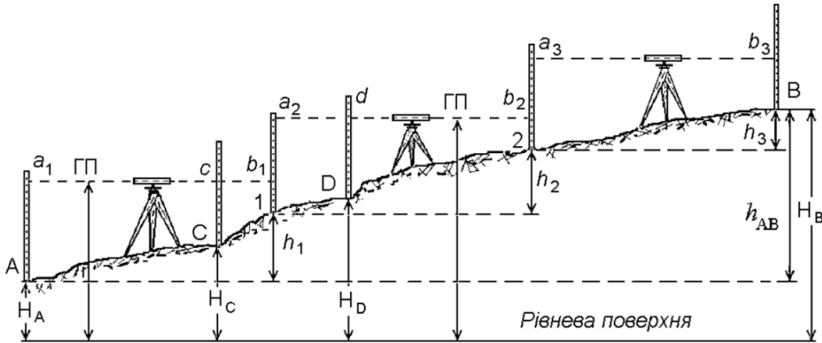


Рис. 2.55. Схема послідовного (складного) нівелювання.

**Обчислення журналу поздовжнього нівелювання траси.** Кожен студент отримує індивідуальне завдання. У завданні подано таблицю з даними і пікетажна книжка, а також позначки початкового і кінцевого реперів.

По таблиці: 1. У журнал (табл.) вписати вихідні дані з індивідуального завдання. 2. Станції з яких здійснюється зніманням нівеліром.

Точки нівелювання. Все починається із репера  $Rp1$  (початковий) на який ставиться рейка, так звана задня. Через 50 м ставимо нівелір (місце стояння нівеліра називають станцією). Від нівеліра через 50 м ставиться пікет  $PKO$ . Далі від  $PKO$  до  $X$  точки буде 50 м (в цьому випадку  $X$  точка, тому тут відстані слід приймати по 25 м, тобто до нівеліра 25 м і від нього 25 м, що дорівнює 50 м).

На  $PKO$  ставиться рейка – передня. Загалом довжина ходу буде складатися з  $100+50+50+100+100+100 = 500$  м. Тобто  $L = 0,5$  км.

Відліки по рейках (в мм), які представлені в таблиці: розберемо задні і передні (верхнє число – відлік чорної сторони рейки, нижнє – червона сторона рейки). Проміжні лише чорна сторона рейки.

Пікетажна книжка: показана схема нівелірного ходу, позначені реperi, пікети, відстані від пікетів до проміжних

точок (сторони річки, стежка) та покриття (ліс, рідколісся і т. д.).

**Порядок обчислення відомості.** У журнал (табл. 2.10) вписати вихідні дані з індивідуального завдання.

Таблиця 2.10

ЖУРНАЛ НІВЕЛЮВАННЯ ТРАСИ

№ станції	№ нікета	Відліки шкал рейки			Перевищення обчислені, мм	Середні і виправлені перевищення, мм	Горизонт приладу, м	Висоти точок, Н, м
		задньої	передньої	проміжної				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		_____	_____		_____ -			
		_____	_____		_____ -			

1. Обчислити п'ятки рейок, як різницю між відліками червоного і чорного боків рейки. Іншими словами, відняти нижнє число від верхнього числа у графах 3 і 4. Під цими відліками провести риску і написати обчислену п'ятку рейки. Одержані дані записати відповідно у графи 3 і 4 журналу. Розбіжність між п'ятками рейок не повинна бути більшою за 5 мм.

2. Обчислити перевищення між сполучними точками і записати їх у графу 6 журналу. Перевищення  $h$  обчислюють за відліками чорної і червоної сторін рейок, тобто перевищення буде дорівнювати різниці відліків по чорній стороні задньої рейки та передньої рейки і відповідно червоних сторін. Іншими словами, розраховують як різниці відліків задньої чорної шкали рейки і передньої чорної шкали рейки (перша дія). І як різниці відліків задньої червоної шкали рейки і передньої червоної шкали рейки (друга дія) (рис. 2.56).

3. Визначити середнє перевищення і записати в графі 7 журналу. Поки що верхнє число в журналі. Нижнього ще не маємо.

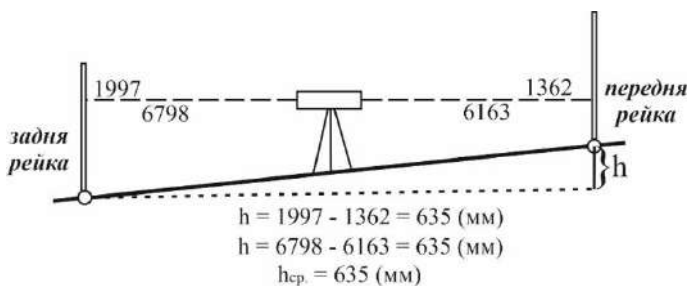


Рис. 2.56. Обчислення перевищення між сполучними точками.

4. *Контроль на станції* полягає в тому, що різниці п'яток задньої та передньої рейок, як і різниці у перевищеннях, обчислених з обох шкал рейок, не можуть перевищувати 5 мм.

5. *Виконати посторінковий контроль.* На кожній сторінці журналу підраховують суми відліків (п'яток рейок не рухаємо) граф 3 і 4 і алгебраїчні суми граф 6 і 7. Пишемо внизу таблиці навпроти кожної графи. З додатку 6 це число 29 879 (3 графа), і так далі.

Очевидно, що піврізниця сум (сума 3 мінус сума 4) повинна дорівнювати пів сумі 6 та одночасно дорівнювати алгебраїчній сумі 7 графі:

$$\frac{\Sigma_3 - \Sigma_4}{2} = \frac{\Sigma_6}{2} = \Sigma_7$$

З додатку 7 у нас вийшла така залежність:

$$-7262 = -7262 = -7262$$

Це добре, інакше далі розрахунки здійснювати не можна.

6. *Обчислити нев'язку ходу* (тобто неточність у перевищеннях, яка вийшла за розрахунками). Коли нівелірний хід прокладено між двома реперами (у вас так і є), то сума перевищень, одержана під час нівелювання, має дорівнювати різниці позначок кінцевого і початкового репера:

$$\Sigma h = H_{R_{\text{кін.}}} - H_{R_{\text{поч.}}}$$

Наприклад, з додатку 7:  $\Sigma h = H_{R_{\text{кін.}}} (117,854 \text{ м}) - H_{R_{\text{поч.}}} (125,125 \text{ м}) = -7,271 \text{ м}$ , або  $-7271 \text{ мм}$ .

Практично завжди виникає нев'язка в перевищенні  $fh$ , яка дорівнюватиме:

$$fh_{пр.} = \sum h_{ср.} \text{ (сума 7 графи) } - (H_{Рркин.} - H_{Ррпч.}).$$

Наприклад,  $fh_{пр.} = -7262 - (-7271) = +9$  мм (див. дод. Є).

Відповідно до інструкції з топографо-геодезичних робіт допустиму нев'язку технічного нівелювання замкнутого ходу чи полігону визначають за формулою:

$$fh_{доп.} = \pm 50 \text{ (мм)} \sqrt{L},$$

де  $L$  – число кілометрів у ході або полігоні (згідно додатку  $L = 0,4$  км).

7. *Прирівняти  $fh_{пр.} \leq fh_{доп.}$* , в даному випадку:  $+9 \leq +31,6$  мм, це добре (у нашому випадку все добре), а якщо  $+33 \leq +31,6$  мм це дуже погано (в такому випадку все перезнімають і розраховують спочатку).

8. *Виконати ув'язку нівелірного ходу.* Розподілити нев'язку (якщо вона допустима пункт 7) на всі перевищення, що вважаються рівноточно одержаними на кожній станції ходу і дорівнюють  $fh/n$  (з округленням до 1 мм), з оберненим знаком. Наприклад,  $+9$  буде з оберненим знаком буде  $-9$ . Далше маємо 5 станцій і маємо цих 9 мм розподілити. Тоді на 4 станції маємо по  $-2$  мм і останню  $-1$  мм.

Поправки червоним кольором записують у журналі над перевищеннями. Сума поправок має дорівнювати нев'язці з оберненим знаком. В цій самій 7 графі сумуємо нев'язку розподілену до середніх перевищень. Ставимо риску і пишемо виправлене перевищення.

9. *Обчислити позначки (висоти) точок.* Позначки сполучних (пікетних і ісових) точок обчислюють за формулою:

$$H_i = H_{i-1} + h,$$

де  $H_{i-1}$  – позначка (висота) задньої точки;  $h$  – виправлене перевищення між точками (обов'язково перевести в метри тобто поділити на 1 000).

Наприклад,  $125,125 + (-0,829) = 124,296$  м. Одержані дані записують у графу 9 журналу.

10. *Визначення позначки (висоти) проміжних точок.* Щоб визначити позначки (висоти) проміжних точок, слід спочатку визначити горизонт приладу (висоту візирного променя нівеліра над рівневою поверхнею) для тих станцій, на яких вони є:

$$ГП = H_A + a = H_B + b,$$

Наприклад (див. дод. Є):  $119,934 + 0,154 = 120,088$ ,  
 $117,130 + 2,956 = 120,088$ ,

де  $H_A$  – позначка задньої точки для даної станції;  $H_B$  – позначка передньої точки;  $a$  – відлік чорної шкали задньої рейки;  $b$  – відлік чорної шкали передньої рейки.

Одержані результати записати в графу 8 журналу.

11. *Позначки (висоти) проміжних точок* обчислюють за формулою:

$$H = ГП - c,$$

де  $c$  – відлік чорної шкали рейки на проміжній точці.

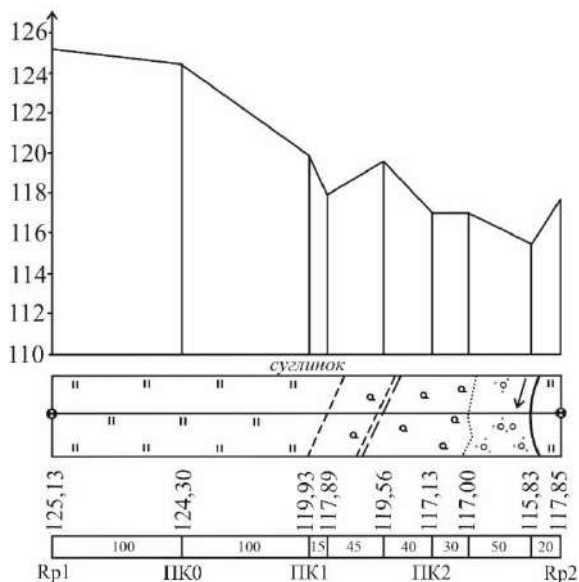
Наприклад (див. додаток 1):  $120,088 - 2,202 = 117,886$  м і, друга точка  $120,088 - 0,628 = 119,560$  м.

**Складання профілю траси.** Згідно рисунку ви повинні на міліметровому папері скласти повздовжній профіль траси. Складання профілю за фактичними позначками починають з низу у верх (див. додаток Є).

Спочатку вибираємо горизонтальний й вертикальний масштаби. Горизонтальний масштаб вибирають із урахуванням рельєфу місцевості і точності проектних робіт, які передбачено виконати. Для того, щоб зміни рельєфу було добре видно, вертикальний масштаб профілю визначають у 5–10 разів більшим від горизонтального.

Беріть горизонтальний масштаб 1 : 2 000, а вертикальний 1 : 200.

У смузі 4 (див. додаток Є), в тих місцях, де є проміжні точки, записують віддаль у метрах від заднього і переднього пікетів до заданої проміжної точки (переводять в горизонтальний масштаб, тобто ділять на 20 і відкладають в см).



Геометричне нівелювання 2025 р.

МАСШТАБИ: горизонтальний 1 : 2 000  
вертикальний 1 : 200

Рис. 2.57. Поздовжній профіль траси

Якщо проміжних точок немає, то записують віддаль між двома пікетами (100 метрів). Під смугою 4 підписують номери пікетів, у смугі 3 – абсолютні позначки, округлені до 1 см. Усі ці лінії і підписи роблять чорною тушшю. У смугі 3 (див. додаток 2), підписують висоти пікетів і проміжних точок округливши їх до сотих. У смугі 2 і прямокутнику по середині від репера до репера проводимо червоною ручкою лінію траси нівелювання.

Використовуючи абрис (варіант вище по тексту) та знаючи умовні позначення потрібно згідно рисунку зобразити їх у смугі два. Над сугою 2 пишете суглинок.

Будуючи профіль слід правильно вибрати позначку умовного горизонту – лінію, щодо якої будують профіль. Умовний горизонт вибирають так, щоб профіль не перетинав його і був розміщений вище від лінії горизонту на 5–6 см.

Позначка умовного горизонту повинна бути кратною 10 м, тобто 100, 110 і т. д. Лінію умовного горизонту проводять з таким розрахунком, щоб під нею можна було розмістити ті побудови, що називають «сіткою профілю».

Відкладають пікети і проміжні точки на лінії горизонту в заданому масштабі. В кожній з одержаних точок проводять перпендикуляр до лінії умовного горизонту, на якому відкладають у вибраному вертикальному масштабі профільну позначку, що дорівнює різниці між позначкою точки та умовного горизонту. Вертикальні лінії з смуги сітки 4 проводять чорною тушшю. З'єднують верхи ламаними лініями.

Оформляють все чорною тушшю. Окрім, річки – синій, ярів – коричневим, лінії по центру смуги 2 – червоним кольором.

### Контрольні запитання

1. Які існують види нівелювання?
2. Яка точність нівелювання I класу (II, III, IV класів)?
3. До якого класу (за точністю) відноситься технічне нівелювання?
4. Які існують способи геометричного нівелювання?
5. Який порядок роботи на станції при технічному нівелюванні?
6. З якою метою при нівелюванні беруть відліки за чорною і червоною сторонам рейки?
7. Чому при проведенні нівелювання слід використовувати рейки з однаковими початковими відліками червоних сторін?
8. Як проводиться вимірювання перевищень способом «вперед»?
9. В чому полягає суть посторінкового контролю?
10. Як обчислити нев'язку ходу в перевищенні між двома реперами?
11. Що таке п'ятка рейки?
12. На яких станціях визначають горизонт приладу?
13. Як обчислити висоту проміжної точки?
14. В якій послідовності складають профіль місцевості?

## Список використаної літератури

1. Кравців С. С., Лозинський В. В., Кобелька М. В. Методичні вказівки з курсу «Топографія» (II розділ). Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2000. 40 с.
2. Лозинський В. В. Топографічна практика : навчально-методичний посібник. Львів : ФОП Корпан Б. І., 2013. 104 с.
3. Лозинський В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості. Видання друге, доопрацьоване і доповнене. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 116 с.
4. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник : навчальний посібник; за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ; Львів : НУБІП Україна; ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 256 с.
5. Островський А. Л. Геодезія. Частина перша. Геодезія. Підручник. Львів : В-во НУ «Львівська політехніка», 2008. 564 с.
6. Островський А. Л. Геодезія. Частина друга. Топографія. Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011. 440 с.

## Практична (лабораторна) робота 8

### БАРОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ

**Мета роботи:** ознайомитися із суттю барометричного нівелювання, приладами для вимірювання та навчитися його виконувати.

**Суть барометричного нівелювання.** В основу барометричного нівелювання покладена залежність між висотою точки і величиною атмосферного тиску в ній: чим вище знаходиться точка над рівнем моря, тим тиск менший, і навпаки.

*Атмосферний тиск* – це вага стовпчика повітря, який припадає на одиницю площі. Відомо, що зі зміною тиску на

1 мм ртутного стовпчика висота змінюється приблизно на 11 метрів. Цю величину називають баричним ступенем висот.

*Баричний (барометричний) ступінь* – різниця висот (альтитуд) двох точок на одній вертикалі, яка відповідає різниці атмосферного тиску в 1 мм рт. ст. між цими точками (1 мм рт. ст. = 10 м). Баричний ступінь збільшується при зменшенні тиску, тобто зростає при збільшенні висоти.

Суть барометричного нівелювання полягає у визначенні різниці висот двох точок земної поверхні за результатами одночасного вимірювання атмосферного тиску в цих точках.

Атмосферний тиск і висота точки пов'язані складною математичною залежністю, на яку впливають різні зовнішні чинники: температура і вологість повітря, місцезнаходження точки на земній кулі, стан атмосфери й багато іншого, що врахують лише приблизно.

Перевагою барометричного нівелювання порівняно з іншими видами нівелювання є те, що для його виконання не вимагається взаємної видимості точок, а недоліком – відносно мала точність.

Барометричне нівелювання використовують для визначення висот точок місцевості у процесі географічних досліджень, а також під час знімання рельєфу у гірській і важкодоступній місцевості.

У міжнародній системі одиниць *СІ* одиницею тиску є паскаль (Па).  $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ . Величину атмосферного тиску виражають також у гектопаскалях (гПа) і кілопаскалях (кПа). Проте величину атмосферного тиску виражають також у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.), мілібарах (1 мбар = 0,760 мм рт. ст.).  $1 \text{ мм рт. ст.} = 1,33322 \text{ гПа}$ .

**Робота на станції.** Робота на станції під час барометричного нівелювання полягає у спостереженні за показами анероїда  $A$ , вимірюванні температури анероїда  $t_a$ , температури повітря  $t_n$ , висоти анероїда над землею  $i$ , а також фіксуванні часу вимірювання  $V$ .

Якщо нівелювання виконують одним анероїдом, то, почавши спостереження в першій точці, виконувач обходить усі заплановані характерні точки і повертається у вихідний

пункт, де знову фіксує і записує покази приладів (рис. 2.58). Далі камерально опрацьовують результати польових вимірів.

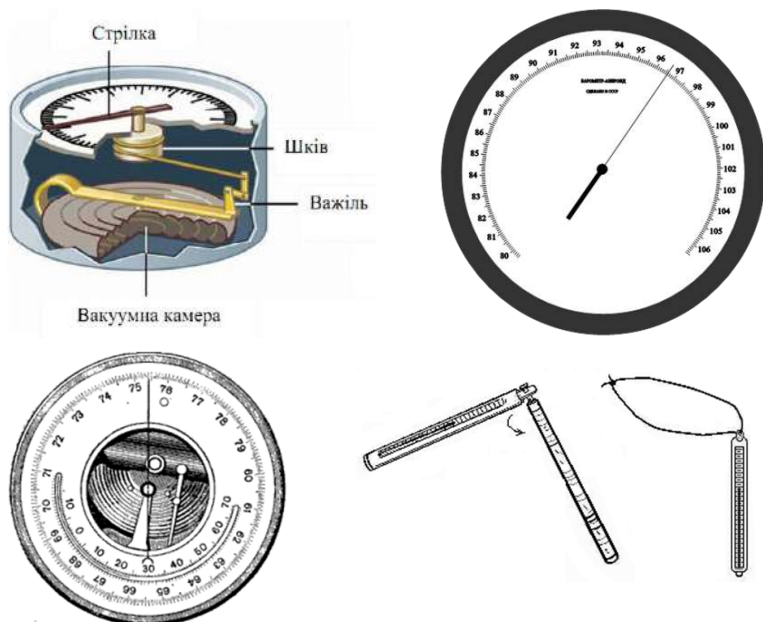


Рис. 2.58. Прилади для вимірювання (барометри-анероїди і термометр-плащ)

### Обчислення журналу барометричного нівелювання.

Кожен отримає варіант в якому є готові дані барометричному зніманню (табл. 2.11).

#### Варіант № 111

$$a = +2.5; \quad \epsilon = +0.05; \quad c = -0.02; \quad H = 240,0 \text{ м.}$$

Виконуємо обчислення журналу.

1. У графи 1, 2, 3, 4, 5, 18 журналу записати вихідні дані.
2. Поправку  $a$  записати у графу 6 журналу.
3. Температурний коефіцієнт  $\epsilon$ , помножений відповідно на кожне значення температури анероїда, записати у графу 7.

Для цього варіанту  $\epsilon = +0.05$ ;  $t_A = 14,9$ ;  $\epsilon_{tA} = 0,05 \times 14,9 = 0,75$ . Всі наступні станції так само обчислювати.

Таблиця 2.11

## Варіант барометричного нівелювання

№ точок	Час спостереження	Температура		Показники анероїда
		повітря	анер.	
1	8 05	14.8	14.9	749.6
2	8 55	14.9	15.0	748.6
3	9 35	15.3	15.5	751.5
4	10 20	15.8	15.9	754.8
5	10 55	16.5	16.6	750.3
6	11 45	17.9	17.8	749.9
7	12 25	19.3	19.4	753.8
8	13 15	19.9	20.0	751.3
1	13 55	21.7	21.8	755.7

4. Поправку шкали  $c$ , помножену відповідно на різницю  $(760 - A)$ , записати у графу 8. Згідно цього варіанту:

$$C (760 - A) = -0,02 \times (760 - 749,6) = -0,208$$

Всі наступні станції так само обчислювати.

5. Покази анероїда  $A$  звести до показів ртутного барометра. Оскільки відліки за шкалою анероїда не збігаються з показами ртутного барометра, то необхідно покази анероїда  $A$  звести до показів ртутного барометра шляхом введення поправок: додаєте 5, 6, 7, 8 графи, а значення пишете в 9 графі.

$$P_0 \text{ (графу 9)} = A \text{ (5)} + a \text{ (6)} + e_{tA} \text{ (7)} + c \text{ (760 - A)},$$

де  $P_0$  – атмосферний тиск, зведений до нульової температури ртуті на широті  $45^\circ$  і сили тяжіння на рівні моря;  $A$  –

відлік за шкалою anerоїда (з точністю до 0,1 мм). Отримані результати записати у графу 9.

6. Визначити поправки за час  $\Delta V$ . Саме складніше обчислення. Різниця значень показів ртутного барометра  $P_0$  у вихідній точці, визначена на початку й в кінці обходу (графі 9) являє собою нев'язку – результат спільного впливу сповзання нуля-пункту приладу, зміни додаткової поправки та добового ходу атмосферного тиску. Вважаючи, що ці фактори змінюються за лінійним законом, нев'язку розподіляють пропорційно часу спостережень.

Кроки по обчисленню графі 10 журналу (табл. 2.12):

Таблиця 2.12

Журнал барометричного нівелювання

1	2	Температура		5	Поправки			9	10	11	12	13	14	15	Перевіщення		18
		повітря, $t^{\circ}$	анероїда, $t_a$		$a$	$g_A$	$C (760 - A)$								обчислене, м	виправлене, м	

а) Знаходимо різницю тисків, тобто віднімаємо тиски кінцевий (на першій станції) від початкового (на першій станції):  $P_{1\text{кінцевий}} - P_{1\text{початковий}} = (\text{отримали число})$ . Якщо воно є зі знаком «+», тоді  $\Delta V$  буде «-». Наприклад,  $759,20 - 752,64 = 6,56$ , тобто всі  $\Delta V$  будуть «-».

б) Знаходимо різницю часу, тобто час який пройшов від початку до кінця знімання:  $T_{1\text{кінцевий}} - T_{1\text{початковий}} = (\text{отримали число годин і хвилин, тоді обов'язково все перевести в хвилини})$ . Наприклад, 13 год 55 хв – 8 год 05 хв = 7 год 50 хв = 470 хв.

в) Різницю тисків (пункт а) ділите на різницю часу (пункт б). Отримуєте число менше одиниці. Записуєте його так, щоб після коми було 5–6 значень, наприклад 0,01396.

г) Перемножуєте (кожен раз це число, що вийшло у кроці в), наприклад 0,01396 на час який пройшов від першого

до кожного наступного знімання (від 1 до 2, від 1 до 3, від 1 до 4 і так далі). Наприклад:

$$0,01396 \times 50 \text{ хв (від 1 до 2 точки)} = 0,698;$$

$$0,01396 \times 90 \text{ хв (від 1 до 3 точки)} = 1,256.$$

І так далі. На першій початковій точці  $\Delta V$  завжди у буде 0,00.

7. У графу 11 записати значення зведеного тиску (відліки ртутного барометра (9) + відповідні поправки за час  $\Delta V$  (10)). Якщо поправка за час від'ємна, то зрозуміло що треба відняти.

8. Обчислити значення середніх тисків (12): (зведений тиск (11) на 1-ій точці + 2-ій точці) наділити на 2; на 2-ій точці + 3-ій точці поділити на два, і так далі.

9. Обчислити значення середніх температур повітря (13): температура повітря (3) на 1-ій точці + 2-ій точці поділити на два; на 2-ій точці + 3-ій точці поділити на два; і так далі.

10. Обчислити значення різниці зведених тисків між точками нівелювання (14): зведений тиск (11) на 1-ій точці – 2-ій точці; 2-ій точці – 3-ій точці, і так далі.

11. Обчислити перевищення між точками. Перевищення під час барометричного нівелювання можна визначити методом наближених висот або методом баричних ступенів. За методом баричних ступенів перевищення визначають за формулою (графа 16):

$$h = \Delta h (P_i - P_{i+1}),$$

де  $P_i - P_{i+1}$  – різниця зведених тисків між двома точками (графа 14);  $\Delta h$  – баричний ступінь, який визначають між кожними двома точками за спеціальними таблицями або за формулою:

$$\Delta h = \frac{16043}{2P_c} (1 + 0,0037t_c),$$

де  $P_c$  – середній тиск між двома точками (12);  $t_c$  – середня температура повітря між двома точками (13).

$$\text{Розв'язок: } \Delta h = \frac{16043}{2 \times 751,78} \times (1 + 0,0037 \times 14,85) = 11,26$$

Значення баричних ступенів між точками записують у графу 15, а обчислені перевищення – в графу 16. *Баричний ступінь* – це різниця висот двох точок, які знаходяться на одній вертикалі, при якій тиск змінюється на 1 мм. рт. ст.

12. Обчислити нев'язку ходу. Сума перевищень  $h$  (графа 16) буде нев'язкою ходу. Нев'язкою ходу буде алгебраїчна сума перевищень, яка не повинна перевищувати 3–5 м. Загальне значення нев'язки записують під графою 16.

13. Виконати ув'язку ходу барометричного нівелювання. Для цього необхідно розподілити нев'язку з оберненим знаком пропорційно до величин перевищень (з округленням до 1 см). Наприклад, нев'язка має 20 см, тоді з протилежним знаком -20 см надписуєте червоною ручкою над числом в 16 графі розподілену ув'язку, тобто -20 см треба поділити на всі перевищення, наприклад, якщо перевищень є 10, тоді по 2 см. Поправки червоним кольором записують у журналі над перевищеннями. Сума поправок має дорівнювати нев'язці з оберненим знаком.

14. У графу 17 записують виправлені перевищення. Сума 17 графи має дорівнювати 0.

15. Обчислити позначки точок нівелювання. Обчислення виконують за формулою:

$$H_i (18) = H_{i-1} + h (17),$$

де  $H_{i-1}$  – позначка попередньої точки земної поверхні;  $h$  – виправлене перевищення між точками.

В таблиці повинні бути тільки результати обчислень (див. додаток Ж). Результати обчислень слід округлити до сотих.

### Контрольні запитання

1. Яку величину називають баричним ступенем висот?
2. Назвіть прилади та інструменти, необхідні для проведення барометричного нівелювання.
3. Розкажіть про будову барометра-анероїда.
4. Назвіть порядок роботи на станції.
5. Як вибирають станції при барометричному нівелюванні?

6. Який порядок обробки журналу барометричного нівелювання?
7. Від яких чинників залежить шкалова поправка?
8. Запишіть формулу Бабіне.
9. Яким чином відліки по барометру-анероїду приводять до показань ртутного барометра?
10. Як обчислюється поправка за час?
11. Чому необхідно вводити поправку за час?
12. Які із граф журналу барометричного нівелювання використовують при обчисленні поправки за час?
13. Який час доби являється оптимальним для проведення барометричного нівелювання?
14. Які погодні умови є оптимальними для проведення барометричного нівелювання?
15. Як визначають висоти точок при барометричному нівелюванні?
16. Яка точність визначення висот сучасними барометрами-анероїдами?

### **Список використаної літератури**

1. Лозинський В. В. Топографічна практика: навчально-методичний посібник. Львів : ФОП Корпан Б. І., 2013. 104 с.
2. Лозинський В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості. Видання друге, доопрацьоване і доповнене. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 116 с.
3. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник : навчальний посібник / за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ; Львів : НУБІП Україна; ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 256 с.

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

---

1. Вкажіть, як називають науково-технічну дисципліну, яка займається вивченням земної поверхні у геометричному відношенні, дослідженням й розробленням способів зображення цієї поверхні та площині у вигляді топографічних карт й планів.

1. Геодезія. 2. Вища геодезія. 3. Картографія. 4. Топографія.

2. Вкажіть, як називають науку, що вивчає форму, розміри та особливості гравітаційного поля Землі, розробляє методи створення координатної і планової основи для вивчення земної поверхні з метою відображення і нанесення геоданих.

1. Геодезія. 2. Вища геодезія. 3. Картографія. 4. Топографія.

3. Вкажіть, як називають науку про відображення і дослідження явищ природи суспільства засобами картографічних відображень.

1. Геодезія. 2. Вища геодезія. 3. Картографія. 4. Топографія.

4. Вкажіть давньогрецького вченого, який висловив гіпотезу, що Земля має форму кулі (сфери).

1. Клавдій Птолемей. 2. Піфагор. 3. Аристотель. 4. Ератосфен.

5. Вкажіть давньогрецького вченого, який довів, що форма Землі наближена до форми кулі (сфери), має стиснення до полюсів та є еліпсоїдом обертання.

1. Клавдій Птолемей. 2. Піфагор. 3. Аристотель. 4. Ератосфен.

6. Вкажіть давньогрецького вченого, який доволі точно визначив радіус Землі.

1. Клавдій Птолемей. 2. Піфагор. 3. Аристотель. 4. Ератосфен.

**7.** Вкажіть вченого, який теоретично обґрунтував існування двовісного еліпсоїда обертання та вперше пояснив роль гравітації та відцентрової сили у формуванні фігури Землі.

1. Й. Лістінг. 2. І. Ньютон. 3. Ф. Красовський. 4. О. Ізотов.

**8.** Назвіть вченого, який запропонував термін «геоїд».

1. Й. Лістінг. 2. І. Ньютон. 3. Ф. Красовський. 4. О. Ізотов.

**9.** Вкажіть, як називають форму Землі, що має стиснення не лише на полюсах, але і по екватору.

1. Куля (сфера). 2. Двовісний еліпсоїд обертання. 3. Геоїд. 4. Тривісний еліпсоїд обертання (сфероїд).

**10.** Вкажіть, як називають форму Землі, що має стиснення по осі обертання.

1. Куля (сфера). 2. Двовісний еліпсоїд обертання. 3. Геоїд. 4. Тривісний еліпсоїд обертання (сфероїд).

**11.** Вкажіть, як називають форму Землі, утворену рівневою поверхнею, що збігається з поверхнею Світового океану у стані цілковитого спокою і рівноваги й продовжену під материками.

1. Куля (сфера). 2. Двовісний еліпсоїд обертання. 3. Геоїд. 4. Тривісний еліпсоїд обертання (сфероїд).

**12.** Вкажіть, як називають систему відліку абсолютних висот в Україні.

1. Чорноморська система висот. 2. Дніпровська система висот. 3. Балтійська система висот. 4. Азовська система висот.

**13.** Вкажіть, як називають величини, що визначають положення будь-якої точки на поверхні або у просторі відносно прийнятої системи координат.

1. Фізичні величини. 2. Абсолютні величини. 3. Відносні величини. 4. Координати.

**14.** Вкажіть, як називають площину, що перпендикулярна до осі еліпсоїда обертання і проходить через його центр.

1. Вертикальна площина. 2. Площина меридіана. 3. Площина екватора. 4. Горизонтальна площина.

**15.** Вкажіть, як називають лінію перетину еліпсоїда обертання площиною, що проходить через центр еліпсоїда і перпендикулярна до його осі обертання, тобто до полярної площини.

1. Екватор. 2. Паралель. 3. Меридіан. 4. Полярне коло.

**16.** Вкажіть, як називають лінію перетину поверхні еліпсоїда обертання площиною, що паралельна площині екватора та є колом.

1. Екватор. 2. Паралель. 3. Меридіан. 4. Полярне коло.

**17.** Вкажіть, як називають лінію перетину еліпсоїда обертання меридіальною площиною, що є еліпсом, які власним обертанням навколо малої осі утворює еліпсоїд.

1. Екватор. 2. Паралель. 3. Меридіан. 4. Полярне коло.

**18.** Вкажіть, як називають пряму, що перпендикулярна до площини, яка дотична до еліпсоїда обертання у цій точці.

1. Прямовисна лінія. 2. Відвісний промінь. 3. Нормаль до поверхні еліпсоїда. 4. Лінія Ейлера.

**19.** Вкажіть, як називають напрямок вектору сили тяжіння, що дотичний до поверхні геоїда у даній точці.

1. Прямовисна лінія. 2. Відвісний промінь. 3. Нормаль до поверхні еліпсоїда. 4. Лінія Ейлера.

**20.** Вкажіть, який початковий (нульовий) меридіан вважають нормою при відліку географічної довготи згідно із сучасною міжнародною нормою.

1. Паризький меридіан. 2. Меридіан Ферро. 3. Гринвіцький меридіан. 4. Пулковський меридіан.

**21.** Вкажіть, як називають широту і довготу точок на поверхні еліпсоїда обертання, що обчислені за даними геодезичних вимірювань.

1. Прямокутні координати. 2. Полярні координати. 3. Географічні координати. 4. Геодезичні координати. 5. Астрономічні координати.

**22.** Вкажіть, як називають широту і довготу точок на поверхні геоїда, які визначаються астрономічним методом, тобто за результатами спостережень небесних світил.

1. Прямокутні координати. 2. Полярні координати. 3. Географічні координати. 4. Геодезичні координати. 5. Астрономічні координати.

**23.** Вкажіть, як називають векторну двовимірну систему координат, в якій кожна точка на площині визначається двома числами – кутом та відстанню, а за початок відліку координат приймають початкову точку прямої.

1. Прямокутні координати. 2. Полярні координати. 3. Географічні координати. 4. Геодезичні координати. 5. Астрономічні координати.

**24.** Вкажіть, як називають систему координат, що складається з двох взаємно перпендикулярних прямих (осі абсцис та осі ординат), які ділять площину на чверті.

1. Прямокутні координати. 2. Полярні координати. 3. Географічні координати. 4. Геодезичні координати. 5. Астрономічні координати.

**25.** Вкажіть, як називають зображення меридіанів і паралелей еліпсоїда обертання на площині у заданій картографічній проекції.

1. Географічна сітка. 2. Картографічна сітка. 3. Координатна сітка. 4. Прямокутна сітка.

**26.** Вкажіть, як називають кут, утворений прямовисною лінією в деякій точці земної поверхні і площиною екватора.

1. Географічна довгота. 2. Географічна широта. 3. Географічна абсциса. 4. Кут напряму.

**27.** Вкажіть, як називають двогранний кут між площинами початкового (нульового) меридіана й меридіана, що проходить через деяку точку?

1. Географічна довгота. 2. Географічна широта. 3. Географічна ордината. 4. Орієнтувальний кут.

**28.** Вкажіть, як називають відстань по прямовисній лінії (нормалі) між рівневою поверхнею точки і рівневою поверхнею, прийнятою за початкову.

1. Перевищенням точки земної поверхні. 2. Координатами точки земної поверхні. 3. Висотою точки земної поверхні. 4. Нормальною відстанню точки земної поверхні.

**29.** Вкажіть, як називають відстань від центра еліпсоїда обертання до його полюсів.

1. Прямовисна лінія. 2. Мала піввісь. 3. Нормаль. 4. Велика піввісь.

**30.** Вкажіть, яка система координат прийнята в Україні.

1. Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гаусса-Крюгера. 2. Рівновелика циліндрична Ламберта. 3. Рівнокутна циліндрична Меркатора. 4. Рівнокутна конічна Ламберта.

**31.** Вкажіть, на скільки кілометрів умовно зміщують осьовий меридіан зони в системі плоских прямокутних координат Гаусса-Крюгера.

1. 333 км. 2. 500 км. 3. 666 км. 4. 111,1 км.

**32.** Вкажіть, як називають горизонтальний кут, який відлічують від північного напрямку осьового меридіана (або лінії, паралельної до нього) до заданого напрямку за годинниковою стрілкою.

1. Румб. 2. Азимут. 3. Дирекційний кут. 4. Зближення меридіанів.

**33.** Вкажіть, як називають гострий кут, що відраховують від ближнього північного або південного напрямку осьового меридіану або лінії, паралельної йому до заданого напрямку.

1. Схилення магнітної стрілки. 2. Азимут. 3. Дирекційний кут. 4. Румб.

**34.** Вкажіть, як називають кут, що відрахований за ходом годинникової стрілки від північного напрямку істинного меридіана, який проходить через дану точку, до напрямку з цієї точки на предмет.

1. Румб. 2. Географічний (істинний) азимут. 3. Дирекційний кут. 4. Магнітний азимут.

**35.** Вкажіть, як називають кут, що відрахований за ходом годинникової стрілки від північного напрямку магнітного меридіана до напрямку з цієї точки на предмет.

1. Румб. 2. Географічний (істинний) азимут. 3. Дирекційний кут. 4. Магнітний азимут.

**36.** Вкажіть, як називають кут між напрямками двох меридіанів у заданих точках або кут у заданій точці між її географічним меридіаном і лінією, паралельною до осі абсцис чи осьового меридіана зони.

1. Відхилення меридіанів. 2. Схилення магнітної стрілки.  
3. Нахилення магнітної стрілки. 4. Зближення меридіанів.

**37.** Вкажіть, як називають кут, утворений магнітним меридіаном точки та її географічним меридіаном.

1. Зближення меридіанів. 2. Схилення магнітної стрілки.  
3. Нахилення магнітної стрілки. 4. Відхилення магнітної стрілки.

**38.** Вкажіть, як називають відстань на топографічному плані (карті) між двома суміжними горизонталями за заданим напрямом.

1. Прокладення. 2. Перевищення. 3. Висота перерізу рельєфу. 4. Закладення.

**39.** Вкажіть, як називають зменшене і подібне зображення на площині в ортогональній (горизонтальній) проекції у великому масштабі ділянки місцевості, в межах якої кривизна рівневої поверхні не враховується.

1. Топографічна карта. 2. Картографічна проекція. 3. Топографічний план. 4. Топографічний профіль.

**40.** Вкажіть, як називають побудоване у картографічній проекції, зменшене, узагальнене зображення значних ділянок поверхні Землі.

1. Топографічна карта. 2. Картографічна проекція. 3. Топографічний план. 4. Топографічний профіль.

**41.** Вкажіть, як називають зменшене зображення вертикального розрізу земної поверхні уздовж вибраного напрямку.

1. Топографічна карта. 2. Картографічна проекція. 3. Топографічний план. 4. Топографічний профіль.

**42.** Вкажіть, як називають ступінь зменшення ліній, які зображають на топографічному плані (карті) відносно горизонтальних прокладень відповідних їм ліній на місцевості.

1. Інтерполювання. 2. Зближення. 3. Масштаб. 4. Стиснення.

**43.** Вкажіть, як називають дріб, чисельник якого одиниця, а знаменник число, яке показує в скільки разів горизонтальні проєкції ліній зменшені на плані чи карті.

1. Лінійний масштаб. 2. Словесний масштаб. 3. Поперечний масштаб. 4. Числовий масштаб.

**44.** Вкажіть, як називають графічне зображення числового масштабу у вигляді номограми, призначеного для вимірювання відрізків на топографічному плані (карті).

1. Лінійний масштаб. 2. Словесний масштаб. 3. Поперечний масштаб. 4. Числовий масштаб.

**45.** Вкажіть, як називають відрізок прямої, який поділений на рівні частини з підписами значень відповідних їм відстаней на місцевості.

1. Лінійний масштаб. 2. Словесний масштаб. 3. Поперечний масштаб. 4. Числовий масштаб.

**46.** Вкажіть, як називають горизонтальну відстань на місцевості, яка відповідає 0,1 мм на плані або карті?

1. Основа масштабу. 2. Точність масштабу. 3. Поділка масштабу. 4. Ціна поділки масштабу.

**47.** Вкажіть, як називають відношення, що означає, у скільки разів зменшені лінійні розміри еліпсоїда обертання або кулі у разі зображення їхньої поверхні на карті.

1. Генералізація карти. 2. Масштаб карти. 3. Стиснення карти. 4. Ступінь зменшення карти.

**48.** Вкажіть, як називають позначення окремих аркушів багатоаркушевої карти за визначеною системою.

1. Розкладання карти. 2. Розграфлення карти. 3. Номенклатура карти. 4. Класифікація карти.

**49.** Вкажіть, як називають поділ багатоаркушевої карти на окремі аркуші за визначеною системою.

1. Розкладання карти. 2. Розграфлення карти. 3. Номенклатура карти. 4. Класифікація карти.

**50.** Вкажіть, як називають частину поверхні земного еліпсоїда, яка обмежена паралелями через  $4^\circ$  (лічбу цих

частин починають від екватора до полюсів і позначають буквами латинського алфавіту).

1. Широтна колона. 2. Геодезичний пояс (ряд). 3. Широтний пояс (ряд). 4. Топографічний ряд (пояс).

**51.** Вкажіть, як називають частину поверхні земного еліпсоїда, яка обмежена меридіанами через  $6^\circ$  (лічбу цих частин починають від меридіана з довготою  $180^\circ$ ).

1. Ряд. 2. Колона. 3. Зона. 4. Пояс.

**52.** Вкажіть, як називають сукупність аркушів карт масштабу  $1 : 1\,000\,000$ , що міститься в координатній (геодезичній) зоні в рівнокутній поперечно-циліндричній проекції Гаусса-Крюгера.

1. Номенклатура карт. 2. Колона аркушів карт. 3. Зібрання карт. 4. Каталог карт.

**53.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 500\,000$ .

1. N-37-73-B. 2. N-37-XIX. 3. N-37-75. 4. IV-N-37. 5. N-37-B.

**54.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 300\,000$ .

1. N-37-73-B. 2. N-37-XIX. 3. N-37-75. 4. IV-N-37. 5. N-37-B.

**55.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 200\,000$ .

1. N-37-73-B. 2. N-37-XIX. 3. N-37-75. 4. IV-N-37. 5. N-37-B.

**56.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 100\,000$ .

1. N-37-73-B. 2. N-37-XIX. 3. N-37-75. 4. IV-N-37. 5. N-37-B.

**57.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 10\,000$ .

1. A-45-73-(256). 2. A-45-73-(256-a). 3. A-45-73-B-г-3. 4. A-45-73-B-г.

**58.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу  $1 : 25\,000$ .

1. A-45-73-(256). 2. A-45-73-(256-a). 3. A-45-73-B-г-3. 4. A-45-73-B-г.

**59.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу 1 : 5 000.

1. А-45-73-(256). 2. А-45-73-(256-а).3. А-45-73-В-г-3. 4. А-45-73-В-г.

**60.** Вкажіть, яка із наведених номенклатур карт відповідає аркушу карти масштабу 1 : 2 000.

1. А-45-73-(256). 2. А-45-73-(256-а).3. А-45-73-В-г-3. 4. А-45-73-В-г.

**61.** Вкажіть, як називають графічні символи, які застосовують для позначення на картах розташування різноманітних об'єктів і явищ, а також їхніх якісних і кількісних характеристик.

1. Геодезичні знаки. 2. Умовні знаки. 3. Спеціальні знаки. 4. Пояснювальні знаки.

**62.** Вкажіть, які умовні знаки використовують для відображення об'єктів, розміри яких (довжину, ширину, площу, конфігурацію) можна виразити у масштабі топографічного плану (карти).

1. Пояснювальні. 2. Масштабні. 3. Позамасштабні. 4. Форматні.

**63.** Вкажіть, які умовні знаки використовують для відображення об'єктів, які не можуть бути виражені у масштабі топографічного плану (карти).

1. Пояснювальні. 2. Масштабні. 3. Позамасштабні. 4. Форматні.

**64.** Вкажіть, які умовні знаки використовують для відображення додаткової якісної та кількісної характеристики об'єктів і зображення їх різновидів на топографічних планах (картах).

1. Пояснювальні. 2. Масштабні. 3. Позамасштабні. 4. Форматні.

**65.** Вкажіть, як називають замкнену криву лінію, що зображає геометричне місце точок земної поверхні з однаковими висотами.

1. Ізогіета. 2. Ізогіпса. 3. Ізотерма. 4. Ізобара.

**66.** Вкажіть, як називають лінії, що з'єднують на карті точки з однаковими кількісними значеннями певної величини чи явища.

1. Геодезичні лінії. 2. Закладення. 3. Ізолінії. 4. Прокладення.

**67.** Вкажіть, як називають сукупність різноманітних за формою й розмірами нерівностей земної поверхні.

1. Місцевість. 2. Ділянка. 3. Рельєф. 4. Ситуація.

**68.** Вкажіть, як називають земну поверхню з розташованими на ній природними і штучними (антропогенними) об'єктами.

1. Ситуація. 2. Ділянка. 3. Рельєф. 4. Місцевість.

**69.** Вкажіть, як називають сукупність усіх складових елементів місцевості (місцевих об'єктів та рельєфу).

1. Місцевість. 2. Ділянка. 3. Панорама. 4. Ситуація.

**70.** Вкажіть, за якими формулами визначають ухил місцевості.

1.  $tg\ v = h / d$ . 2.  $tg\ v = d / h$ . 3.  $h = ctg\ v / d$ . 4.  $h = tg\ v / d$ .

**71.** Вкажіть, за якою наближеною формулою обчислюють крутість схилу.

1.  $v \approx 45^\circ\ h/d$ . 2.  $v \approx 60^\circ\ h/d$ . 3.  $v \approx 60^\circ\ h \cdot d$ . 4.  $v \approx 45^\circ\ h \cdot d$ .

**72.** Вкажіть, за якою формулою обчислюють проекцію вимірної стрічкою, дротом похилої довжини лінії місцевості на горизонтальну площину.

1.  $S = D\ sin\ v$ . 2.  $S = D\ cos\ v$ . 3.  $S = D\ tg\ v$ . 4.  $S = D\ ctg\ v$ .

**73.** Вкажіть, які позначення використовують для того щоб відобразити напрямок ухилу місцевості.

1. Бергамоти. 2. Бершки. 3. Бергштрихи. 4. Бегхофи.

**74.** Вкажіть, як називають спосіб визначення проміжного значення величини за деякими відомими її значеннями.

1. Індикація. 2. Індексція. 3. Інтерполяція. 4. Ілюстрація.

**75.** Вкажіть, як називають дії, що передбачають визначення місцезнаходження (точки стояння) відносно сторін горизонту і навколишніх місцевих предметів, відшукування потрібного напрямку руху.

1. Нівелювання карти. 2. Оновлення карти. 3. Орієнтування на місцевості. 4. Компонування карти.

**76.** Вкажіть, як називають процес, який призводить до того, що з часом зміст топографічних планів (карт) не відповідає реальній дійсності території, зображеної на попередньому топографічному плані (карті).

1. Оновлення карти. 2. Генералізація карти. 3. Старіння карти. 4. Руйнування карти.

**77.** Вкажіть, як називають процес відтворення на існуючих картах змін, що сталися на місцевості за певний період часу.

1. Оновлення карти. 2. Генералізація карти. 3. Старіння карти. 4. Руйнування карти.

**78.** Вкажіть, як називають процес відбору та узагальнення об'єктів, які зображені на топографічному плані (карті) та виокремлення їх основних типових рис та особливостей.

1. Оновлення карти. 2. Генералізація карти. 3. Старіння карти. 4. Руйнування карти.

**79.** Вкажіть, як називають процес всебічного розгляду її елементів і властивостей з метою з'ясування ступеня придатності карти до використання із певною метою (науково-дослідною, освітньою, практичною та ін.).

1. Компонування карти. 2. Аналіз карти. 3. Формування карти. 4. Читання карти.

**80.** Вкажіть, як називають процес розташування рамки карти відносно території, яка на ній зображується, а також розташування інших додаткових карт, вставок, діаграм тощо.

1. Компонування карти. 2. Аналіз карти. 3. Формування карти. 4. Читання карти.

**81.** Вкажіть, як називають процес відтворення дійсності із комплексу властивостей образно-знакової моделі, якою є карта.

1. Компонування карти. 2. Аналіз карти. 3. Формування карти. 4. Читання карти.

**82.** Вкажіть, як називають дії, що передбачають визначення місцезнаходження (точки стояння) відносно сторін горизонту і навколишніх місцевих предметів, відшукування потрібного напрямку руху.

1. Нівелювання карти. 2. Оновлення карти. 3. Орієнтування на місцевості. 4. Компонування карти.

**83.** Вкажіть, як називають координатну сітку, лінії якої проведені на карті через інтервали, які відповідають певній кількості кілометрів.

1. Картографічна сітка. 2. Градусна сітка. 3. Кілометрова сітка. 4. Прямокутна сітка.

**84.** Вкажіть, як називають закриті ділянки місцевості з яких не видно з пунктів спостереження.

1. Закритими місцевостями. 2. Закритими полями. 3. Полями невидимості. 4. Полями фільтрації.

**85.** Вкажіть, як називають відстань від спостерігача до видимої лінії горизонту.

1. Дальністю огляду. 2. Дальністю видимого горизонту. 3. Дальністю оглядового ракурсу. 4. Відстанню горизонтальної видимості.

**86.** Вкажіть, як називають круг, у межах якого оптична система будує зображення.

1. Панорама. 2. Видимий простір. 3. Краєвид. 4. Поле зору.

**87.** Вкажіть, як називають чіткий, помітний об'єкт місцевості чи деталь рельєфу, відносно якої дослідник визначає власне місцезнаходження і напрямок подальшого руху.

1. Позиція. 2. Формування. 3. Орієнтир. 4. Положення.

**88.** Вкажіть, як називають систему закріплених на земній поверхні геометрично зв'язаних між собою точок, положення яких визначене у прийнятій системі координат і висот.

1. Топографічна мережа. 2. Триангуляційна мережа. 3. Триангуляційна сітка. 4. Геодезична сітка.

**89.** Вкажіть, як називають закріплену на місцевості точку геодезичної сітки.

1. Геодезичним пунктом. 2. Геодезичною точкою. 3. Геодезичною пірамідою. 4. Топографічним пунктом.

**90.** Вкажіть, як називають метод створення планової геодезичної мережі, у якому головними є кутові вимірювання.

1. Трилатерація. 2. Полігонометрія. 3.Тріангуляція. 4. Тахеометрія.

**91.** Вкажіть, як називають метод створення планової геодезичної мережі у вигляді трикутників, що примикають один до одного, в яких вимірюють довжини всіх сторін.

1. Трилатерація. 2. Полігонометрія. 3.Тріангуляція. 4. Тахеометрія.

**92.** Вкажіть, як називають метод створення планової геодезичної мережі у вигляді системи замкнутих або розімкнених ламаних ліній, в яких безпосередньо вимірюють всі елементи, а саме кути повороту і довжини сторін.

1. Трилатерація. 2. Полігонометрія. 3.Тріангуляція. 4. Тахеометрія.

**93.**Вкажіть, як називають вимірювання на місцевості, у результаті якого дістають географічне зображення території.

1. Картографування. 2. Дешифрування. 3. Знімання. 4. Моделювання.

**94.** Вкажіть, як називають геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, відстаней за нитковим віддалеміром, а також азимутів (румбів) за допомогою накладної бусолі.

1. Кіпрегель. 2. Нівелір. 3. Мензула. 4. Теодоліт.

**95.** Вкажіть, як називають високоточний геодезичний прилад з горизонтальним і вертикальним кругами, а також електронним пристроєм з оптичним і лазерним наведенням, призначений для виконання топографічних зніманих місцевості?

1. Кіпрегель. 2. Тахеометр. 3. Нівелір. 4. Мензула.

**96.** Вкажіть, як називають висоту візирного променя приладу над рівнявою поверхнею.

1. Висота приладу. 2. Горизонт променя. 3. Горизонт приладу. 4. Позначка приладу.

**97.** Вкажіть, як називають побудований на місцевості зімкнутий або розімкнутий багатокутник, в якому горизонтальні кути вимірюють теодолітом, а довжини сторін – землемірними стрічками та рулетками або оптичними віддалемірами.

1. Геодезичний хід. 2. Тахеометричний хід. 3. Топографічний хід. 4. Теодолітний хід.

**98.** Вкажіть, як називають зімкнутий теодолітний хід.

1. Поліном. 2. Полігон. 3. Поліном. 4. Теодолітне коло.

**99.** Вкажіть, як називають побудований на місцевості зімкнутий або розімкнутий багатокутник, в якому окрім вимірювання горизонтальних кутів і довжин сторін ходу визначають перевищення методом тригонометричного нівелювання (похилим променем візування).

1. Геодезичний хід. 2. Тахеометричний хід. 3. Топографічний хід. 4. Теодолітний хід.

**100.** Вкажіть, як називають різницю прямокутних координат двох точок.

1. Перевищення точок. 2. Зближення координат. 3. Схилення координат. 4. Прирости координат.

**101.** Вкажіть, як називають приведення теодоліта у робоче положення, яке передбачає встановлення центра лімба або осі аліади на одній прямовисній лінії з вершиною кута, що вимірюється.

1. Центрування. 2. Горизонтування. 3. Форматування. 4. Фокусування.

**102.** Вкажіть, як називають приведення теодоліта у робоче положення, яке передбачає отримання у полі зору труби чіткого зображення сітки ниток і предмету, який спостерігається.

1. Центрування. 2. Горизонтування. 3. Форматування. 4. Фокусування.

**103.** Вкажіть, як називають приведення теодоліта у робоче положення, яке передбачає приведення площини лімба у горизонтальне положення або осі алідади у прямо-висне положення підйомними гвинтами.

1. Центрування. 2. Горизонтування. 3. Форматування. 4. Фокусування.

**104.** Вкажіть, як називають відлік на вертикальний круг теодоліта при горизонтальному положенні візирної осі труби і початковому положенні відлікового пристрою.

1. Зенітна відстань. 2. Кут нахилу. 3. Місце нуля. 4. Круг ліворуч.

**105.** Вкажіть, як називають кут у вертикальній площині між прямовисною лінією і візирним променем, який спрямований на спостережувану точку.

1. Зенітна відстань. 2. Кут нахилу. 3. Місце нуля. 4. Круг ліворуч.

**106.** Вкажіть, як називають кут у вертикальній площині між горизонтальною лінією і візирним променем, який спрямований на спостережувану точку.

1. Зенітна відстань. 2. Кут нахилу. 3. Місце нуля. 4. Круг ліворуч.

**107.** Вкажіть, за якими формулами обчислюють прирости координат?

1.  $\Delta X = S \sin \alpha$ ,  $\Delta Y = S \cos \alpha$ . 2.  $\Delta X = S \operatorname{tg} \alpha$ ,  $\Delta Y = S \operatorname{ctg} \alpha$ . 3.  $\Delta X = S \cos \alpha$ ,  $\Delta Y = S \sin \alpha$ . 4.  $\Delta X = \frac{1}{2} S \cos \alpha$ ,  $\Delta Y = \frac{1}{2} S \sin \alpha$ .

**108.** Вкажіть, за якою формулою обчислюють горизонтальне прокладення лінії за даними координатами її початкової точки  $A (X_A, Y_A)$  і кінцевої  $B (X_B, Y_B)$ .

1.  $S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 - (Y_B - Y_A)^2}$ . 2.  $S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B + Y_A)^2}$ .

3.  $S = \sqrt{(X_B + X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$ . 4.  $S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$ .

**109.** Вкажіть, за якою формулою обчислюють кут на пряму лінії за заданими координатами її початкової точки  $A (X_A, Y_A)$  і кінцевої  $B (X_B, Y_B)$ ?

$$1. \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_B + Y_A}{X_B - X_A} \quad 2. \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_B + Y_A}{X_B + X_A} .$$

$$3. \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad 4. \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_B - Y_A}{X_B + X_A} .$$

**110.** Вкажіть, за якою формулою обчислюють зближення меридіанів.

1.  $\gamma = \Delta l \sin \lambda$ . 2.  $\gamma = \Delta l \sin \varphi$ . 3.  $\gamma = \Delta \varphi \sin \lambda$ . 4.  $\gamma = \Delta \varphi \sin \varphi$ .

**111.** Вкажіть, за якою формулою можна визначити довготу західної межі геодезичної зони для Східної півкулі.

1.  $\lambda_{zx} = 6^\circ (n - 1)$ . 2.  $\lambda_{zx} = 6^\circ (n - 3)$ . 3.  $\lambda_{zx} = 6^\circ n - 1$ .  
4.  $\lambda_{zx} = 6^\circ (n - 2)$ .

**112.** Вкажіть, який вигляд має залежність між географічним азимутом і дирекційним кутом.

1.  $A = \alpha - \gamma$ . 2.  $A = \alpha + \gamma$ . 3.  $A = \alpha + \delta$ . 4.  $A = \alpha - \delta$ .

**113.** Вкажіть, який вигляд має залежність між географічним і магнітним азимутами.

1.  $A = A_m - \delta$ . 2.  $A = A_m + \delta$ . 3.  $A = A_m + \gamma$ . 4.  $A = A_m - \gamma$ .

**114.** Вкажіть, за якими формулами обчислюють площу ділянки за координатами її вершин.

1.  $2P = \sum_1^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) = \sum_1^n Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$ , 2.  $2P = \sum_1^n X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \sum_1^n Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$ ,  
3.  $2P = \sum_1^n X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \sum_1^n Y_i(X_{i+1} + X_{i-1})$ , 4.  $2P = \sum_1^n X_i(Y_{i-1} + Y_{i+1}) = \sum_1^n Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$

**115.** Вкажіть, яка геометрична залежність між дирекційними кутами сторін теодолітного ходу і правими за ходом кутами повороту цих сторін?

1.  $\alpha_i = \alpha_{i-1} - \beta_i^{np}$ . 2.  $\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_i^{np}$ . 3.  $\alpha_i = \alpha_{i-1} - 180^\circ + \beta_i^{np}$ .  
4.  $\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_i^{np}$ .

**116.** Вкажіть, як називають процес порівняння однієї фізичної величини із іншою того ж роду, прийнятою за одиницю виміру.

1. Нормування. 2. Зважування. 3. Зіставлення. 4. Вимірювання.

**117.** Вкажіть, як називають геодезичне пристосування, в якому для визначення відстаней використовують оптичні елементи.

1. Мензула.
2. Оптичний приціл.
3. Оптичний віддалемір.
4. Бусоль.

**118.** Вкажіть, як називають сукупність дій при складанні детального плану місцевості, що означає побудову топографічного плану місцевості у польових умовах за допомогою кіпрегеля і спеціального столика.

1. Теодолітне знімання.
2. Тахеометричне знімання.
3. Мензульне знімання.
4. Нівелювання.

**119.** Вкажіть, як називають горизонтальне знімання місцевості, при якому кути вимірюють теодолітом, а лінії мірною стрічкою, рулеткою чи оптичним віддалеміром.

1. Теодолітне знімання.
2. Тахеометричне знімання.
3. Мензульне знімання.
4. Нівелювання.

**120.** Вкажіть, як називають знімання місцевості за якого швидкість вимірювання досягається тим, що положення точки місцевості визначається на плані й по висоті при одному наведенні труби приладу на рейку, встановлену в даній точці.

1. Теодолітне знімання.
2. Тахеометричне знімання.
3. Мензульне знімання.
4. Нівелювання.

**121.** Вкажіть, як називають геодезичний прилад, який призначений для визначення різниці висот двох точок горизонтальним променем.

1. Кіпрегель.
2. Тахеометр.
3. Нівелір.
4. Мензула.

**122.** Вкажіть, як називають знімання місцевості, яке передбачає визначення висот точок земної поверхні відносно деякої вибраної точки або над рівнем моря.

1. Теодолітне знімання.
2. Тахеометричне знімання.
3. Мензульне знімання.
4. Нівелювання.

**123.** Вкажіть, як називається метод нівелювання, в якому вимірювання виконують горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра та нівелірних рейок.

1. Геометричне нівелювання. 2. Тригонометричне нівелювання. 3. Гідростатичне нівелювання. 4. Барометричне нівелювання.

**124.** Вкажіть, як називається метод нівелювання, в якому визначення різниць висот точок земної поверхні здійснюють за вимірним кутом нахилу лінії візування з однієї точки на іншу і вимірною або відомою горизонтальною відстанню між цими точками.

1. Геометричне нівелювання. 2. Тригонометричне нівелювання. 3. Гідростатичне нівелювання. 4. Барометричне нівелювання.

**125.** Вкажіть, як називається метод нівелювання, який ґрунтується на фізичному законі зміни атмосферного тиску зі зміною висот точок земної поверхні.

1. Геометричне нівелювання. 2. Тригонометричне нівелювання. 3. Гідростатичне нівелювання. 4. Барометричне нівелювання.

**126.** Вкажіть, як називається метод нівелювання, який ґрунтується на властивості рідини у сполучених посудинах встановлюватися на однаковому рівні незалежно від поперечного перерізу посудин, маси рідини і перевищення.

1. Геометричне нівелювання. 2. Тригонометричне нівелювання. 3. Гідростатичне нівелювання. 4. Барометричне нівелювання.

**127.** Вкажіть, як називають характерну точку перегину місцевості, розміщену між сусідніми пікетними точками в разі послідовного нівелювання траси.

1. Перехідна. 2. Рейкова. 3. Плюсова (проміжна). 4. Сполучна.

**128.** Вкажіть, як називають точку, спільну для двох суміжних станцій у разі послідовного геометричного нівелювання траси.

1. Перехідна. 2. Рейкова. 3. Плюсова (проміжна). 4. Сполучна.

**129.** Вкажіть, за якою формулою обчислюють перевищення між двома точками під час барометричного нівелювання.

1.  $h = (P_1 + P_2)\Delta h$ .
2.  $h = (P_1 - P_2) : \Delta h$ .
3.  $h = (P_1 - P_2)\Delta h$ .
4.  $h = (P_1 - P_2) + \Delta h$ .

**130.** Вкажіть, як називають різницю висот, у межах якої атмосферний тиск змінюється на 1 мм рт. ст.

1. Атмосферний ступінь.
2. Приріст.
3. Баричний ступінь.
4. Альтитуда.

**131.** Вкажіть, як називається наука, яка вивчає явища, форми й положення різних предметів у просторі, об'єкти та їх розміри шляхом вимірювань їх фотографічного зображення.

1. Аерофотознімання.
2. Аерофототопографічне знімання.
3. Фотограмметрія.
4. Фототопографія.

**132.** Вкажіть, як називається науковий напрям, який розглядає питання теорії і технології визначення координат точок місцевості й створення топографічних карт за фотознімками.

1. Аерофотознімання.
2. Аерофототопографічне знімання.
3. Фотограмметрія.
4. Фототопографія.

**133.** Вкажіть, як називається науковий підхід, який передбачає фотографування земної поверхні з літака чи супутника за допомогою спеціальних аерофотокамер.

1. Аерофотознімання.
2. Аерофототопографічне знімання.
3. Фотограмметрія.
4. Фототопографія.

**134.** Вкажіть, як називають процес розпізнавання об'єктів місцевості за їхнім фотографічним зображенням, виявлення їхніх властивостей, з'ясування якісних та кількісних характеристик.

1. Рекогностування.
2. Дешифрування аерофотознімків.
3. Вишукування.
4. Знімання місцевості.

**135.** Вкажіть, як називають характерні особливості об'єктів, які дають змогу розпізнавати їх на аерофотознімках.

1. Пізнавальні ознаки.
2. Характерні ознаки.
3. Інформативні ознаки.
4. Демаскувальні ознаки.

**136.** Вкажіть, як називають два суміжні аерознімки, які перекриваються.

1. Фотографічна пара. 2. Стереоскопічна пара. 3. Аеротопографічна пара. 4. Топографічна пара.

**137.** Вкажіть, як називають прилад, призначений для одержання об'ємної моделі місцевості в разі розглядання стереоскопічної пари (спрощено стереопари) аерознімків.

1. Стереометр. 2. Динамометр. 3. Статоскоп. 4. Стереоскоп.

**138.** Вкажіть, як називають прилад для перетворення перспективних і планових аерознімків у горизонтальні.

1. Стереокомпаратор. 2. Фототрансформатор. 3. Стереопроєктор. 4. Стереоскоп.

**139.** Вкажіть, як називають карту, що поєднує елементи загальногеографічної карти з фотографічним зображенням місцевості.

1. Спеціальна. 2. Фотоплан. 3. Універсальна. 4. Фотокарта.

**140.** Вкажіть, як називають план місцевості, змонтований з аерознімків, зведених до одного масштабу, виправлених за кутами нахилу і змонтованих на єдиній основі.

1. Фотосхема. 2. Фотоплан. 3. Фотокарта. 4. Спеціальний план.

**141.** Вкажіть, як називають сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері.

1. Навігатор. 2. Система глобального позиціонування. 3. Глобальна пошукова система. 4. Система світової координатії.

**142.** Вкажіть, як називають сучасну технологію отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відображення світла та його розсіювання у прозорих і напівпрозорих середовищах.

1. Стереоскоп. 2. Стереопроєктор. 3. Лідар. 4. Сканер.

**143.** Вкажіть, як називають сучасну технологію, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різні статистичні дані, списки, економічні показники тощо).

1. Геоінформаційна система.
2. Географічна система.
3. Інформаційна база даних.
4. Автоматизований банк даних.



## ТОПОГРАФІЧНІ ЗАДАЧІ

---

1. Укажіть на якій відстані від осьового меридіана розташована точка, якщо відомі її координати:  $X_A = 6\ 068\ 993$  м;  $Y_A = 4\ 355\ 681$  м.

2. Укажіть на якій відстані від осьового меридіана розташована точка, якщо відомі її координати:  $X_A = 6\ 069\ 998$  м;  $Y_A = 2\ 345\ 678$  м.

3. Обчисліть довжину лінії, якщо відомі координати крайніх точок:

$X_A = 6\ 067\ 543$  м;  $Y_A = 4\ 312\ 567$  м;

$X_B = 6\ 068\ 121$  м;  $Y_B = 4\ 313\ 321$  м.

4. Обчисліть довжину лінії, якщо відомі координати крайніх точок:

$X_A = 6\ 067\ 342$  м;  $Y_A = 4\ 344\ 654$  м;

$X_B = 6\ 068\ 005$  м;  $Y_B = 4\ 343\ 345$  м.

5. Обчисліть довжину лінії, якщо відомі координати крайніх точок:

$X_A = 6\ 067\ 543$  м;  $Y_A = 4\ 312\ 567$  м;

$X_B = 6\ 068\ 121$  м;  $Y_B = 4\ 313\ 321$  м.

6. Обчисліть довжину лінії, якщо відомі координати крайніх точок:

$X_A = 6\ 067\ 378$  м;  $Y_A = 4\ 323\ 543$  м;

$X_B = 6\ 068\ 419$  м;  $Y_B = 4\ 324\ 578$  м.

7. Відомі прямокутні координати початкової і кінцевої точки лінії  $AB$ . Визначити дирекційний кут:

$X_A = 6\ 092,45$ ,  $Y_A = 4\ 337,82$ ;  $X_B = 6\ 067,45$ ,  $Y_B = 4\ 312,82$ .

8. Відомі прямокутні координати початкової і кінцевої точки лінії  $AB$ . Визначити дирекційний кут:

$X_A = 6\ 049,13$ ,  $Y_A = 4\ 308,44$ ;  $X_B = 6\ 069,13$ ,  $Y_B = 4\ 288,44$ .

9. Відомі прямокутні координати початкової і кінцевої точки лінії  $AB$ . Визначити горизонтальне прокладення лінії  $S$ :

$X_A = 6\ 049,13$ ,  $Y_A = 4\ 308,44$ ;  $X_B = 6\ 069,13$ ,  $Y_B = 4\ 288,44$ .

**10.** Відомі прямокутні координати початкової і кінцевої точки лінії  $AB$ . Визначити горизонтальне прокладення лінії  $S$ :  
 $X_A = 6\,092,45$ ,  $Y_A = 4\,337,82$ ;  $X_B = 6\,067,45$ ,  $Y_B = 4\,312,82$ .

**11.** Обчисліть кут нахилу лінії схилу, якщо висота перерізу рельєфу  $h = 2,5$  м, а відстань між сусідніми горизонталями  $d = 14,94$  м.

**12.** Обчисліть кут нахилу лінії схилу, якщо висота перерізу рельєфу  $h = 5$  м, а відстань між сусідніми горизонталями  $d = 71,5$  м.

**13.** Обчисліть кут нахилу лінії схилу, якщо висота перерізу рельєфу  $h = 5$  м, а відстань між сусідніми горизонталями  $d = 12,37$  м.

**14.** Обчисліть кут нахилу лінії схилу, якщо висота перерізу рельєфу  $h = 2,5$  м, а відстань між сусідніми горизонталями  $d = 35,8$  м.

**15.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $274^\circ 13'$ .

**16.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $275^\circ 23' 11''$ .

**17.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $344^\circ 36' 49''$ .

**18.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $178^\circ 23' 11''$ .

**19.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $319^\circ 40' 01''$ .

**20.** Обчисліть величину румба та його назву, якщо значення дирекційного кута  $180^\circ 00' 00''$ .

**21.** Обчисліть величину дирекційного кута, якщо значення румба становить  $57^\circ 59' 13''$  Пд-Зх.

**22.** Обчисліть величину і напрямок румба, якщо дирекційний кут становить  $274^\circ 19'$ .

**23.** Обчисліть величину дирекційного кута, якщо значення румба  $65^{\circ}40'01''$  Пд-Зх.

**24.** Обчисліть величину дирекційного кута, якщо значення румба становить  $15^{\circ}23'11''$  Пн-Зх.

**25.** Обчисліть величину дирекційного кута, якщо значення румба  $15^{\circ}23'11''$  Пд-Зх.

**26.** Визначте дирекційний кут і румб лінії за такими даними:  $A = 141^{\circ}15'$ ,  $\gamma = +2^{\circ}17'$ .

**27.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $157^{\circ}59'13''$ , зближення меридіанів  $-2^{\circ}37'47''$ , а схилення магнітної стрілки  $7^{\circ}38'$ .

**28.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $168^{\circ}03'$ , зближення меридіанів  $-2^{\circ}22'59''$ , а схилення магнітної стрілки  $6^{\circ}32'$ .

**29.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $343^{\circ}31'$ , зближення меридіанів  $-1^{\circ}22'33''$ , а схилення магнітної стрілки  $-4^{\circ}50'$ .

**30.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $278^{\circ}16'$ , зближення меридіанів  $-2^{\circ}37'28''$ , а схилення магнітної стрілки  $7^{\circ}38'$ .

**31.** Визначити величину магнітного схилення за такими даними:  $A = 355^{\circ}30'$ ,  $A_m = 3^{\circ}45'$ .

**32.** Обчислити зближення меридіанів, якщо відомо географічні координати точки  $\varphi_a = 54^{\circ}40'29''$ ,  $\lambda_a = 18^{\circ}04'32''$ , а також  $\lambda_0 = 21^{\circ}00'00''$ .

**33.** Обчислити схилення магнітної стрілки на 2010 рік, якщо відомо що схилення на 1963 рік західне і становить  $3^{\circ}10'$ , річна зміна схилення західне  $0^{\circ}03'$ .

**34.** Обчислити схилення магнітної стрілки на 2020 рік, якщо відомо що схилення на 1983 рік західне і становить  $2^{\circ}10'$ , річна зміна схилення східне  $0^{\circ}03'$ .

**35.** Обчислити схилення магнітної стрілки на 2010 рік, якщо відомо що схилення на 1963 рік західне і становить  $2^{\circ}10''$ , річна зміна схилення західне  $0^{\circ}03''$ .

**36.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $45^{\circ}29'$ , зближення меридіанів  $-2^{\circ}23'11''$ , а схилення магнітної стрілки  $6^{\circ}32'$ .

**37.** Обчисліть величину магнітного азимуту  $A_m$ , якщо дирекційний кут  $100^{\circ}51'29''$ , зближення меридіанів  $-1^{\circ}23'11''$ , а схилення магнітної стрілки  $-4^{\circ}50'$ .

**38.** Визначити величину магнітного схилення за такими даними:  $A = 261^{\circ}30'$ ,  $A_m = 254^{\circ}15'$ .

**39.** Визначити величину магнітного схилення за такими даними:  $A = 180^{\circ}30'$ ,  $A_m = 184^{\circ}45'$ .

**40.** Визначити поправку  $\Pi$  для орієнтування карти, якщо  $\gamma = -2^{\circ}30'$ ,  $\delta = +6^{\circ}15'$

**41.** Визначити поправку  $\Pi$  для орієнтування карти, якщо  $\gamma = +1^{\circ}55'$ ,  $\delta = +8^{\circ}20'$ .

**42.** Визначити поправку  $\Pi$  для орієнтування карти, якщо  $\gamma = -2^{\circ}10'$ ,  $\delta = -9^{\circ}15'$ .

**43.** Визначити поправку  $\Pi$  для орієнтування карти, якщо  $\gamma = +3^{\circ}15''$ ,  $\delta = -7^{\circ}30''$ .

**44.** Обчисліть об'єм одного дерева, використовуючи умовні позначення:

$$\frac{18}{0,26} \cdot 5$$

**45.** Обчисліть об'єм деревини в лісі на площі 1 га, використовуючи умовні позначення:

$$\frac{16}{0,32} \cdot 5$$

**46.** Обчисліть об'єм одного дерева, використовуючи умовні позначення:

$$\frac{18}{0,26}^5$$

**47.** Обчисліть об'єм деревини в лісі на площі 1 га, використовуючи умовні позначення:

$$\frac{18}{0,26}^5$$

**48.** Обчисліть об'єм одного дерева, використовуючи умовні позначення:

$$\frac{8}{0,26}^5$$

**49.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина становить 14,8 м, глибина 1,15 м, а швидкість течії 0,35 м/с.

**50.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина 184 м, глибина 6,3 м, а швидкість течії 2,1 м/с.

**51.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина становить 12,8 м, глибина 0,4 м, а швидкість течії 0,2 м/с.

**52.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина становить 58 м, глибина 1,2 м, а швидкість течії 0,48 м/с.

**53.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина 42 м, глибина 0,8 м, а швидкість течії 0,4 м/с.

**54.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина становить 222 м, глибина 2,03 м, а швидкість течії 1,12 м/с.

**55.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина становить 74 м, глибина 3,2 м, а швидкість течії 1,4 м/с.

**56.** Визначте об'єм води, яка щосекунди протікає через заданий переріз річки, якщо її ширина 114 м, глибина 2,6 м, а швидкість течії 1,14 м/с.

**57.** Обчислити площу водозбірного басейну, якщо кількість повних квадратиків розміром 2 на 2 мм:  $N_1 = 5\ 320$ , неповних  $N_2 = 983$ , а масштаб карти 1 : 10 000.

**58.** Обчислити площу водозбірного басейну, якщо кількість повних квадратиків розміром 2 на 2 мм:  $N_1 = 622$ , неповних  $N_2 = 183$ , а масштаб карти 1 : 5 000.

**59.** Обчислити площу водозбірного басейну, якщо кількість повних квадратиків розміром 2 на 2 мм:  $N_1 = 2\ 320$ , неповних  $N_2 = 183$ , а масштаб карти 1 : 5 000.

**60.** Обчислити площу водозбірного басейну, якщо кількість повних квадратиків розміром 5 на 5 мм:  $N_1 = 2\ 320$ , неповних  $N_2 = 183$ , а масштаб карти 1 : 25 000.

**61.** Обчислити площу водозбірного басейну, якщо кількість повних квадратиків розміром 1 на 1 мм:  $N_1 = 6\ 320$ , а неповних  $N_2 = 983$ , а масштаб карти 1 : 25 000.

**62.** Обчисліть горизонтальне прокладення лінії  $S$  між двома точками теодолітного ходу, якщо середнє значення довжини лінії  $D = 244,5$  м, а кут нахилу лінії  $v = -2^\circ 53'$ .

**63.** Обчисліть горизонтальне прокладення лінії  $S$  між двома точками теодолітного ходу, якщо середнє значення довжини лінії  $D = 215,94$  м, а кут нахилу лінії  $v = 8^\circ 42'$ .

**64.** Обчисліть горизонтальне прокладення лінії  $S$  між двома точками теодолітного ходу, якщо середнє значення довжини лінії  $D = 258,78$  м, а кут нахилу  $v = -6^\circ 37'$ .

**65.** Обчисліть горизонтальне прокладення лінії  $S$  між двома точками теодолітного ходу, якщо середнє значення довжини лінії  $D = 252,89$  м, а кут нахилу лінії  $v = -4^\circ 38'$ .

**66.** Обчисліть горизонтальне прокладення лінії  $S$  між двома точками теодолітного ходу, якщо середнє значення довжини лінії  $D = 369,59$  м, а кут нахилу лінії  $v = -3^\circ 53'$ .

**67.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 191,16$  м, а румб  $R = 66^\circ 09'$  Пн.-Зх.

**68.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 243,78$  м, а румб  $R = 1^\circ 19'$  Пд.-Зх.

**69.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 199,38$  м, а румб  $R = 45^\circ 41'$  Пд.-Зх.

**70.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 151,99$  м, а румб  $R = 75^\circ 19'$  Пд.-Зх.

**71.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 245,57$  м, а румб  $R = 60^\circ 39'$  Пд.-Сх.

**72.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 227,85$  м, а румб  $R = 85^\circ 11'$  Пн.-Зх.

**73.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 255,12$  м, а румб  $R = 43^\circ 27'$  Пд.-Зх.

**74.** Обчисліть прирости координат точок теодолітного ходу ( $\Delta X$ ;  $\Delta Y$ ), якщо горизонтальне прокладення лінії  $S = 223,70$  м, а румб  $R = 44^\circ 29'$  Пн.-Зх.

**75.** Обчисліть відносну нев'язку, якщо  $f\Delta X = -0,11$ ,  $f\Delta Y = +0,20$ , периметр = 1 004,6 м.

**76.** Обчисліть відносну нев'язку, якщо  $f\Delta X = -0,09$ ,  $f\Delta Y = +0,08$ , периметр = 1 211,6 м.

**77.** Обчисліть відносну нев'язку, якщо  $f\Delta X = -0,19$ ,  $f\Delta Y = +0,28$ , периметр = 1 234,6 м.

**78.** Обчисліть відносну нев'язку, якщо  $f\Delta X = -0,29$ ,  $f\Delta Y = +0,38$ , периметр = 1 534,6 м.

**79.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 142,232$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 0238$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 2356$ .

**80.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 231,886$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 1267$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 2314$ .

**81.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 292,554$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 0945$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 2134$ .

**82.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 991,675$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 0914$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 2109$ .

**83.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 2\ 341,5$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 2131$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 0998$ .

**84.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 1\ 121,131$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 2346$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 0965$ .

**85.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 432,187$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 2239$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 1437$ .

**86.** Обчисліть висоту проміжної точки  $H$  при поздовжньому нівелюванні, якщо позначка задньої точки для даної станції  $H_A = 126,129$  м, відлік чорної шкали задньої рейки  $a = 0988$ , а відлік чорної шкали на проміжній точці  $c = 2013$ .

**87.** Обчислити нев'язку ходу при геометричному нівелюванню, якщо відомо  $H_{R\text{поч.}} = 126,125$  м,  $H_{R\text{кін.}} = 118,914$  м,  $\Sigma h_{\text{сер.}} = 7\ 234$  мм.

**88.** Обчислити нев'язку ходу при геометричному нівелюванню, якщо відомо  $H_{R_{поч.}} = 127,132$  м,  $H_{R_{кін.}} = 125,125$  м,  $\Sigma h_{сер.} = -2\,032$  мм.

**89.** Обчисліть поправку за час  $\Delta v$ , якщо відомі тиск на початковій точці становить 752,35 мм рт. ст., на кінцевій – 748,97 мм рт. ст., час на початковій точці – 6 год 05 хв, а на кінцевій – 11 год 00 хв. Крім цього відомий час, який пройшов від знімання на першій точці до наступної складає 1 год 15 хв.

**90.** Обчисліть поправку за час  $\Delta v$ , якщо відомі тиск на початковій точці становить 752,35 мм рт. ст., на кінцевій – 748,97 мм рт. ст., час на початковій точці – 6 год 05 хв, а на кінцевій – 11 год 00 хв. Крім цього відомий час, який пройшов від знімання на першій точці до наступної складає 2 год 25 хв.

**91.** Обчисліть поправку за час  $\Delta v$ , якщо відомі тиск на початковій точці становить 752,35 мм рт. ст., на кінцевій – 758,97 мм рт. ст., час на початковій точці – 6 год 05 хв, а на кінцевій – 11 год 05 хв. Крім цього відомий час, який пройшов від знімання на першій точці до наступної складає 2 год 15 хв.

**92.** Обчисліть поправку за час  $\Delta v$ , якщо відомі тиск на початковій точці становить 751,35 мм рт. ст., на кінцевій – 758,97 мм рт. ст., час на початковій точці – 6 год 05 хв, а на кінцевій – 10 год 05 хв. Крім цього відомий час, який пройшов від знімання на першій точці до наступної складає 1 год 15 хв.

**93.** Обчисліть поправку за час  $\Delta v$ , якщо відомі тиск на початковій точці становить 750,39 мм рт. ст., на кінцевій – 754,97 мм рт. ст., час на початковій точці – 6 год 05 хв, а на кінцевій – 11 год 05 хв. Крім цього відомий час, який пройшов від знімання на першій точці до наступної складає 2 год 15 хв.

**94.** Обчисліть баричний ступінь  $\Delta h$ , якщо середній тиск складає 744,96 мм рт. ст., а середня температура повітря – 19,7 °С.

**95.** Обчисліть баричний ступінь  $\Delta h$ , якщо середній тиск складає 744,42 мм рт. ст., а середня температура повітря – 22,0 °С.

**96.** Визначте перевищення  $h$  за методом баричних ступенів, якщо  $\Delta h = 11,31$ , а  $P_1 = 741,14$ ,  $P_2 = 743,92$ .

**97.** Визначте перевищення  $h$  за методом баричних ступенів, якщо  $\Delta h = 10,93$ ,  $P_1 = 746,14$ ,  $P_2 = 742,81$ .

**98.** Визначте перевищення  $h$  за методом баричних ступенів якщо  $\Delta h = 10,98$ ,  $P_1 = 734,29$ ,  $P_2 = 738,16$ .

**99.** Визначте перевищення  $h$  за методом баричних ступенів якщо  $\Delta h = 11,05$ ,  $P_1 = 743,45$ ,  $P_2 = 751,09$ .



## ТОПОГРАФІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРАКТИКИ

---

Топографічний розділ навчальної практики входить до навчальної комплексної практики з циклу професійної та практичної підготовки зі спеціальності Е4 Науки про Землю для освітньої програми «Ґрунтознавство і експертна оцінка земель» та спеціальності А4.07 «Середня освіта» для освітньої програми «Середня освіта (Географія)» першого бакалаврського рівня вищої освіти, яка проводиться у другому семестрі в обсязі 1,0 кредит (за ECTS).

На топографічному розділі практики студенти у польових умовах застосовують отримані теоретичні знання і практичні навички для виконання топографо-геодезичних робіт на місцевості. Вони:

- розвивають навички щодо правил організації польових геодезичних робіт;
- розвивають навички відносно правил роботи із геодезичними приладами: теодолітом, нівеліром, барометром-анероїдом, термометром тощо;
- ознайомлюються з методикою проведення певних видів геодезичних робіт, зокрема з методами виконання інструментальних вимірювань та ведення польових журналів;
- формують навички ведення документації при проведенні певних видів геодезичних робіт;
- навички складання й оформлення планів, профілів, схем тощо;
- практикують складання та оформлення звіти за результатами виконаних індивідуальних завдань, польових і камеральних матеріалів;
- розвивають навички до самостійної організаторської і практичної діяльності;
- ініціативу і виробничу дисципліну при бригадному способі виконання польових робіт.

**Метою практики** є закріплення теоретичних знань, отримання практичних умінь та навичок при виконанні польових та камеральних топографо-геодезичних робіт на місцевості.

Основним завданням розділу практики є формування у студентів стійких теоретичних знань і практичних навичок по топографічних зніманнях ділянок місцевості.

### **Цілі практики:**

- ознайомити студентів із правилами організації польових геодезичних робіт;
- ознайомити з правилами роботи із геодезичними приладами: теодолітом, нівеліром, барометром-анероїдом;
- ознайомити з методикою проведення геодезичних робіт, зокрема, методами виконання інструментальних вимірювань та ведення польових журналів;
- сформувати навички ведення документації при проведенні геодезичних робіт;
- виробити навички складання і оформлення планів, профілів, схем тощо;
- сформувати навички складання та оформлення звіти за результатами виконаних індивідуальних завдань, польових і камеральних матеріалів;
- набуття навичок самостійної організаторської і практичної діяльності, розвиток ініціативи і виробничої дисципліни при бригадному способі виконання польових робіт.

Робота студентів на практиці полягає у топографічному зніманні ділянок місцевості, що здійснюються у польових умовах та включають такі види робіт: «теодолітне знімання», «геометричне» та «барометричне нівелювання».

У результаті польових робіт студенти повинні отримати набір польових даних, які відображені у таблицях, а також викреслити абрис (зарис) території дослідження, пікетажну книжку та схеми, які пов'язані з різними видами знімання.

Результатом практики є сформований *звіт*, який містить такі *розділи* та відповідні *матеріали*:

### **Вступ.**

1. **Будова та принцип роботи геодезичних приладів** (опис приладів, які були використані на практиці);

2. **Теодолітне знімання** (обчислений журнал теодолітного ходу, відомість обчислення координат точок теодолітного ходу, журнал обчислення площі ділянки, схема теодолітного ходу, план теодолітного знімання);

3. **Геометричне знімання** (обчислений журнал поздовжнього нівелювання траси, викреслений пікетажний журнал та профіль траси);

4. **Барометричне нівелювання** (обчислений журнал барометричного нівелювання та викреслена схема розташування точок спостереження);

### **Висновки.**

#### **Список використаних джерел.**

Після завершення практики студент буде:

*знати:*

- будову і перевірки геодезичних інструментів, мірних і інших приладів;
- основні види топографічних робіт (теодолітне знімання, технічне нівелювання, тахеометричне знімання, барометричне нівелювання).

*вміти:*

- користуватися геодезичними інструментами і проводити їх перевірки;
- виконувати нескладні зйомки місцевості і нівелювання;
- вирішувати на місцевості прості геодезичні задачі;
- проводити необхідні розрахунково-графічні роботи;
- оформляти план місцевості, будувати висотні профілі.

*володіти навичками:*

- організації польових топографічних робіт;
- аналізу польових матеріалів і їх камеральної обробки;
- складання топографічних схем, планів та профілів.

Топографічний розділ практики сприяє розвитку таких softskills: когнітивна гнучкість, професійна самопрезентація, критичне мислення, уміння працювати в колективі.

У результаті проходження практики здобувачі набудуть такі компетентності:

#### **Загальні компетентності:**

*К 03.* Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

*К 08.* Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

*К 09.* Здатність працювати в команді.

*К 10.* Навички забезпечення безпеки життєдіяльності.

*К 11.* Прагнення до збереження природного навколишнього середовища.

*К 14.* Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер.

*К 15.* Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

*К 16.* Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.

*К 17.* Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер.

*К 18.* Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

*К 19.* Здатність проводити моніторинг природних процесів.

*К 20.* Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (у відповідності до спеціалізації) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.

*К 21.* Здатність до планування, організації та проведення досліджень і підготовки звітності.

*К 22.* Здатність застосовувати знання, вміння охорони ґрунтів, визначати чинники впливу на властивості ґрунтів, проводити моніторинг ґрунтів та рекультивациі земель з метою відтворення, збереження ґрунтів і ґрунтового покриву в практичних цілях.

*К 24.* Здатність інтегрувати здобутті знання в галузі ґрунтознавства з метою охорони ґрунтів, відтворення та збереження притаманних ґрунтам властивостей в практичних цілях; управляти родючістю ґрунту; формувати геопросторові бази даних властивостей ґрунтів, здійснювати картографування ґрунтового покриву.

**Програмні результати навчання:**

*ПР 01.* Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю.

*ПР 04.* Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю.

*ПР 05.* Вміти проводити польові та лабораторні дослідження.

*ПР 06.* Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.

*ПР 07.* Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

*ПР 08.* Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

*ПР 09.* Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.

*ПР 10.* Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.

*ПР 11.* Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.

*ПР 12.* Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації.

*ПР 13.* Уміти доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу, робити презентації та повідомлення.

*ПР 16.* Характеризувати основні чинники ґрунтоутворення, властивості основних типів ґрунтів України та світу, особливості їх ґрунтокористування, проводити моніторинг ґрунтів та пропонувати заходи охорони і збереження ґрунтів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою за всі розділи практики.

Топографічний розділ практики складається із трьох етапів роботи:

1) **підготовчий** (настановча лекція організаційних етапів, видача приладів, бланків, ознайомлення із структурою звіту, вивчення будови, принципів роботи та взяття відліків з приладів);

2) **польовий** (польові інструктажі щодо виконання робіт по «теодолітному зніманні», «геометричному нівелюванні» та «барометричному нівелюванні», набір даних по зніманню, заповнення бланків, попереднє обчислення таблиць, викреслювання абрису (зарису), пікетажної книжки, схеми розташування точок);

3) **камерально-заліковий** (написання та оформлення звіту, викреслювання планів, профілів і схем та захист звіту).

Роботи студенти виконують у польових і камеральних умовах, завершують оформлення польової і камеральної документації аудиторіях або у вдома, а захищають звіти (питання-відповідь) в останній день практики. Максимальна кількість балів для студентів спеціальності Е4 Науки про Землю за три етапи практики становить 25 балів.

Бали нараховуються за таким співвідношенням: активна участь студента на всіх етапах практики (у т. ч. польових) – 18 балів. Кожен польовий день роботи оцінено максимум у шість балів. Водночас, за технічні помилки у виконанні та оформленні матеріалів знімаються п'ять балів; за незначні помилки у виконанні та оформленні матеріалів, помилки при оформленні креслень – чотири бали; помилки в оформленні матеріалів та креслень – три бали чи не повний комплект польових і камеральних матеріалів – один–два бали.

Диференційований залік у формі захисту практики із максимальною кількістю у сім балів. Захист практики проводять в усній формі. Студенту пропонують сім усних питань. Кожна відповідь оцінюється максимум в один бал. Якщо студент на всі запитання дав правильну і повну відповідь – сім балів; правильну, але не повну відповідь – шість балів; правильну відповідь з незначними помилками – від чотирьох до п'яти балів; правильну відповідь, але з грубими помилками – від двох до трьох балів; неправильна відповідь – нуль балів.

Максимальна кількість балів для студентів спеціальності А4 Середня освіта розраховуються аналогічно, але за три етапи практики вона становить лише 20 балів.

## **СХЕМА ТОПОГРАФІЧНОГО РОЗДІЛУ ПРАКТИКИ**

**Підготовчий етап практики. Перший день.** Місце проведення: аудиторія на географічному факультеті.

### ***Настановча лекція.***

Показ презентації та обговорення питань з тем:

1. Правила техніки безпеки при проведенні геодезичних робіт, деякі питання санітарії, побуту і особистої гігієни.
2. Організаційні етапи проведення топографічної практики.
3. Види топографо-геодезичних робіт.
4. Будова та принцип роботи геодезичних приладів.
5. Видача приладів.
6. Ознайомлення з матеріалами для польових і камеральних робіт (бланки, зошит, ватман, міліметровий папір, олівці, стирачки, ручки різних кольорів (чорна, червона), папір, підставка під таблиці (тверда сторінка папки), папка з файлами для звіту, бланки для розділів звіту: титулка практики, геодезичні прилади, теодолітне знімання, геометричне нівелювання, барометричне нівелювання), підготовлений і роздрукований матеріал по теоретичній частині (будови приладів, відліки, робота з теодолітом, нівеліром і барометром-анероїдом).
7. Ознайомлення із структурою звіту і щоденником практики.
8. Поділ на окремі бригади.
9. Рекомендації щодо зовнішнього вигляду студента під час польового періоду практики (одяг, парасолі).

### ***Практичне заняття.***

Розвиток практичних навичок щодо роботи з приладами та умінню взятті відліків кутів та відстаней.

Практичні розрахунки обчислених горизонтальний та вертикальних кутів, а також відстаней по віддалеміру.

Взяття відліків за допомогою нівеліра, барометра-анероїда і термометра.

**Польовий етап практики. Другий–четвертий дні практики.** Місце проведення: подвір'я географічного факультету, відкриті локації міста Львова – парк імені Івана Франка, площа перед головним корпусом Львівського національного університету імені Івана Франка, Львівська цитадель.

**Практичні заняття. Другий день практики.** Місце проведення: подвір'я географічного факультету.

Польовий інструктаж щодо виконання роботи «Теодолітне знімання» (із використанням приладів – теодоліт, тринога, рейки).

Практичне виконання студентами знімання місцевості:

- огляд території знімання, виставляння станцій;
- позначення станцій кілками;
- виведення приладу у робочу положення;
- робота на станції;
- порядок знімання, заповнення журналів в полі;
- знімання ситуації;
- побудова та викреслювання абрису;
- деякі польові розрахунки та звіряння результатів.

**Практичні заняття. Третій день практики.** Місце проведення: подвір'я географічного факультету.

Польовий інструктаж щодо виконання роботи «Геометричне нівелювання» (із використанням нівеліра та рейок).

Студенти здійснюють технічне нівелювання:

- прокладають нівелірний хід;
- працюють на станції;
- беруть відліки;
- заповнюють та обчислюють журнал поздовжнього нівелювання траси;
- викреслюють пікетажний журнал.

**Практичні заняття. Четвертий день практики.** Місце проведення: Парк імені Івана Франка, Львівська Цитадель та сусідні вулиці.

Польовий інструктаж щодо виконання роботи «Барометричного нівелювання» (із використанням барометра-анероїда, термометра та картосхеми точок знімання).

Студенти здійснюють роботу з приладами:

- виконують знімання на точках спостереження,
- заповнюють та обчислюють журнал барометричного нівелювання.

**Камерально-заліковий етап практики. П'ятий–шостий день практики.** Місце проведення: аудиторія на географічному факультеті.

***Практичні заняття. П'ятий день практики.***

Камеральне опрацювання матеріалів польових досліджень.

Проведення консультацій щодо правильності ведення документації та оформлення звітів.

Перевірка виконаних завдань та побригадних звітів.

***Захист практики. Шостий день практики.***

При захисті звітів всі члени бригади повинні вільно володіти інформацією, яка є вказаною в звіті, розказаною в аудиторних і польових лекціях та представлена в презентаціях. Під час захисту будуть задані по 5–7 запитань з кожного розділу практики.

**Орієнтовний перелік запитання на захист звітів:**

1. Що таке «топографічні знімання» та «станція»?
2. Що таке «знімання ситуації» та «знімання рельєфу»?
3. Що таке «топографічний план» та «профіль»?
4. Наземні знімання ділянок місцевості залежно від призначень, тобто від того, яку кінцеву продукцію треба отримати (план, топографічний план, профіль), поділяють на ... .
5. Що таке «горизонтальне» і «вертикальне знімання» (нівелювання)?
6. Які знімальні основи розрізняють?
7. Що таке «теодолітний хід» і які Ви види його знаєте?
8. Для одержання планового розміщення об'єктів застосовують такі способи знімань: ... .

9. Суть способу перпендикулярів.
10. Суть способу полярних координат.
11. Суть способу засічок.
12. Суть способу обходу.
13. Суть способу створів.
14. Що таке абрис?
15. Будова штативу.
16. Будова футляру.
17. Теодоліт та його поділ.
18. Технічні характеристики теодоліта 2Т30П.
19. Назвіть основні частини теодоліта 2Т30.
20. Будова сітки ниток зорової труби в теодоліті.
21. Бусоль та його функції.
22. Поясніть що таке «штриховий мікроскоп» та як ним користуватися?
23. Яка є різниця між теодолітом та тахеометром?
24. Як здійснюється підготовка теодоліта до вимірювання?
25. Що таке «центрування» приладу?
26. Що таке «горизонтування» приладу?
27. Що таке «фокусування» зорової труби?
28. Як користуватися і правильно брати відліки мікроскопа?
29. Нівелірні рейки.
30. Як здійснюються вимірювання горизонтальних кутів?
31. Як здійснюються вимірювання вертикальних кутів.
32. Поясніть спосіб кругових прийомів.
33. Поясніть спосіб суміщення лімба та аліади.
34. Поясніть способи вимірювання магнітних азимутів.
35. Що таке «місце нуля» і як його визначають?
36. Як здійснюють лінійні вимірювання?
37. Що таке «нитковий віддалемір» і як ним користуватися?
38. Поясніть порядок роботи з теодолітом на станції.
39. Що таке «теодолітне знімання»?
40. Як обчислюється журнал теодолітного ходу?
41. Як обчислюється ув'язка кутів теодолітного полігону?
42. Як обчислюють дирекційні кути і румби сторін полігону?
43. Обчислення та ув'язка приставів координат.

44. Обчислення площі ділянки знімання.
45. Викреслення схеми теодолітного ходу.
46. Викреслення та складання плану знімання.
47. Побудова координатної сітки.
48. Нанесення на план станцій теодолітного ходу.
49. Нанесення ситуації та оформлення плану.
50. Основні відомості про нівелювання.
51. Методи нівелювання.
52. Геометричне нівелювання.
53. Будова нівеліра.
54. Горизонтування нівеліра.
55. Способи геометричного нівелювання.
56. Суть способу вперед.
57. Суть способу від середини.
58. Обчислення журналу поздовжнього нівелювання траси.
59. Складання та викреслювання профілю траси.
60. Суть барометричного нівелювання.
61. Робота та точках спостереження під час виконання барометричного нівелювання.
62. Будова барометра-анероїда і термометра-плаща.
63. Обчислення журналу барометричного нівелювання.



## САМОСТІЙНА РОБОТА

---

Пропонуємо перелік питань для самостійного вивчення студентами:

1. Історія розвитку топографії і геодезії.
2. Існуючі системи координат і висот.
3. Аналіз прикладів топографічних карт і планів.
4. Аналіз зображення на топографічних картах і планах.
5. Техніка і досвід орієнтування на місцевості.
6. Глобальна (фундаментальна) геодезична мережа.
7. Геодезичні мережі світу.
8. Вимірювання за допомогою геодезичних приладів.
9. Геодезичні прилади і принципи роботи з ними.
10. Приклади нівелювання різних природно-господарських об'єктів.
11. Нівеліри і принципи роботи з ними.
12. Досвід використання сучасних методів і технологій у топографії і геодезії.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

---

1. Ващенко В., Літинський В., Перій С. Геодезичні прилади та приладдя : навчальний посібник. 3-тє видання. Львів : Євросвіт, 2009. 208 с.
2. Військова топографія / А. М. Кривошеев, А. І. Приходько, В. М. Петренко, Р. В. Сергієнко. Суми, 2010. 281 с. URL: [https://shron1.chtyvo.org.ua/Kryvosheiev\\_Andrii/Viiskova\\_topografiia.pdf?PHPSESSID=gp516g938lr1u62q20no1t6m52](https://shron1.chtyvo.org.ua/Kryvosheiev_Andrii/Viiskova_topografiia.pdf?PHPSESSID=gp516g938lr1u62q20no1t6m52).
3. Грабовий В. М. Геодезія. Житомир, 2004. 455 с. URL: <https://studfile.net/preview/5651448/>.
4. Іванов Є. А., Кравців С. С., Андрейчук Ю. М., Войтків П. С., Кричевська Д. А., Рожко І. М. Актуальні підходи до викладання топографо-картографічної складової підготовки вчителів-географів. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2024. № 3 (21). С. 881–892. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-3\(21\)-879-892](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-3(21)-879-892)
5. Земледух Р. М. Картографія з основами топографії. Київ, 1993. 456 с.
6. Калинич І. В., Гриник Г. Г., Ничвид М. Р. Геодезія: навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2020. 248 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/31333>.
7. Картографія з основами топографії. Частина І. Топографія : навчальний посібник / укладачі : Хаєцький Г. С., Стефанков Л. І. Вінниця, ВДПУ, 2014. 132 с. URL: [https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf\\_3/haeckiy5.pdf](https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf_3/haeckiy5.pdf).
8. Кравців С. С., Лозинський В. В., Кобелька М. В. Методичні вказівки з курсу «Топографія» (II розділ). Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2000. 40 с.
9. Лозинський В. В. Топографічна карта. Львів, 2010. 56 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V-top-karta-2010-book.pdf>.

10. Лозинський В. В. Топографічна карта. Навчально-методичний посібник. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 76 с.
11. Лозинський В. В. Топографічна практика: навчально-методичний посібник. Львів : ФОП Корпан Б. І., 2013. 104 с. URL: [https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V-topograf\\_prakt\\_2013-book.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V-topograf_prakt_2013-book.pdf).
12. Лозинський В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості. Видання друге, доопрацьоване і доповнене. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2012. 116 с. URL: [https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V-topograf\\_zniman\\_2012-book.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V-topograf_zniman_2012-book.pdf).
13. Лозинський В. В., Ключник В. В. Топографія з основами геодезії. Методичні вказівки до вивчення курсу. Львів, 2011. 24 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/07/top.pdf>.
14. Лозинський В. В. Топографо-геодезична термінологія (довідкове видання). Львів : НУ «Львівська політехніка», 2002. 77 с.
15. Лозинський В. В. Топографо-географічний словник. Львів, 2007. 252 с.
16. Лозинський В. В. Топографічне і картографічне креслення. Львів, 2009. 55 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Lozynskyy-V.-top-kart-book.pdf>.
17. Лозинський В. В., Андрейчук Ю. М. Картографо-топографічний словник-довідник : навчальний посібник / за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ; Львів : НУБІП Україна; ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 256 с. URL: [https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/Slovnuk\\_dovidnyk\\_Lozynskyy\\_Andreychuk-book.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/Slovnuk_dovidnyk_Lozynskyy_Andreychuk-book.pdf).
18. Ляшенко Д. О. Картографія з основами топографії: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ : Наук. думка, 2008. 184 с. URL: <https://www.nas.gov.ua/EN/Book/Pages/default.aspx?BookID=0000002704>
19. Мороз О. І. Топографія : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 220 с. URL: [https://vlp.com.ua/files/150231\\_zmist.pdf](https://vlp.com.ua/files/150231_zmist.pdf)

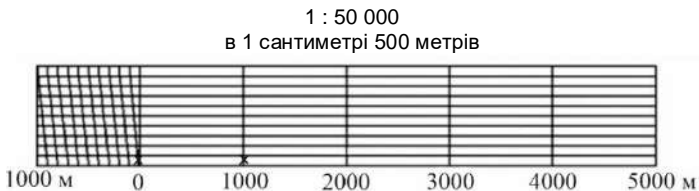
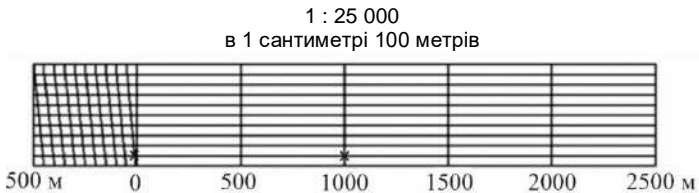
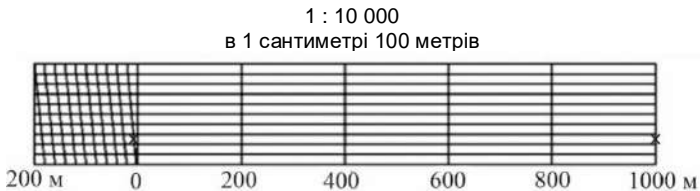
20. Основи топографії: навчальний посібник для студентів геологічних спеціальностей / укл. : Л. М. Хом'як. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2015. 96 с. URL: <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2014/12/Osnovy-topografii.pdf>
21. Островський А. Л. Геодезія. Частина перша. Геодезія. Підручник. Львів : В-во НУ «Львівська політехніка», 2008. 564 с. URL: [https://shron1.chtyvo.org.ua/Ostrovskiy\\_Apolinariy/Heodeziia\\_chastyna\\_II.pdf](https://shron1.chtyvo.org.ua/Ostrovskiy_Apolinariy/Heodeziia_chastyna_II.pdf)
22. Островський А. Л. Геодезія. Частина друга. Топографія. Навчальний посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 440 с. URL: <https://vlp.com.ua/node/6825>
23. Патрушева Л. І. Топографія з основами картографії : методичні рекомендації. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. П. Могили, 2015. 48 с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/89/1/Патрушева%20Л.%20І.%20Топографія%20з%20основами%20картографії.pdf>
24. Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 208 с. URL: [http://univer.nuczu.edu.ua/tmp\\_metod/939/G.S.Ratushnya\\_k\\_Topografiya\\_z\\_osnovami\\_kartografiji.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/939/G.S.Ratushnya_k_Topografiya_z_osnovami_kartografiji.pdf)
25. Топографо-геодезичний практикум. Навчальний посібник / В. І. Ващенко, В. О. Літинський, С. С. Перій. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 428 с. URL: [https://vlp.com.ua/files/170042\\_zmist.pdf](https://vlp.com.ua/files/170042_zmist.pdf)
26. Топографія з основами геодезії : підручник / А. П. Божок, В. Д. Барановський, К. І. Дрич та ін. / за ред. А. П. Божок. Київ : Вища школа, 1995. 275 с.
27. An Introduction to Topography / Royce Sutton (Editor). NewYork : Larsen and Keller, 2017. 269 p.
28. Markoski V. Basic Principles of Topography. 1st ed. Springer, 2018. 231 p.



# ДОДАТКИ

Додаток А

Зразок оформлення роботи «Масштаби»



$S = 1005 \text{ м}$

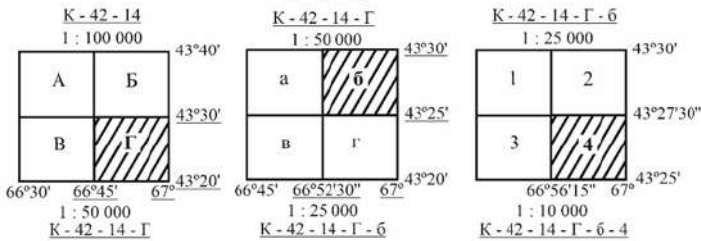
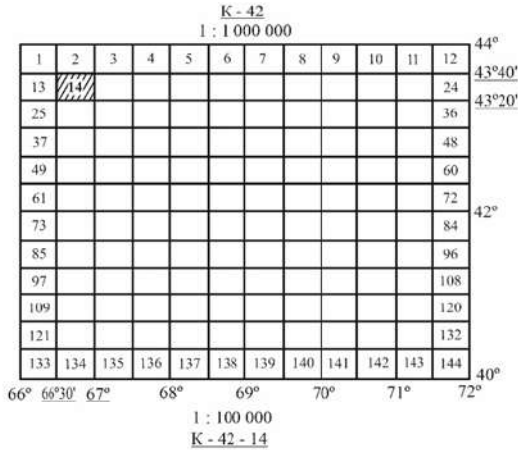
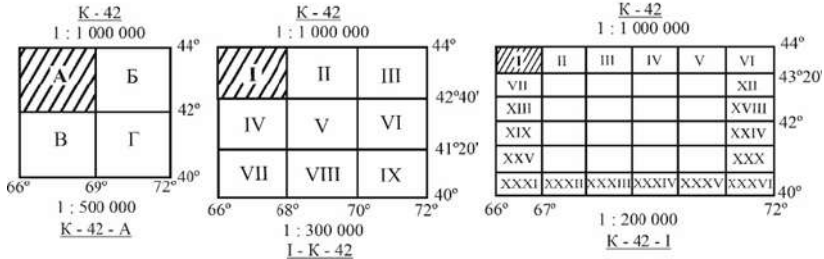
Оцінка:

Викладач:

Виконав студент  
групи ГРН-11 Нестеренко П.

Зразок оформлення роботи «Номенклатура топографічних карт»

НОМЕНКЛАТУРА АРКУШІВ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ  
В МЕЖАХ ЯКИХ ЗНАХОДИТЬСЯ А З  
ГЕОГРАФІЧНИМИ КООРДИНАТАМИ  
 $\varphi_A = 43^{\circ}26'40''$  пн. ш.,  $\lambda_A = 66^{\circ}56'21''$  сх. д.



Оцінка:  
Викладач:

Виконав ст. гр. ГРП-11  
Нестеренко П. С.

Зразок оформлення роботи «Номенклатура  
топографічних карт» (завдання 2)

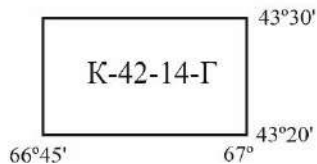
НОМЕНКЛАТУРА СУСІДНІХ ВОСЬМИ АРКУШІВ  
ТОПОГРАФІЧНОЇ КАРТИ

Масштаб карти. Географічні координати рамок даного аркуша

**1 : 50 000**

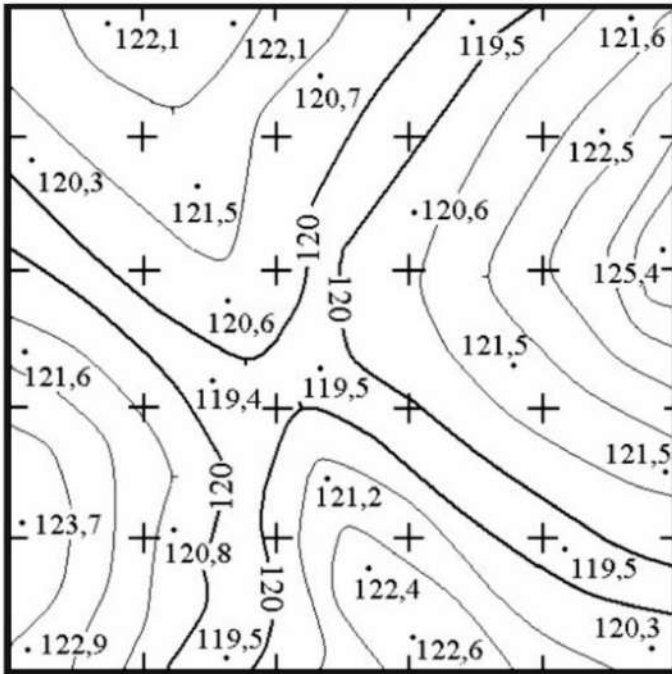
**К-42-14-Г**

К-42-14-А	К-42-14-Б	К-42-15-А
К-42-14-В	<b><u>К-42-14-Г</u></b>	К-42-15-В
К-42-26-А	К-42-26-Б	К-42-27-А



Зразок оформлення виконаної роботи «Зображення рельєфу на топографічних планах і картах»

**МОДЕЛЬ РЕЛЬЄФУ №0**



1 : 1 000

в 1 сантиметрі 10 метрів  
суцільні горизонталі проведені через 1 метр

Оцінка:  
Викладач:

Виконав студент  
групи ГРН-11 Нестеренко П.

## Журнал теодолітного ходу

Точки стоя- ння	Точки візுவ- ня	Полож. верт. круга	Відліки мікроскопа гориз. круга	Величина кута	Середнє значення кута	Довжина ліній в метрах	Середнє значення ліній	Кут нахилу ліній	Гориз. проекції ліній
1	5	КЛ	193° 24'	96° 16'	96° 16,5'	<u>лінія 1-2</u>	270,85	0° 08'	270,85
	2		97 08						
1	5	КП	271 03	96 17	88 46,5	<u>лінія 2-3</u>	162,17	0 09	162,20
	2		174 46						
2	1	КЛ	305 18	88 46	138 00,5	<u>лінія 3-4</u>	169,81	0 03	169,83
	3		216 32						
3	1	КП	209 54	88 47	108 32,5	<u>лінія 4-5</u>	191,16	0 01	191,16
	3		121 07						
4	2	КЛ	141 49	138 01	108 22	<u>лінія 5-1</u>	207,61	0 15	207,64
	4		3 48						
5	2	КП	230 01	138 00	108 22	207,67	207,67	207,67	207,67
	4		92 01						
4	3	КЛ	35 35	108 33	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22
	5		287 02						
5	3	КП	130 42	108 32	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22
	5		22 10						
5	4	КЛ	5 29	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22
	1		257 07						
5	4	КП	100 10	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22	108 22
	1		351 48						

Журнал обчислив (ла) студент (ка) групи .....

Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу

№ точки	Кут		Дирекційні кут	Румби		Довжина ліній	Прямокутні координати				Координати	
	Обчислені	Виправлені		Назва	Величина		обчислені	виправлені	X	Y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	$96^{\circ}16,5'$ $+0,5$	$96^{\circ}17'$	$269^{\circ}12'$	Пл-Зх $89^{\circ}12'$	270,85	$-3,78$ $+3$	$-270,82$ $+4$	$-3,75$	$-270,78$	+500,00	+500,00	
2	$88^{\circ}46,5'$ $+0,5$	88 47	0 25	Пл-Сх 0 25	162,20	$+162,20$ $+1$	$+1,18$ $+2$	$+162,21$	$+1,20$	+496,25	+229,22	
3	$138^{\circ}00,5'$ $+0,5$	138 01	42 24	Пл-Сх 42 24	169,83	$+125,47$ $+1$	$+114,52$ $+2$	$+125,48$	$+114,54$	+658,46	+230,42	
4	$108^{\circ}32,5'$ $+0,5$	108 33	113 51	Пл-Сх 66 09	191,16	$-77,29$ $+2$	$-174,84$ $+2$	$-77,27$	$-174,86$	+783,94	+344,96	
5	108 22	108 22	185 29	Пл-Зх 5 29	207,64	$-206,69$ $+2$	$-19,84$ $+2$	$-206,67$	$-19,82$	+706,67	+519,82	
I										+500,00	+500,00	

$P = 1001,68$

$\Sigma \beta_{теодоліт} = 539^{\circ}58'$

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

$f_{\beta_{теодоліт}} = -0^{\circ}02'$

$f_{\beta_{теодоліт}} = \pm 1^{\circ}15' = \pm 2,2'$

$f_{\Delta X} = -0,09$      $f_{\Delta Y} = -0,12$

$f_{\text{відк.}} = \pm 0,15$

$f_{\text{зам.}} = 1 / 6680 < 1 / 2000$

Відомість обчислення (за) студент (ка) групи \_\_\_\_\_

Відомості обчислення площ ділянки  
за координатами

X	Y	$Y_{i-1} - Y_i$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$(Y_{i-1} - Y_{i-2}) X_i$	$(X_{i-1} - X_{i+1}) Y_i$
1	2	3	4	5	6
500,00	500,00	-290,60	+210,42	-145300,0	+105210,0
496,25	229,22	-269,58	-158,46	- 133779,1	-36322,2
658,46	230,42	+115,74	-287,69	+76210,1	-66289,5
783,94	344,96	+289,40	-48,21	+226872,2	-16630,5
706,67	519,82	+155,04	+283,94	+109562,1	+147597,7
		+560,18	+494,36	+412544,5	+252707,7
		-560,18	-494,36	-279079,1	-119242,2
		0	0	2S =	2S =
				S =	S =
				S =	S =

Відомість обчислив (ла) студент (ка) групи \_\_\_\_\_

## Журнал нівелювання траси

№ станції	№ мікста	Відліки шкал рейки			Перевищення обчислені, мм	Середні і виправлені перевищення, мм	Горизонт приладу, м	Висоти точок, Н, м
		задньої	передньої	проміжної				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Rp1	0933 <u>5620</u> 4687	1759 <u>6448</u> 4689		-826 -828	<del>-2</del> <u>-827</u> -829		125,125
	ПК0							124,296
II	ПК0	0355 <u>5040</u> 4685	2424 <u>7108</u> 4684		-2069 -2068	<del>-2</del> <u>-2068</u> -2070		124,296
	X							122,226
III	X	0123 <u>4812</u> 4689	2414 <u>7100</u> 4686		-2291 -2288	<del>-2</del> <u>-2290</u> -2292		122,226
	ПК1							119,934
IV	ПК1	0154 <u>4843</u> 4689	2956 <u>7645</u> 4689		-2802 -2802	<del>-2</del> <u>-2802</u> -2804	120,088	119,934
	+15 +60 ПК2							117,886 119,560 117,130
V	ПК2	1656 <u>6343</u> 4687	0932 <u>5617</u> 4685		+724 +726	<del>-1</del> <u>+725</u> +724	118,786	117,130
	+30 +80 Rp2							117,002 115,833 117,854

Посторін-  
ковий  
контроль

29879 44403  
-14524  
-7262

-14524  
-7262

-7262

$$f_{\text{трак}} = -7262 - (117,854 - 125,125) = +9 \text{ (мм)}$$

$$f_{\text{дон}} = \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} = \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{0,4} = 31,6 \text{ мм} \approx 32 \text{ мм}$$

Журнал обчислив (ла): ст.гр. \_\_\_\_\_

## Журнал барометричного нівелювання

$a = 0,5$      $\epsilon = -0,1$      $c = 0,01$

Точки	Час спостереження год., хвилини			Температура		Покази анероида, А	Поправки			Покази ртутного барометра, P <sub>б</sub>	Поправка за час, ΔV	Зведений тиск	Середній тиск	Середня температура повітря	Різниця зведених тисків	Баричний ступінь	Перевіщення		Позначки точок, м
	повітря, t <sub>п</sub>	анероида, t <sub>а</sub>	а	b/c	C (760 - A)		обчислене, м	виправлене, м											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	8 10	19.1	20.2	745.2	0.5	-2.02	0.15	743.83	0.00	743.83	744.96	19.7	-2.26	11.55	-26.10	-3	240.00		
2	9 05	20.3	21.5	747.8	0.5	-2.15	0.12	746.27	-0.18	746.09	745.30	20.6	1.59	11.58	18.41	-2	213.87		
3	9 55	20.8	21.9	746.4	0.5	-2.19	0.14	744.85	-0.35	744.50	743.75	20.9	1.50	11.62	17.43	-2	232.26		
4	10 45	21.0	22.3	745.1	0.5	-2.23	0.15	743.52	-0.52	743.00	744.00	21.2	-2.00	11.63	23.26	-2	249.67		
5	11 25	21.4	22.8	747.3	0.5	-2.28	0.13	745.65	-0.65	745.00	744.42	22.0	1.17	11.65	13.61	-2	226.39		
1	12 15	22.7	23.9	746.4	0.5	-2.39	0.14	744.65	-0.82	743.83							240.00		
7													0					-49.47	
																		-49.36	

$f_k = + 0,11$

Обчислив ст. гр.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ІВАНОВ Євген Анатолійович  
ВОЙТКІВ Петро Степанович

**ТОПОГРАФІЯ:  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

**Частина 2. ПРАКТИКУМ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

*Друкується в авторській редакції*

Львівський національний університет імені Івана Франка  
79000, м. Львів, вул. Дорошенка 41  
Підп. до друку 25.09.2025. Формат 60×84/8.  
Папір друк. Друк на різогр. Гарнітура Arial.  
Умов. друк. арк. 9,95. Наклад 100 прим. Зам. \_\_\_.

Надруковано з готових діапозитивів  
у друкарні ТзОВ «Простір-М»  
79000, м. Львів, вул. Чайковського, 8