



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та
землевпорядкування**

**Кафедра управління земельними ресурсами,
геодезії та кадастру**

Топографія. Рішення задач за топографічними картами

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства, деревооброблювальних технологій та
землевпорядкування
Кафедра управління земельними ресурсами, геодезії та кадастру

Топографія. Рішення задач за топографічними картами.

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету лісового
господарства,
деревооброблювальних
технологій та
землевпорядкування
Протокол № _____
від _____ р.)

**Харків
2024**

УДК 528.4.08(072)
Т-61

Схвалено на засіданні кафедри управління земельними ресурсами,
геодезії та кадастру
Протокол №1 від 28 серпня 2024р.

Рецензенти:

Т-61 Топографія. Рішення задач за топографічними картами:
методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної
форми навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»,
укладачі: А.О. Сєдов, Д.Д. Хайнус, С.О.Винограденко; ДБТУ. –
Харків: 2024. – 33 с.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни
«Топографія» містять опис, структуру та методику виконання практичних
робіт для денної та заочної форм навчання здобувачів першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

УДК 528.4.08(072)

Відповідальний за випуск:

© Сєдов А.О., 2024

© ДБТУ, 2024

Вступ

Головною метою геодезичних робіт на місцевості є створення планово-картографічних матеріалів за результатами геодезичних зніманих. Матеріали цих зніманих використовують для складання карт територій земної поверхні. Усі геодезичні роботи поділяють на дві стадії – польову, пов'язану з безпосереднім вимірюванням на місцевості, та камеральну, під час якої обробляють результати польових робіт, будують і оформляють карти, плани, профілі.

Картою називають зменшене зображення земної кулі або значної частини її поверхні, з урахуванням загальної кривизни Землі як планети. Контури об'єктів місцевості проєктують нормальними на сферичну поверхню, яку потім розгортають у площину. З геометричної точки зору зображення цих об'єктів завжди буде мати спотворення, оскільки без них випуклу поверхню Землі відобразити на папері неможливо. Характер та масштаб спотворень залежить від вибраної картографічної проєкції, за якою будують сітку меридіанів і паралелей.

Топографічна карта – найбільш повна й детальна загально-географічна карта, на якій відображена сукупність основних елементів місцевості (гідрографія, рельєф, ґрунтово-рослинний покрив, населені пункти, шляхи сполучення тощо), за допомогою яких можна визначити планове і висотне місцеположення точок земної поверхні, тип, різновид і характерні властивості об'єктів (предметів) місцевості, що зображені певними картографічними умовними позначеннями. Топографічні карти в Україні видаються в масштабах 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 і 1 : 1 000 000.

План – зменшене зображення на площині горизонтальної проєкції порівняно невеликої земельної ділянки. Для побудови плану точки та лінії місцевості проєктують перпендикулярами на площину й зменшують у кілька разів.

Топографічний план – це великомасштабне картографічне зображення на площині в ортогональній проєкції обмеженої частини місцевості, у якому не враховується кривизна земної поверхні. В Україні топографічні плани видаються у великих масштабах: 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000.

Топографічні плани і карти створюють у графічному або цифровому вигляді. Вихідну топографо-геодезичну інформацію отримують шляхом топографічних зніманих або картоскладанням за матеріалами топографічних зніманих великого масштабу.

Основним джерелом просторової інформації про місцевість при проведенні землеустрою, здійсненні різних заходів меліорації, веденні державного земельного кадастру, топографічні плани й карти і повноцінне їх використання є можливим, якщо інженер-землевпорядник може вільно читати зміст карт, виконувати на них необхідні вимірювання і вирішувати різні завдання.

У цьому розділі передбачено виконання двох завдань, щоб навчитися користуватися лінійним і поперечним масштабами під час роботи з топографічними картами і планами, оволодіти методикою рішення на них різноманітних завдань.

Виконання лабораторно-практичних робіт

Лабораторно-практична робота №1. Побудова лінійного і поперечного масштабів та їх використання

Мета завдання – навчитися будувати лінійний і поперечний масштаби і користуватися ними під час вимірювання і відкладання відрізків на планах.

Прилади і матеріали – завдання для розрахунків; гостро заструганий олівець середньої твердості, вимірник, масштабна лінійка, гумка.

Будуючи план, карту чи профіль, виміряні на місцевості довжини ліній, а точніше – їх горизонтальні проекції, необхідно зменшувати. Ступінь цього зменшення прийнято називати масштабом. Таким чином, **масштаб** – відношення довжини відрізка на плані або карті до відповідної йому горизонтальної проекції на місцевості. *Масштаби бувають чисельні, іменовані та графічні.*

Розрізняють головний і частковий масштаби карти. На карті вказують головний масштаб – ступінь зменшення картографованого зображення у порівнянні з дійсністю, вираженим відношенням ступеня зменшення лінійних розмірів еліпсоїда при його зображенні на карті.

Види масштабів залежно від їх застосування мають різну точність при вимірюваннях. Граничні розміри предметів, які можна розрізняти на плані, визначають точністю масштабу. Людське око може розрізняти на плані точку величиною не менше 0,1 мм. У зв'язку з цим за точність масштабу приймають відстань на місцевості, що відповідає в цьому масштабі 0,1 мм плану або карти. Отже, *точність масштабу* – це горизонтальне прокладення лінії місцевості, яке дорівнює 0,1 міліметра на плані або карті.

Чисельний масштаб – це дріб, чисельник якого одиниця, а знаменник – число, яке вказує на показник зменшення при зображенні на карті або плані. Наприклад, масштаб плану 1 : 10 000 вказує, що горизонтальна проекція відрізка лінії місцевості зменшена на плані в 10 000 разів, тобто 1 см на плані відповідає 10 000 см на горизонтальній проекції місцевості. Чим менше знаменник чисельного масштабу, тим більшим вважається масштаб і навпаки. Чисельний масштаб – величина умовна і не залежить від системи лінійних мір.

Іменований масштаб (величина масштабу) – горизонтальне прокладення лінії місцевості в метрах, яке дорівнює одному сантиметру на плані або карті.

Для зручності користування масштабами та уникненні розрахунків замість числового масштабу використовують *графічні масштаби*, які бувають лінійні та поперечні.

Методика виконання завдання

Побудова і використання лінійного масштабу. Знаючи чисельний масштаб карт, можна визначити довжину лінії на місцевості, помноживши довжину вимірюваної на карті відрізка на знаменник чисельного масштабу цієї карти. Щоб не проводити подібних обчислень, краще користуватися лінійним масштабом, який розміщують під південною рамкою карт.

Лінійний масштаб – графік, на якому відкладені відрізки, що відповідають певним відстаням на місцевості, які називаються основою масштабу. Основу лінійного масштабу вибирають таких розмірів, щоб вона в цьому чисельному масштабі виражала ціле й кратне число метрів на проекції місцевості. Ліву крайню основу лінійного масштабу ділять на декілька рівних частин, щоб відповідала зручним для користування кратним числам метрів або їх частин.

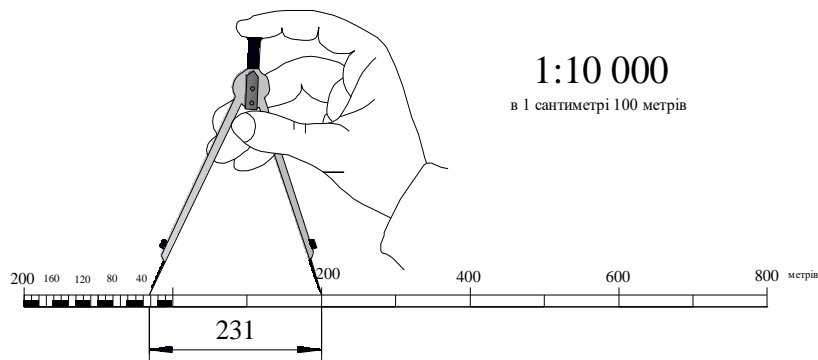


Рис. 1. Відкладання та вимірювання ліній за лінійним масштабом

Для вимірювання довжини відрізка на карті за допомогою лінійного масштабу встановлюють ніжки (голки) циркуля вимірника у початкову і кінцеву точки вимірюваного відрізка. Не змінюючи розхил вимірника відповідної довжини відрізка, прикладаємо його до лінійного масштабу так, щоб права ніжка була встановлена обов'язково на котромусь із штрихів, що позначає основу лінійного масштабу або на нулі, а ліва ніжка – в межах крайньої лівої основи масштабу (рис. 1). Величину вимірюваного відрізка отримуємо, додавши до підписаного числа метрів над штрихом з котрим

з'єднана права ніжка циркуля, число метрів що містяться у відрізку між нульовим штрихом лінійного масштабу і остачею до лівої ніжки вимірювача. Якщо довжина вимірюваного відрізка перевищує довжину лінійного масштабу, її визначають окремими відрізками.

Для відкладання заданої довжини відрізка за допомогою лінійного масштабу перш за все визначають величину його найменшої поділки. Потім до лінійного масштабу прикладають вимірювач так, щоб права ніжка була поміщена обов'язково на штрих, що відповідає числу основ масштабу, що вміщаються в заданому відрізку. Ліву ніжку циркуля при цьому встановлюють на нульовий штрих, а потім її зміщують вліво на стільки поділок (або частину поділки) основи масштабу, скільки бракує до заданої довжини відрізка.

У ході виконання завдання, користуючись лінійним масштабом на бланку, відкласти довжини заданих відрізків, показати один з них на самому графіку лінійного масштабу, а два інших – під поперечним масштабом. Кінці їх наколоти голкою та обвести кружками діаметром 1,5–2,0 мм (рис. 3).

Практична точність лінійного масштабу 0,02–0,03 основи масштабу. Для більш точних графічних робіт на картах користуються *поперечним масштабом*, який дає змогу вимірювати відрізки з точністю 0,01 його основи.

Побудова та використання поперечного масштабу.
Поперечний масштаб – це графічне зображення чисельного масштабу у вигляді номограми, що вигравіювана на металевій пластині або транспортірі (рис. 2).

Для побудови поперечного масштабу на прямій лінії відкладають рівні відрізки, що їх приймають за основу масштабу. Ліву крайню основу, як правило, ділять на 10 рівних частин. Цю частину приймають за десятку основи. Із точок основ масштабу вгору відкладають перпендикуляри довжиною, що рівна довжині основи, які ділять на десять рівних між собою відрізків. Верхній лівий крайній відрізок, що рівний довжині основи, також ділять на 10 частин. Кінець похилої лівої крайньої основи з'єднують лінією; з першим вліво від кінця верхнім лівим крайнім відрізком, що дорівнює $1/10$ частини основи. Паралельно до цієї лінії з'єднують інші відрізки за допомогою *трансверсалей*.

За поперечним масштабом можна виконувати вимірювання та графічні побудови на плані (карті) у межах їх *граничної графічної*

точності, за яку приймають відстань на місцевості, що на плані або карті цього масштабу відповідає відрізкові 0,1 мм (табл. 1).

Таблиця 1

Значення поділок нормального поперечного масштабу залежно від величини масштабу

Пор. №	Чисельний масштаб	Величина масштабу, см	Кількість метрів			
			в основі (2 см) масштабу	в одній поділці зліва від нуля (1/10 частина)	у найменшій поділці по трансверсалі (1/100 частина)	Гранична графічна точність плану (карти), м
1	1: 500	5	10	1	0.1	0.05
2	1: 1 000	10	20	2	0.2	0.10
3	1: 2 000	20	40	4	0.4	0.20
4	1: 5 000	50	100	10	1.0	0.50
5	1: 10 000	100	200	20	2.0	1.00
6	1: 25 000	250	500	50	5.0	2.50
7	1: 50 000	500	1 000	100	10.0	5.00
8	1: 100 000	1 000	2 000	200	20.0	10.00
9	1: 200 000	2 000	4 000	400	40.0	20.00
10	1: 500 000	5 000	10 000	1 000	100.0	50.00
11	1:1 000 000	10 000	20 000	2 000	200.0	100.00

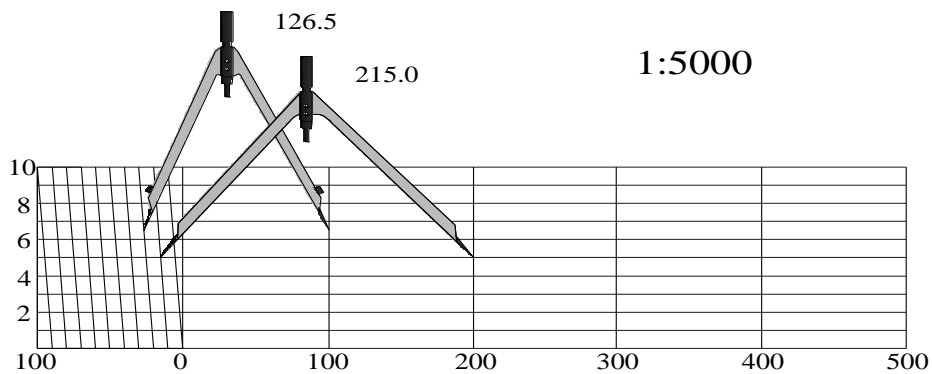


Рис. 2. Відкладання та вимірювання ліній за поперечним масштабом

Для вимірювання довжини відрізка на карті за допомогою поперечного масштабу беруть у розхил циркуля-вимірника величину потрібного відрізка та прикладають циркуль на поперечний масштаб таким чином, щоб права ніжка вимірювача обов'язково розташовувалася на одній з вертикальних ліній масштабу, а ліва – в полі крайньої лівої основи масштабу на одній з похилих ліній. При цьому необхідно, щоб кінці циркуля знаходилися на одній і тій ж паралелі. Довжина відрізка складається із суми відрізків, розташованих:

- між нульовою вертикаллю і тією, на якій встановлена права ніжка вимірювача;
- між крайньою правою трансверсаллю і тією, на якій встановлена ліва ніжка циркуля;
- між нульовою вертикаллю і крайньою правою трансверсаллю (рис. 2).

Наприклад, потрібно відкласти відрізок довжиною 2193 м при чисельному масштабі 1 : 50 000. Для цього необхідно визначити значення найменшої поділки поперечного масштабу стосовно заданого чисельного масштабу. У нашому прикладі воно дорівнює 10 м.

Відстань 2193 м відповідає двом цілим основам (2000 м), одній десятій частці основи (100 м), дев'яти сотим часткам основи (90 м) і трьом тисячним часткам основи (оцінюються на око) на поперечному масштабі.

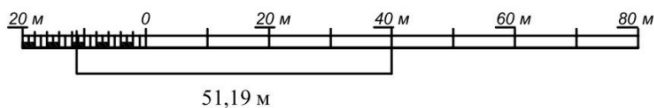
Ніжки вимірника встановлюємо на нижній горизонтальній лінії з таким розрахунком, щоб права розташувалася на другому від нуля перпендикулярі вправо, а ліва біля основи другої трансверсалі. Пересуваємо вимірювач вгору до дев'ятої паралелі і на 0,3 відстані між сусідніми паралелями (оцінюємо на око) так, щоб права ніжка вимірювача переміщалася обов'язково по вертикалі, а ліва по трансверсалі. Отриманий в розхилі вимірника відрізок дорівнює 2193 м при масштабі 1 : 50 000.

Користуючись побудованим поперечним масштабом, у завданні потрібно відкласти три відрізки заданої довжини: значення одного з них показати безпосередньо на поперечному масштабі, а решту відкласти на лініях, проведених у поперечному масштабі (рис. 3). Кінці відкладених відрізків наколоти голкою і обвести кружками.

Здавальні матеріали: лінійний і поперечний масштаби з відкладеними відрізками на аркуші паперу формату А4, оформлені відповідно до зразка (рис. 3). Під час здачі завдання проводять співбесіду з кожним здобувачем, у ході якої виявляється вміння вільно користуватися графічними масштабами під час вимірювання та відкладання відрізків на топографічних картах будь-якого масштабу.

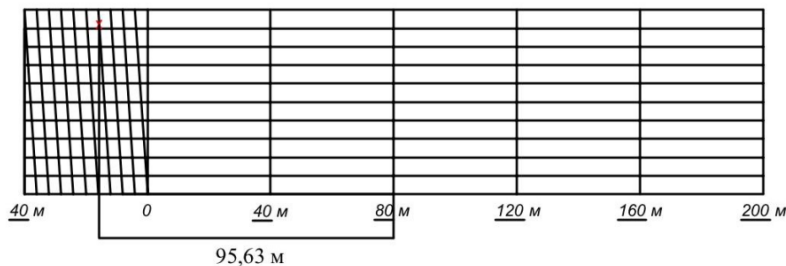
ЛІНІЙНИЙ МАСШТАБ

1 : 1 000, в 1 см 10 м

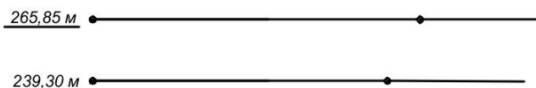


ПОПЕРЕЧНИЙ МАСШТАБ

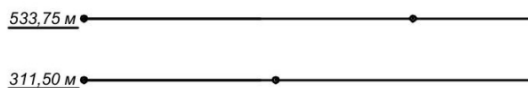
1 : 2 000, в 1 см 20 м



1 : 5 000, в 1 см 50 м



1 : 10 000, в 1 см 100 м



Індивідуальне завдання

1:10 000	339.50	117.25	5.55 x N	5.55 x 35 = 194.25	533.75	311.50
1:5 000	71.60	45.05	5.55 x 35	265.85	239.30	
1:2 000	ЛМ	56.78	ЛМ	95.63		
1:1 000	ЛМ	12.34	1.11 x N	1.11 x 35 = 38.85	ЛМ	51.19
№ номер варіанта	1 група	Додати	Приклад для варіанту 35 група 1			

МАСШТАБИ

ВАРІАНТ 35

ВИКОНАВ		кафедра управління земельними ресурсами,	193-236-01
ПЕРЕВІРИВ		геодезії та кадастру	Шевченко А.М.

Рис. 3. Приклад оформлення роботи

Лабораторно-практична робота №2. Рішення задач за топографічними картами

Мета завдання – навчитися методиці вирішення найбільш поширених завдань за топографічною картою.

Прилади і матеріали – навчальна топографічна карта масштабу 1 : 10 000; геодезичний транспортир і циркуль-вимірник; міліметровий папір (20x30 см), зошит, мікрокалькулятор, гостро заструганий олівець середньої твердості, гумка.

1. Визначення геодезичних координат. Положення точок на земній поверхні та на поверхні еліпсоїда визначають їх координатами в тій чи іншій системі.

Координатами називають лінії та кутові величини, що визначають положення точки в просторі чи на площині в тій чи іншій системі. Осями координат і координатними площинами називають лінії та площини, відповідно до яких визначають положення точок. Для визначення місцеположення точок і напрямків використовують характерні лінії і площини на поверхні еліпсоїда обертання.

У геодезії широко застосовують такі системи координат:

- 1) географічну;
- 2) систему плоских прямокутних координат;
- 3) систему полярних координат.

На топографічних картах підписують геодезичні координати – широту і довготу, величину яких визначають розмірами і орієнтацією референц-еліпсоїда Красовського, прийнятого в Україні при виконанні картографо-геодезичних робіт в якості фігури Землі.

Геодезичною широтою B точки (рис. 4) називають кут B , що утворений нормаллю до поверхні еліпсоїда в цій точці з площиною екватора. Широти обчислюють в обидві сторони від екватора. Вони можуть приймати значення від 0° до 90° . Широти точок, що розміщені на північ від екватора називають північними, а на південь від екватора – південними.

Геодезичною довготою L точки (рис. 4) називають двогранний кут L , що утворений площиною геодезичного меридіана цієї точки і площиною меридіана, що прийнятий за початковий. Довготи обчислюють від початкового меридіана на схід та захід і, відповідно, називають східною та західною. Рахунок довгот ведуть у градусній мірі від 0° до 180° .

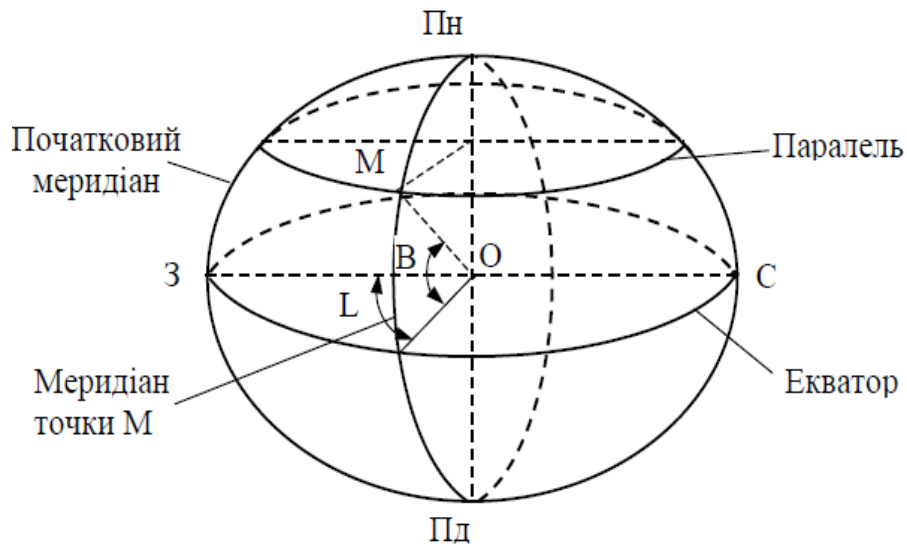


Рис. 4. Географічні координати точки M (B, L)

Геодезичну широту B і довготу L заданої точки на карті визначають за допомогою картографічної сітки.

На топографічних картах масштабу $1 : 200\,000$ і більше картографічною сіткою служать лінії паралелей і меридіанів, що обмежують картографічне зображення.

На кожному аркуші топографічної карти підписані широти і довготи кутів внутрішніх рамок аркуша. Крім того, мінутна рамка карти розбита на мінуту, а кожна мінута довготи і широти на топографічних картах масштабів $1 : 10\,000 - 1 : 100\,000$ крапками поділена на шість рівних частин, відстань між якими відповідає $10''$ довготи або широти (рис. 5).

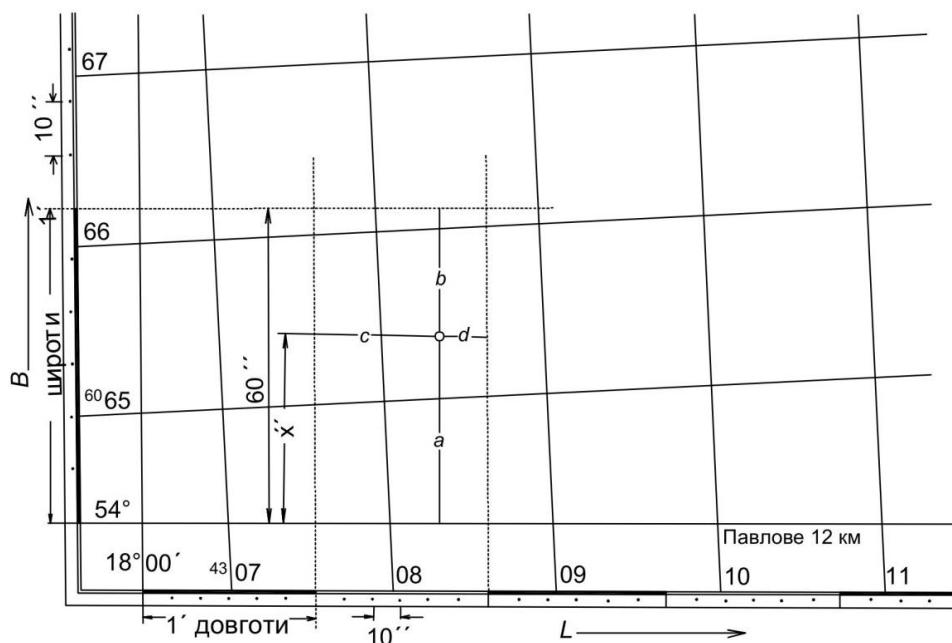


Рис. 5. Визначення геодезичних координат

Для наближеного визначення геодезичних координат необхідно через задану точку провести (можна просто прикласти лінійку) паралель і меридіан цієї точки і визначити їх значення на мінутній рамці на око. Для більш точного

визначення координат з урахуванням точності карти і деформації паперу через мінутні поділки рамки проводять найближчі до точки лінії меридіанів і паралелей і за допомогою поперечного масштабу вимірюють відрізки a, b, c, d (рис. 5). Координати обчислюють за формулами:

$$B = B_1 + \frac{a}{a+b} \cdot 60''; \quad (1)$$

$$L = L_1 + \frac{c}{c+d} \cdot 60'' \quad (2)$$

або

$$B = B_2 + \frac{a}{a+b} \cdot 60''; \quad (3)$$

$$L = L_2 + \frac{c}{c+d} \cdot 60'', \quad (4)$$

де a і b – відстані за меридіанами L від певної точки до найближчих паралелей B_1 і B_2 , а c і d – паралелі B до найближчих меридіанів L_1 і L_2 . Наприклад, якщо

$$a = 44,0 \text{ мм}; \quad B_1 = 54^\circ 40'$$

$$b = 30,0 \text{ мм}; \quad B_2 = 54^\circ 41'$$

$$c = 31,0 \text{ мм}; \quad L_1 = 18^\circ 01'$$

$$d = 11,5 \text{ мм}; \quad L_2 = 18^\circ 02',$$

тоді

$$B_T = 54^\circ 40' 35,7''$$

$$L_T = 18^\circ 01' 43,8''$$

Отримані значення координат заносять до табл. 3, у яку будуть записані і всі наступні розраховані величини.

2. Визначення плоских прямокутних геодезичних координат.

Для обчислення плоских прямокутних координат геодезичних пунктів на топографічних картах масштабів $1 : 500\,000$ і більше прийнята рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гаусса-Крюгера (Гаусс запропонував цю проекцію, а Крюгер розробив формули для її використання в геодезії).

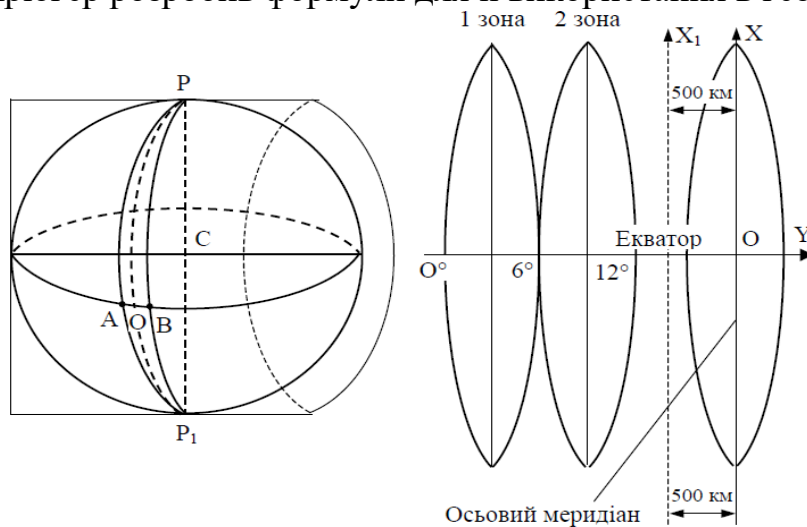


Рис. 6. Зональна система плоских прямокутних координат Гаусса-Крюгера

При використанні проекції Гаусса-Крюгера поверхня еліпсоїда поділяється меридіанними площинами на зони (рис. 6). Ширина зон за довготою встановлена в 6° , а в районах, де проводяться топографічні зйомки у великому масштабі – 3° . Середній меридіан зони називається *осьовим*. Кожна з цих зон на площині утворює самостійну систему координат. У результаті такого проектування отримують зображення поверхні земної кулі (еліпсоїда) у вигляді зон, які прилягають одна до одної на екваторі. Осьовий меридіан кожної зони зображують на площині прямою лінією і приймається за вісь абсцис (X). Екватор також зображують прямою лінією, перпендикулярною до осьового меридіана і приймають за вісь ординат (Y).

Початком рахунку координат у кожній зоні є точка перетину осьового меридіана та екватора. Для осі абсцис приймають додатні значення, які зростають від екватора на північ, а для осі ординат – від осьового меридіана на схід. Для виключення від’ємних значень ординат у зоні до них прибавляють умовно 500 км і на початку ставлять номер зони, у якій розміщені ці координати. Для зручності користування прямокутними координатами на аркушах топографічних координат масштабу 1 : 500 000 і більше нанесена прямокутна сітка ліній – кілометрова сітка. Кілометрові лінії, які розміщені ближче до кутів рамки топокарти, підписують повним числом кілометрів, а інші лінії кілометрової сітки – скорочено, останніми двома цифрами (рис. 7).

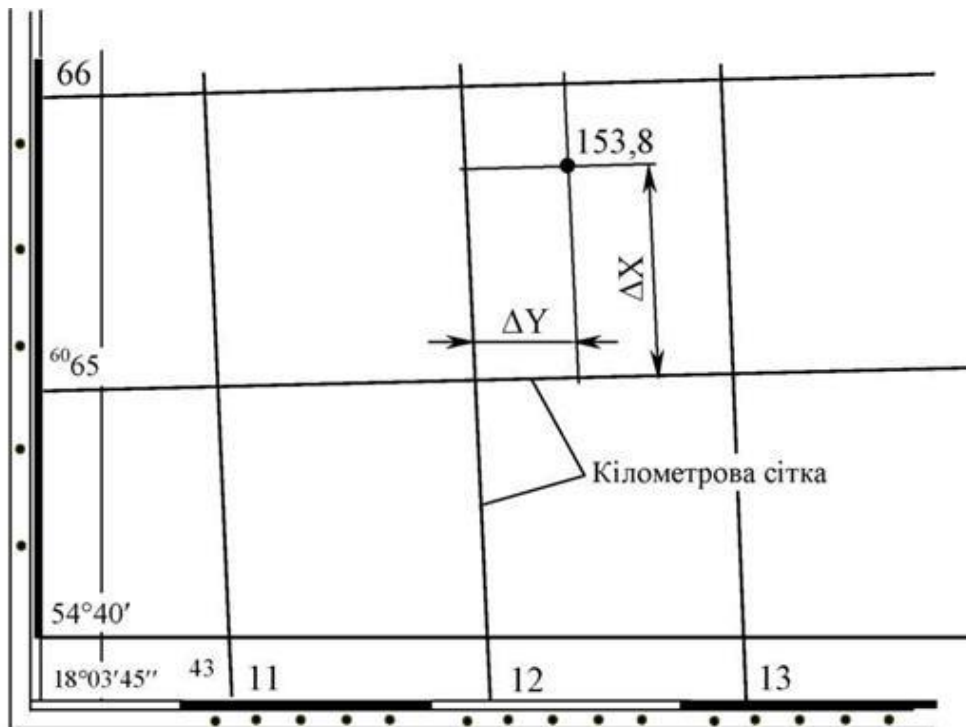


Рис. 7. Визначення прямокутних координат

Наприклад, на аркуші навчальної топографічної карти У-34-37-В-В підпис 6065 біля крайньої знизу горизонтальної лінії означає, що вона проходить у 6065 км на північ від екватора. Підпис 4307 у крайній зліва від вертикальної кілометрової лінії означає, що вона розміщена в четвертій зоні і

проходить у 307 км від початку рахунку ординат, тобто на 193 км на захід від осевого меридіана зони.

Для визначення прямокутних координат будь-якої точки на карті вимірюють відрізки a , b , c , d і обчислюють координати точки за формулами:

$$X = X_n + a = X_{n+1} - b; \quad (5)$$

$$Y = Y_n + c = Y_{n+1} - b, \quad (6)$$

де X_n , Y_n , X_{n+1} , Y_{n+1} – координати відповідно південно-західного і північно-східного кутів квадрата кілометрової сітки, в якому знаходиться задана точка; a , b , c , d – відстані за перпендикулярами, виміряні за допомогою поперечного масштабу, від заданої точки до відповідно південної та північної, до східної і західної сторін цього квадрата.

Наприклад, якщо $a = 375$ м; $c = 360$ м;
 $b = 625$ м; $d = 640$ м,

то координати точки дорівнюють:

$$X = 60\ 65\ 000 + 375 = 60\ 66\ 000 - 625 = 60\ 65\ 375 \text{ м};$$

$$Y = 43\ 08\ 000 + 360 = 43\ 09\ 000 - 640 = 43\ 08\ 360 \text{ м}.$$

3. Вимірювання довжин відрізків за картою. Довжини відрізків прямих ліній між заданими на карті точками залежно від необхідної точності вимірюють окомірно, лінійкою з міліметровими поділками або циркулем-вимірником за лінійним чи поперечним масштабами.

При окомірному визначенні на карті відстаней, його подумки оцінюють в сантиметрах і, помноживши отримане значення на величину масштабу цієї карти, отримують довжину відповідного відрізка на місцевості в метрах або в кілометрах.

Для визначення відстаней за допомогою лінійки її прикладають до вимірюваного відрізка і визначають його довжину, оцінюючи частки міліметра на око. Це значення множать на величину масштабу карти і отримують довжину відрізка на місцевості в метрах або в кілометрах.

Точніше визначити довжину вимірюваного відрізка на карті можна за допомогою циркуля-вимірювача і лінійного або поперечного масштабів. При цьому слід керуватися рекомендаціями, викладеними в завданні 1.

У нашому прикладі $D = 2250$ м.

Проконтролювати правильність вимірювання відрізка на карті і попереднього визначення прямокутних координат його кінців можна за формулою:

$$D = \sqrt{(X_n - X_k)^2 + (Y_n - Y_k)^2}, \quad (7)$$

де D – відстань між точками з прямокутними координатами X_n , Y_n початкової та X_k , Y_k кінцевої точок, м.

У нашому прикладі $D = 2247,2$ м (розбіжність в межах точності масштабу карти), що вказує на правильність визначення D і прямокутних координат.

Довжини звивистих ліній (річок, кордонів природних контурів, горизонталей та ін.) вимірюють циркулем з малим розхилом голок (1 – 4 мм)

шляхом послідовного відкладення вибраного розхилу циркуля уздовж вимірюваної лінії з подальшим введенням в отриману довжину (l_d) поправки, пропорційної числу звивин ліній.

Більш швидко, але менш точно визначити довжину звивистої лінії можна курвиметром.

4. Визначення дирекційних кутів, істинних і магнітних азимутів та румбів. При використанні топографічних планів та карт для орієнтування ліній застосовують дирекційні кути. За початковий напрям приймають напрям осьового меридіана зони або лінії, паралельної йому. Зручність застосування дирекційних кутів полягає в тому, що при орієнтуванні можна використати сітку площинних прямокутних координат топографічних карт і планів.

Дирекційний кут – це горизонтальний кут, що його відраховують за рухом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана зони або лінії, що йому паралельна, до заданого напрямку (рис. 7). Значення дирекційних кутів змінюються від 0° до 360° . Оскільки напрямок $O'X'$ паралельний осьовому меридіану зони OX , то залежність між прямим і зворотнім дирекційним кутом має вигляд:

$$\alpha = \alpha' \pm 180^\circ, \quad (8)$$

де α' – зворотній дирекційний кут.

Тобто прямий та зворотній дирекційні кути однієї й тієї ж лінії за абсолютним значенням відрізняються між собою на 180° .

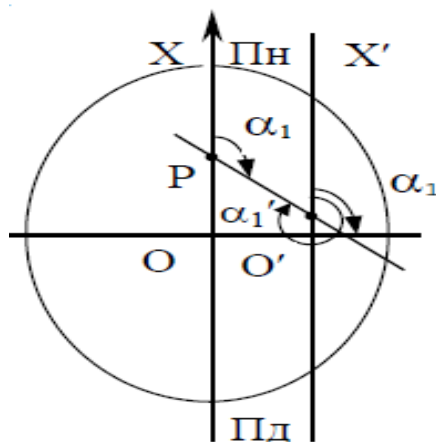


Рис. 8. Дирекційні кути

Наприклад, необхідно визначити дирекційний кут лінії 5-7 (рис. 9) З'єднавши, точки 5-7 прямою лінією, накладаємо транспортир на карту так, щоб середина його лінійки, позначена нульовим штрихом, збіглася з точкою перетину цього напрямку і однією з вертикальних ліній кілометрової сітки (у нашому випадку 4309), а краї лінійки транспортира поєдналися б з цією лінією. Відраховуємо на транспортирі за ходом годинникової стрілки від напрямку вертикальної лінії кілометрової сітки до визначеного напрямку гострий кут (у нашому прикладі $27^\circ 15'$), що відповідає румбу. Напрямок розглянутої лінії південно-західний і дирекційний кут дорівнює:

$$\alpha = 27^\circ 15' + 180^\circ = 207^\circ 15'.$$

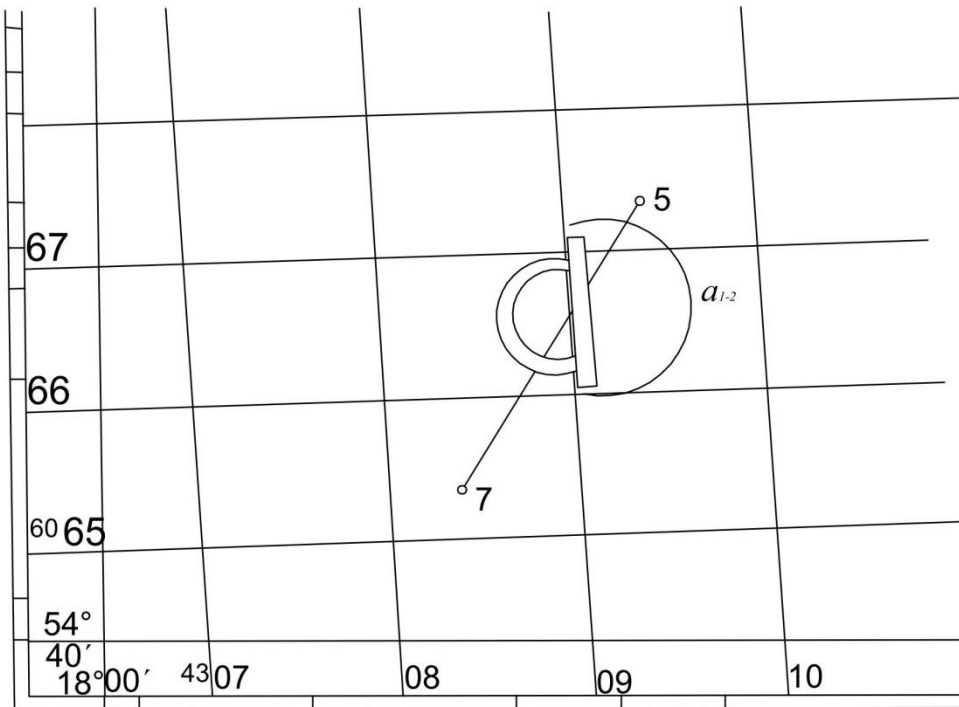


Рис. 9. Визначення дирекційного кута

Істинним (геодезичним) азимутом лінії місцевості в певній точці називають кут, що відрахований за ходом стрілки годинника від північного напрямку істинного меридіана, який проходить через цю точку, до напрямку з цієї точки на предмет.

За абсолютним значенням азимуту змінюються від 0° до 360° . Меридіани між собою не паралельні, тому азимут лінії в кожній її точці має різне значення.

Для визначення істинного азимута A необхідно знати значення зближення меридіанів на площині, тобто гаусове зближення меридіанів γ , величина якого залежить від ступеня віддалення цієї точки від вістового меридіана зони і може мати значення від 0° до $\pm 3^\circ$. Значення γ вказують у лівому куті південної рамки топографічних карт (рис. 10).

Схилення на 2002 р. східне $6^\circ 12'$. Середнє зближення меридіанів західне $2^\circ 22'$ (рис. 11). Для східної половини зони значення гаусового зближення меридіанів вважається додатнім, для західної – від’ємним. Якщо відомий дирекційний кут лінії, істинний азимут буде дорівнює:

$$A_{\Gamma} = \alpha + \gamma_{\Gamma}, \quad (9)$$

де α – дирекційний кут заданої лінії; γ_{Γ} – гаусове зближення меридіанів.

Наприклад, у нашому випадку $\gamma_{\Gamma} = -2^\circ 22'$, тоді $A_{5-7} = \alpha_{5-7} + \gamma_{\Gamma} = 207^\circ 15' + (-2^\circ 22') = 204^\circ 53'$

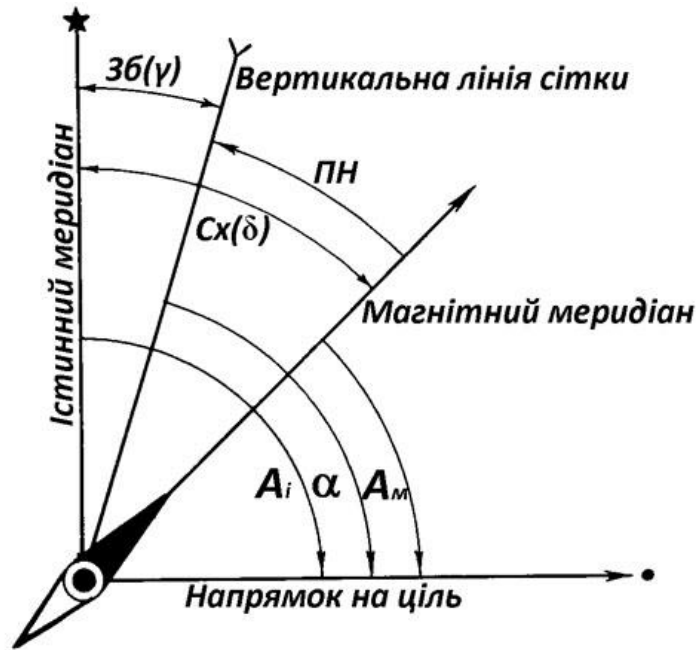
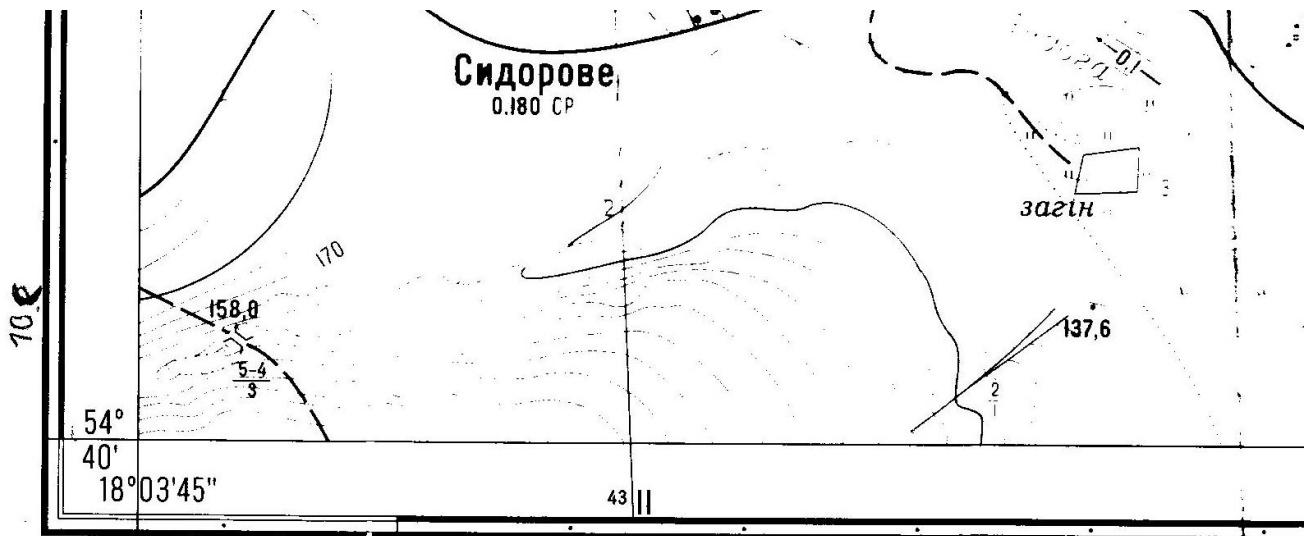


Рис. 10. Взаємозв'язок істинного (A_i) і магнітного азимутів (A_m), дирекційного кута (α), магнітного схилення (δ), зближення меридіанів (γ)



Схилення на 2002 р. східне $6^{\circ}12'$ (1-03). Середнє зближення меридіанів західне $2^{\circ}22'$ (0-39). При прикладанні бусолі (компаса) до вертикальних ліній координатної сітки середнє відхилення магнітної стрілки східне $8^{\circ}34'$ (1-42). Річна зміна схилення східна $0^{\circ}02'$ (0-01). Поправка в дирекційний кут при переході до магнітного азимуту мінус (1-42).
Примітка. В дужках показані поділки кутоміра (одна поділка кутоміра = $3.6'$).

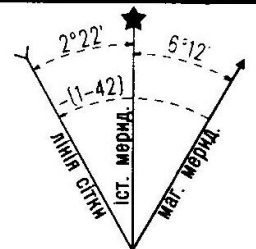


Рис. 11. Визначення кутів орієнтування та їх взаємозв'язок

При розв'язанні практичних задач доцільно користуватися магнітними азимутами, які легко можна визначити за допомогою простих приладів: бусолі, компаса, головною частиною яких є магнітна стрілка. Земля має магнітне поле,

під впливом якого вільно підвішена магнітна стрілка розташовується в площині магнітного меридіана. Цю властивість магнітної стрілки використовують для орієнтування ліній на місцевості.

В кожній точці місцевості магнітне схилення міняється безперервно. Розрізняють вікову, річну й добову зміну схилення. Добові зміни схилення в Україні досягають 15", а річні в одній і тій же точці 9'. Є райони, в яких взагалі неможливо користуватись магнітною стрілкою. Такі райони називаються аномальними, до них відносяться Криворізька, Курська та інші магнітні аномалії. Систематичні спостереження за зміною магнітного схилення в цьому районі виконують на метеорологічних станціях.

Магнітний азимут – це горизонтальний кут, відрахований за ходом стрілки годинника від північного напрямку магнітного меридіана, що проходить через певну точку, до напрямку з цієї точки на предмет (рис. 10). Магнітні азимути, як і дійсні, змінюються від 0° до 360°.

При відхиленні магнітної стрілки на схід схилання вважається східним (додатнім) і позначається + δ , при відхиленні на захід – західним (від'ємним) і позначається – δ . Залежність між магнітним A_m і істинним A азимутом та дирекційним кутом виражають за формулою:

$$A_m = A - \delta = \alpha + \gamma_2 - \delta. \quad (10)$$

Схилання магнітної стрілки і його річна зміна вказується на топографічних картах у нижньому лівому куті. При обчисленні магнітного азимута обов'язково враховують річну зміну схилення. У нашому прикладі схилання магнітної стрілки наведено на 2002 р. (+ 6°12'), річна його зміна східна 0°02', отже, за станом на 2018 р.:

$$\delta = 6^\circ 12' + 0^\circ 02' (2018 - 2002) = 6^\circ 20',$$

тоді відповідно до формули (10):

$$A_m = 204^\circ 53' - 6^\circ 20' = 198^\circ 33'.$$

Для зручності і контролю визначення α , A_i , A_m на топографічних картах під південною рамкою аркуша, крім значень γ_t та δ , поміщають графік, що показує взаємне розташування істинного, магнітного меридіанів і вертикальної лінії кілометрової сітки. Підставивши до цього графіка лінію, для якої необхідно визначити кути орієнтування, можна легко з'ясувати їх взаємозв'язок і значення, не застосовуючи для цих цілей наведені вище формули.

У практичних цілях замість азимутів користуються для орієнтування напрямів румбами.

Румб – це гострий кут, що відраховується від напрямку на предмет, що проходить через певну точку, до найближчого напрямку меридіана. Значення румбів змінюються від 0° до 90°. Румби позначають напрямками (ПнС, ПдС, ПдЗ, ПнЗ), що вказують на чверть, у якій знаходиться румб (рис. 11).

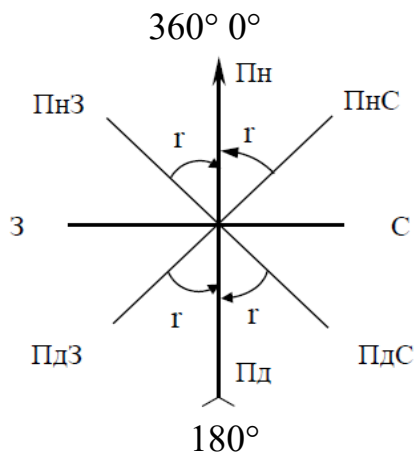


Рис. 12. Румби

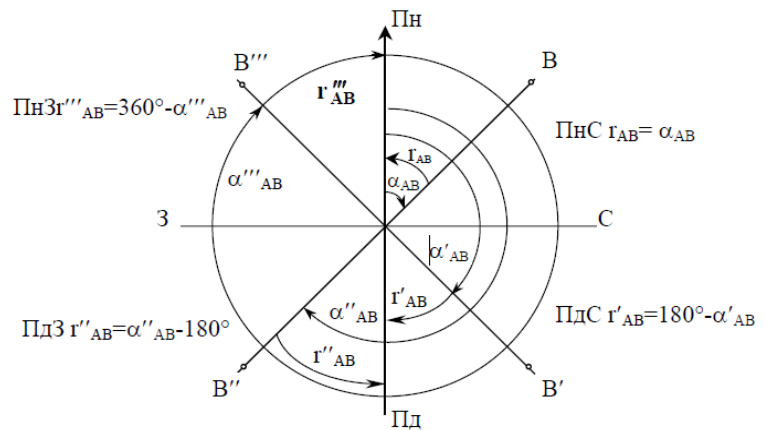


Рис. 13. Залежність між дирекційними кутами та румбами

Румби тісно пов'язані із дирекційними кутами. Тому для зручності розраховані певні закономірності між ними (рис. 13, табл. 2).

Таблиця 2

Зв'язок між румбами та дирекційними кутами (азимутами)

Чверть	Значення дирекційного кута, α° (азимута, A)	Напрямок	Румби (формули залежності)	Знаки приростів координат	
				$\pm \Delta X$	$\pm \Delta Y$
I	$0^\circ - 90^\circ$	Пн. Сх.	$r = \alpha$ $r = A$	+	+
II	$90^\circ - 180^\circ$	Пд. Сх.	$r = 180^\circ - \alpha$ $r = 180^\circ - A$	-	+
III	$180^\circ - 270^\circ$	Пд. Зх.	$r = \alpha - 180^\circ$ $r = A - 180^\circ$	-	-
IV	$270^\circ - 360^\circ$	Пн. Зх.	$r = 360^\circ - \alpha$ $r = 360^\circ - A$	+	-

У нашому прикладі значення румбів лінії 5-7 складають:

$$r = \text{Пд.Зх.}: 27^\circ 15'$$

$$r_i = \text{Пд.Зх.}: 24^\circ 54'$$

$$r_m = \text{Пд.Зх.}: 18^\circ 39'$$

5. Визначення абсолютних висот точок, перевищень між ними, крутизни схилу та ухилу місцевості. Абсолютні висоти заданих точок визначають за допомогою горизонталей. Зображення горизонталей отримують через ортогональне проектування кожної горизонталі на горизонтальну площину P . Віддаль по вертикалі між січними поверхнями називають *висотою перетину рельєфу h* (рис. 14).

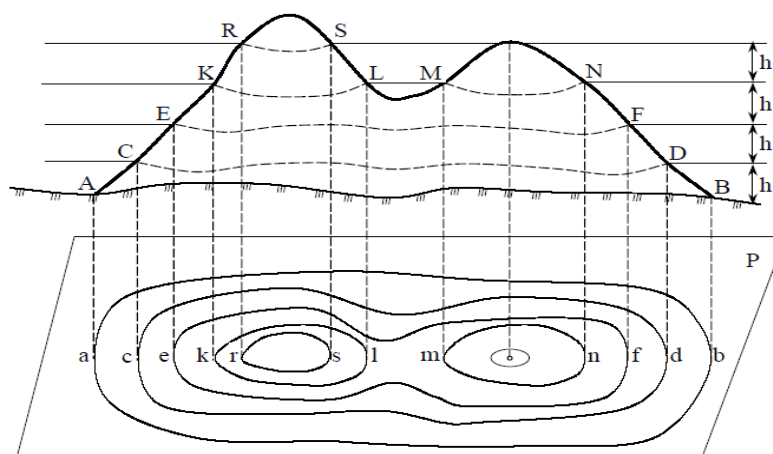


Рис. 14. Метод зображення рельєфу горизонталями

Висотою точки називається відрізок перпендикулярної лінії від цієї точки до певної рівневої поверхні, прийнятої за початок відліку висот. Якщо висоту точки визначають відносно основної рівневої поверхні, то такі висоти називають *абсолютними*. Точки, розміщені на одній рівневій поверхні, мають однакові висоти. Переважно абсолютні висоти позначають буквою *H*. За основну рівневу поверхню прийнята поверхня, яка проходить через нуль Кронштадтського футштока. Футшок являє собою мідну пластину, закріплену в уступі мосту через обвідний канал в м. Кронштадті.

Горизонталь – це слід від перетину фізичної поверхні Землі рівневою поверхнею, тобто це замкнута крива лінія, що зображує геометричне місце точок земної поверхні з однаковими висотами.

Віддаль між суміжними горизонталями в горизонтальній площині називають *закладенням*. 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 називаються потовщеними. При висоті перерізу 2,5 м потовщують кожен четверту горизонталь з позначками, кратними 10 м.

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

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

Якщо точка, висота якої визначається, лежить на горизонталі, тоді її абсолютна висота дорівнює відмітці висоти горизонталі, значення якої знаходять за допомогою інших, відмітки висот яких підписані, і відомої висоти перерізу рельєфу, що вказана під лінійним масштабом.

Якщо точка розміщена між горизонталями, тоді для визначення її висоти на карті через цю точку проводять нормаль до найближчих горизонталей

(тобто напрям найбільшої крутості схилу) і вимірюють відстані d_1 , і d_2 (рис. 15). У такому разі висоту цієї точки визначають за формулами:

$$H = H_1 + (H_2 - H_1) \frac{d_1}{d_1 + d_2}, \quad (11)$$

$$\text{або} \quad H = H_2 + (H_1 - H_2) \frac{d_2}{d_1 + d_2}, \quad (12)$$

де H – відмітка висоти точки, яка лежить між горизонталями з висотами H_1 і H_2 ; d_1 і d_2 – відстані від заданої точки за нормаллями до відповідних горизонталей.

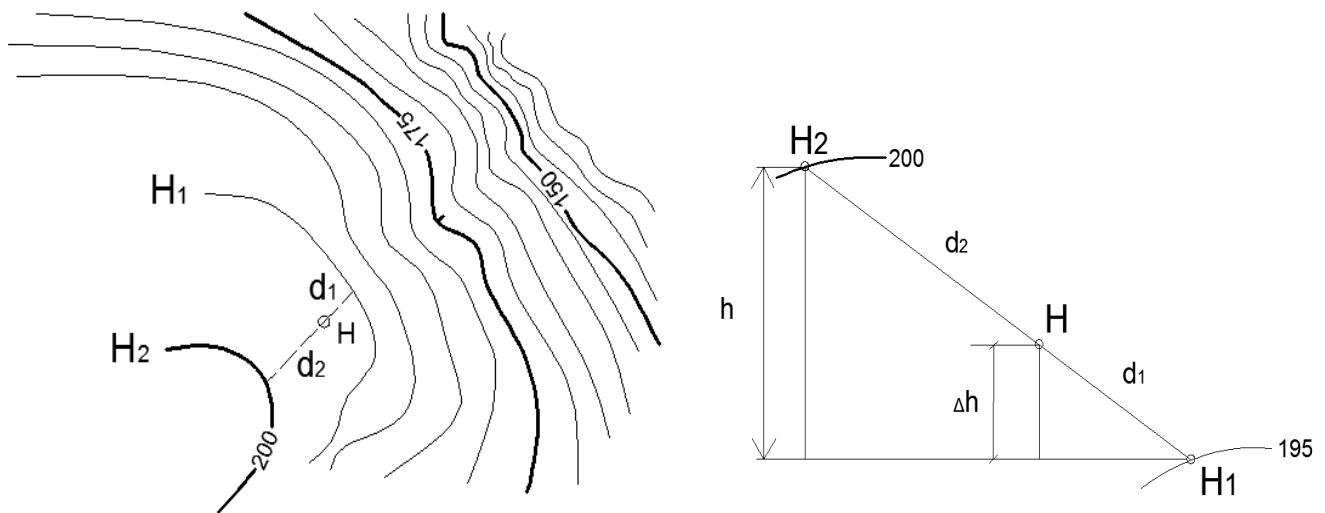


Рис. 15. Визначення висот точок, які знаходяться між горизонталями

Якщо точка знаходиться між горизонталями з однаковими висотами або у середині замкненої горизонталі, то умовно висоту цієї точки приймають рівною висоті найближчої горизонталі плюс половина висоти перерізу рельєфу, якщо точка розміщена на височині, і мінус, – якщо в улоговині.

Висоту точки, яка розміщена між горизонталями, можна визначити за пропорційними співвідношеннями відповідних відрізків, аналогічно визначенню геодезичних координат.

Наприклад, визначимо висоту H точки (рис. 15). Точка знаходиться між горизонталями $H_1 = 195,0$ м і $H_2 = 200,0$ м. Через цю точку проводимо нормаль до вказаних горизонталей і вимірюємо за допомогою поперечного масштабу і вимірника відрізка: $d_1 = 150$ м і $d_2 = 225$ м. З формули (12) випливає:

$$H = 195 + (200 - 195) \frac{150}{150 + 225} = 200 + (195 - 200) \frac{225}{150 + 225} = 197 \text{ м.}$$

Перевищення між точками визначають за різницею абсолютних висот точок. У нашому прикладі $h = H_2 - H_1 = 200 - 195 = + 57,0$ м.

Ухил заданої лінії визначають за формулою:

$$i = \frac{h}{d}, \quad (13)$$

де h – перевищення між заданими точками, d – відстань між точками. У нашому прикладі $i = 57 : 2250 = 0,02533$.

Крутість схилу – це кут нахилу (v) схилу до горизонтальної площини (рівневої поверхні), визначають за формулою:

$$v^\circ = \operatorname{arctg} \frac{h}{d}. \quad (14)$$

У нашому прикладі $v^\circ = 1^\circ 27'$.

Крутість схилу, яка не перевищує $20^\circ - 25^\circ$, можна визначити за формулою:

$$v^\circ = \frac{c^\circ \cdot h}{d}, \quad (15)$$

де $\rho^\circ = 57^\circ,3$; h – висота схилу (перевищення між точками), m ; d – закладання схилу, m .

У нашому прикладі $v^\circ = \frac{57^\circ,3 \cdot 57}{2250} = 1^\circ,45 = 1^\circ 27'$.

6. Побудова поздовжнього профілю земної поверхні за заданим напрямом.

Профіль місцевості – це проекція сліду умовного перерізу місцевості вертикальною площиною, яка проходить через задані точки, на проекційну площину (рис. 16). Тобто це креслення на папері (частіше на міліметровому), яке зображує в зменшеному вигляді (у масштабі) умовний розріз місцевості вертикальною площиною. За топографічною картою (планом) профіль місцевості будують на міліметровому папері в такій послідовності. На карті олівцем викреслюють *профільну лінію* (це лінія, уздовж якої будується профіль місцевості), тобто з'єднують прямою лінією дві задані точки, а на міліметровому папері – лінію умовного горизонту. Приклавши міліметровий папір (лінію умовного горизонту) до профільної лінії на карті, на його край короткими вертикальними штрихами переносять усі перетини лінії профілю з горизонталями (основними, додатковими, допоміжними), характерними точками місцевості (вершинами, перегибами схилів, гідрографією тощо).

Нижче лінії умовного горизонту креслять *профільну сітку*, яка складається з чотирьох граф: "Ухили", "Висоти", "Відстані", "План місцевості". За підписами горизонталей визначають висоти цих точок, одержаних на лінії профілю, і виписують їх у графу "Висоти" проти відповідних точок перпендикулярно до лінії розграфлення профілю. У графі "Відстані" записують відстані між усіма точками, попередньо визначені за допомогою циркуля і поперечного масштабу.

За допомогою графіка закладань визначають уклони всіх відрізків між горизонталями. Установлюють (підбирають) висоту лінії умовного горизонту з таким розрахунком, щоб точка профілю з мінімальною висотою

розміщувалася вище від лінії умовного горизонту на 3 – 4 см. Із точок, відмічених на лінії умовного горизонту, будують перпендикуляри, на яких відкладають висоти всіх точок у вертикальному масштабі профілю, який повинен бути більшим від горизонтального (масштабу топографічної карти) у слаборозчленованій місцевості у десять і більше разів, а у гірських – у п'ять разів.

Кінці перпендикулярів послідовно з'єднують прямими лініями і одержують лінію поздовжнього профілю місцевості за заданим напрямом на карті у графі "План місцевості". Уздовж траси профілю креслять план місцевості за допомогою спеціального столу в умовних знаках топографічної карти.

Нижче профільної сітки підписують значення вертикального і горизонтального масштабів профілю, а вище профілю – його назву „Поздовжній профіль земної поверхні за напрямом 1 – 2.”

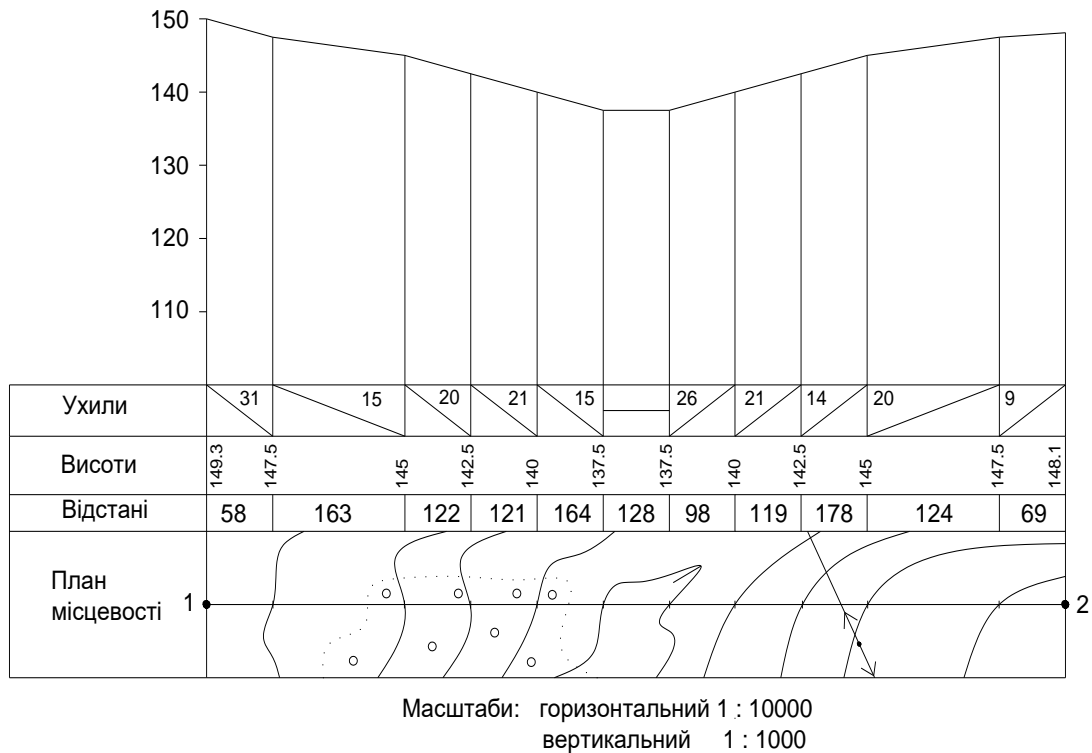


Рис. 16. Приклад оформлення поздовжнього профілю

Здавальні матеріали: бланк з вирішеними завданнями за індивідуальним варіантом, топографічна карта, профіль. Під час здачі виконаних завдань проводять співбесіду, у ході якої кожен здобувач повинен відповісти на питання з методики вирішення задач за топографічними картами.

Рішення задач за топографічною картою

№ пор.	Вимірювана величина	Позначення	Номери точок	
			1	2
1	2	3	4	5
1	Географічні координати: широта довгота	B L	54°41'33,6" 18°02'34,9"	54°40'35,5" 18°01'43,3"
2	Прямокутні координати: абсциса ордината	X Y	6067385 м 4309365 м	6065375 м 4308360 м
3	Відстань між точками	D	2250 м	
4	Дирекційний кут: прямий зворотний	α_{1-2} α_{2-1}	207°15' 27°15'	
5	Гауссове зближення меридіанів	γ	- 2°22'	
6	Азимут дійсний: прямий зворотний	$A_d = \alpha + \gamma$	204°53'	
7	Схилення магнітної стрілки	δ	+ 6°20'	
8	Азимут магнітний: прямий	$A_m = A_d - \delta$	198°33'	
9	Румб	r	Пд. Зх.: 27°15'	
10	Висота точок	$H_1; H_2$	140 м	197 м
11	Перевищення між точками	$h = H_2 - H_1$	+ 57 м	
12	Ухил місцевості	$i = \frac{h}{d}$	0,02533	

Лабораторно-практична робота №3. Визначення номенклатури топографічних карт масштабів від 1 : 1 000 000 до 1 : 10 000

Мета завдання – набути практичних навичок щодо визначення номенклатури топографічних карт під час виконання геодезичних робіт у землеустрої.

Прилади і матеріали – бланк із завданням, гостро заструганий олівець середньої твердості, гумка.

Топографічні плани і карти – це багатоаркушні картографічні твори. Кожний аркуш топографічної карти має рамку у вигляді трапеції, верхня і нижня сторони якої є паралелями, а бічні – меридіанами. Такий розподіл карти на окремі аркуші називається *розграфленням*.

Завдяки географічній сітці, покладеній в основу розподілу карти на аркуші, можна досить точно визначити місцеположення на земній кулі будь-якої ділянки місцевості, що відображена на певному аркуші карти. Крім того, збіг сторін рамки з меридіанами і паралелями визначає розміщення аркушів карти відносно сторін горизонту: верхня сторона рамки є північною, нижня – південною, ліва – західною і права – східною.

Щоб швидко знаходити потрібні аркуші карт того чи іншого масштабу і району, кожному аркушу за встановленим правилом присвоєно своє цифрове і буквене позначення – *номенклатуру*.

Номенклатуру кожного аркуша вказують над північною стороною його рамки (посередині або праворуч). Поряд із номенклатурою аркуша подають назву найбільшого з розташованих на ньому населеного пункту, а за відсутності – назву найбільш важливого географічного об'єкта. На кожному аркуші також зазначають номенклатуру суміжних аркушів, що безпосередньо прилягають до нього. Ці написи розміщують посередині зовнішньої рамки з усіх її чотирьох сторін.

Номенклатура сучасних топографічних карт являє собою злагоджену систему, єдину для карт будь-якого масштабу.

Розрізняють трапецієподібне і прямокутне розграфлення. При трапецієподібному за основу приймають розграфлення аркушів міжнародної карти масштабу 1 : 1 000 000. Для того щоб одержати один аркуш топографічної карти масштабу 1 : 1 000 000, усю поверхню земної кулі умовно розділяють меридіанами на колони через 6° за довготою від меридіана 180° та паралелями на пояси через 4° за широтою на північ і південь від лінії екватора (рис. 17).

Усього отримують 60 колон для всієї земної кулі та по 22 пояси для Північної та Південної півкуль. Пояси позначають великими буквами латинського алфавіту. Унаслідок такого розподілу утворюються трапеції розміром 6° за довготою і 4° за широтою. Номер колони і номер шестиградусної зони відрізняються на 30 одиниць. Відлік колон іде від меридіана з довготою 180° проти ходу годинникової стрілки, тобто із заходу на схід.

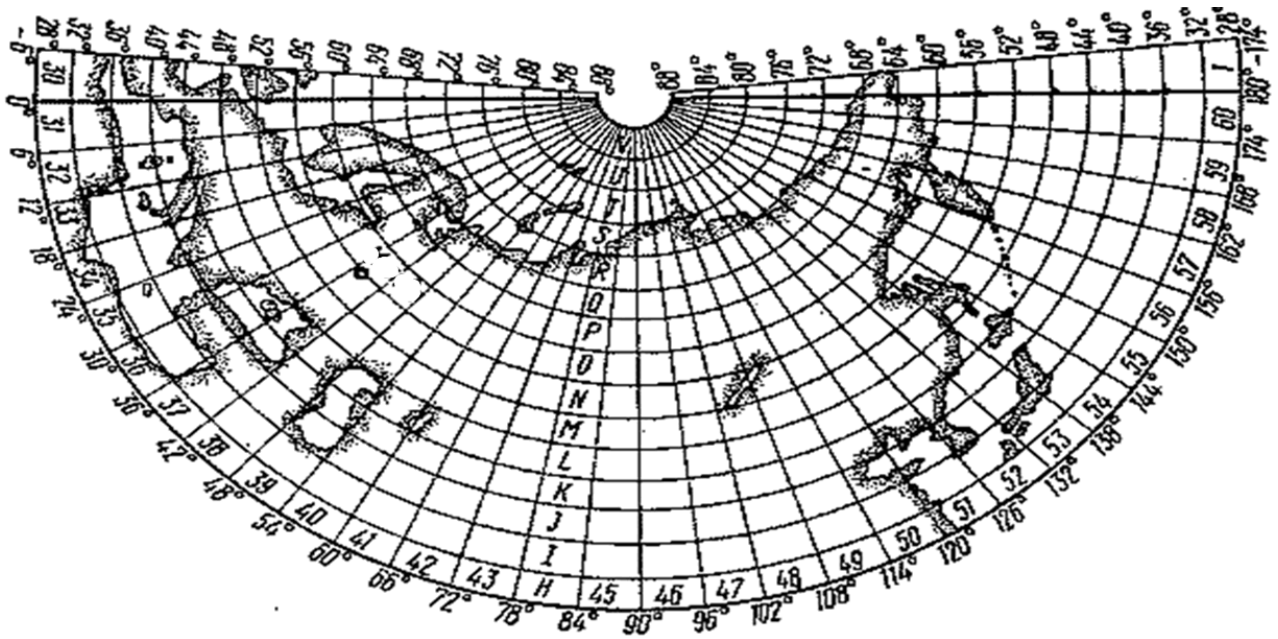


Рис. 17. Умовне розграфлення земної кулі на колони та пояси М 1 : 1 000 000

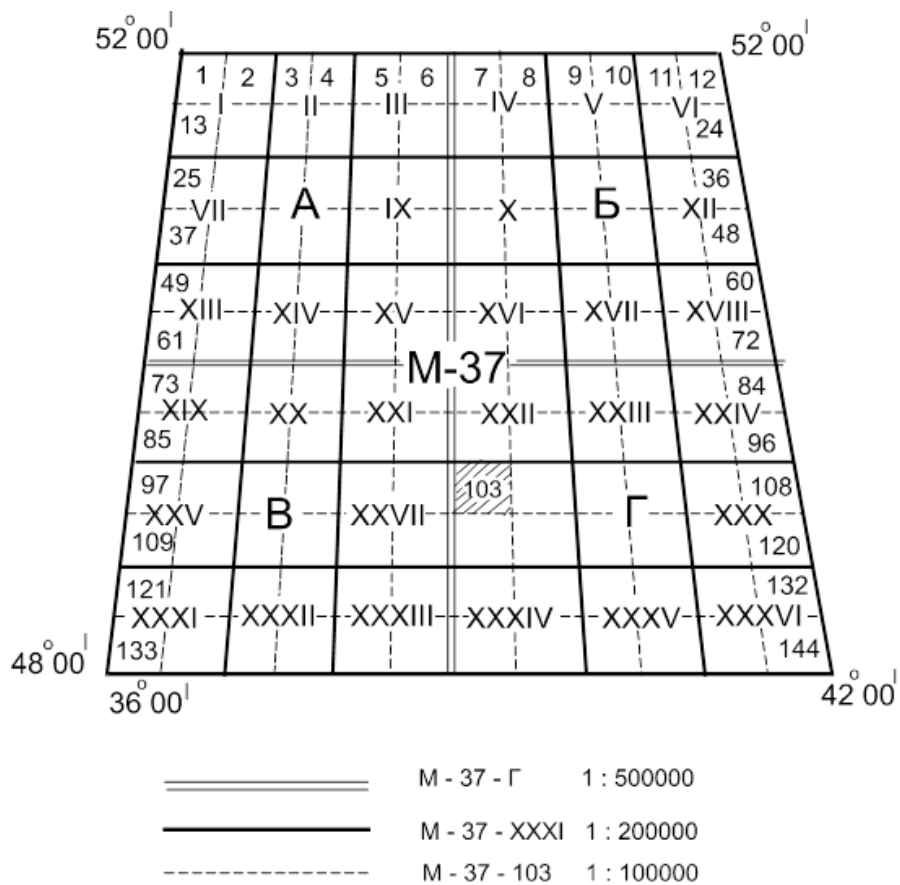


Рис. 18. Схема розграфлення аркушів карт масштабів 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000 на аркуші карти масштабу 1 : 1 000 000

Правило подальшого розграфлення топографічних карт полягає в

постійному поділі аркуша карти дрібнішого масштабу меридіанами і паралелями на ціле число трапецій аркушів карти більшого масштабу (табл. 4). Приклад розграфлення масштабного ряду топографічних карт показано на рис. 18.

Аркуш карти масштабу 1 : 1 000 000, наприклад, М-37 розмірами за довготою 6° і широтою 4° ділять на:

а) чотири аркуші карти масштабу 1 : 500 000, що позначають великими буквами кирилиці – А, Б, В, Г. Розміри кожного аркуша – 3° за довготою і 2° за широтою. Номенклатура окремого аркуша включає номенклатуру аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 і одну з чотирьох букв – А, Б, В або Г. Наприклад: М-37-А;

б) 36 аркушів карти масштабу 1 : 200 000, які позначають римськими цифрами I, II, ..., XXXVI. Розміри аркуша за довготою – 1° і широтою – 40'. Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 200 000 – М-37-І;

в) 144 аркуші карти масштабу 1 : 100 000, що позначають арабськими цифрами від 1 до 144. Розміри аркуша за довготою – 30' і широтою – 20'. Номенклатура аркуша – М-37-103.

Для розграфлення аркушів карт більших масштабів за основу беруть аркуш карти масштабу 1 : 100 000, наприклад, М-37-103, розмірами за довготою – 30' і широтою – 20'; ділять на чотири аркуші карти масштабу 1 : 50 000, які позначають великими буквами кирилиці А, Б, В, Г. Розміри аркуша карти масштабу 1 : 50 000 дорівнюють 15' за довготою і 10' за широтою.

Номенклатуру аркуша одержують шляхом додавання до номенклатури карти масштабу 1 : 100 000 відповідної букви, наприклад, М-37-103-Г.

Аркуш карти масштабу 1 : 50 000 ділять на чотири аркуші карти масштабу 1 : 25 000, які позначають малими літерами а, б, в, г. Номенклатура аркуша карти масштабу 1 : 25 000 містить номенклатуру карти масштабу 1 : 50 000 із додаванням малої букви, наприклад, М-37-103-Г-а. Розміри аркуша за довготою – 7'30", за широтою – 5'.

Кожний аркуш карти масштабу 1 : 25 000 ділять на чотири аркуші карти масштабу 1 : 10 000 і позначають арабськими цифрами 1, 2, 3, 4, наприклад, М-37-103-Г-а-2. Розміри аркуша за довготою – 3'45", за широтою – 2'30".

Завдання виконують за індивідуальними формулами:

$$B = 48^\circ + N + 11'11'' \cdot n;$$

$$L = 23^\circ + N + 22'22'' \cdot n,$$

де N – номер групи;

n – номер варіанта за списком.

Приклад оформлення роботи показано на рис. 19, 20.

Здавальні матеріали: бланк з вирішеними завданнями за індивідуальним варіантом. Під час здачі виконаних завдань проводять співбесіду, у ході якої кожен здобувач повинен відповісти на питання з методики визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів.

Широта В - $48^{\circ} + N^{\circ} + 11'11'' * n = 53^{\circ} 39'35''$

Довгота L - $23^{\circ} + N^{\circ} + 22'22'' * n = 33^{\circ} 19'10''$

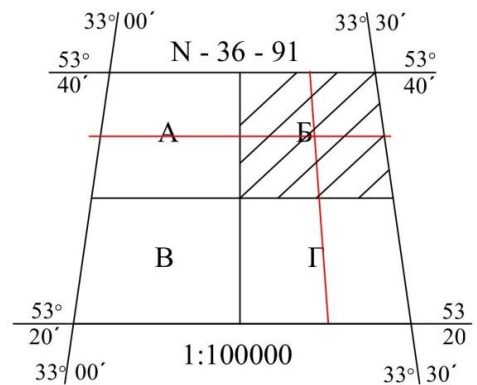
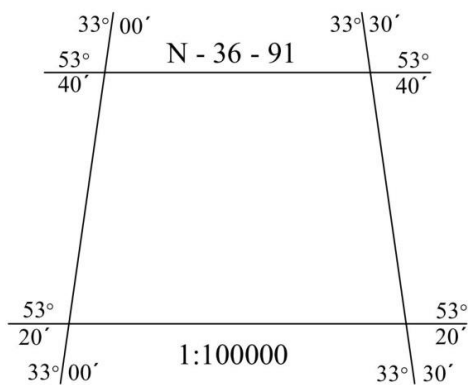
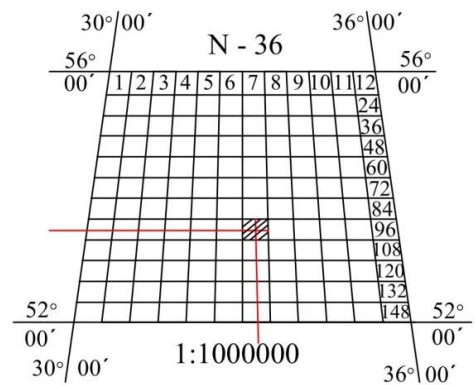
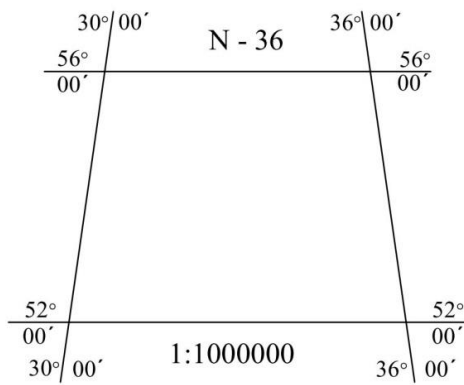
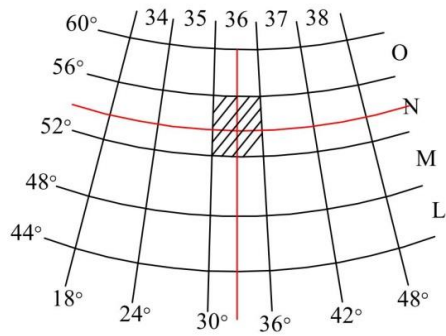


Рис. 19. Приклад оформлення визначення номенклатури топографічних карт масштабів 1 : 1 000 000 – 1 : 100 000

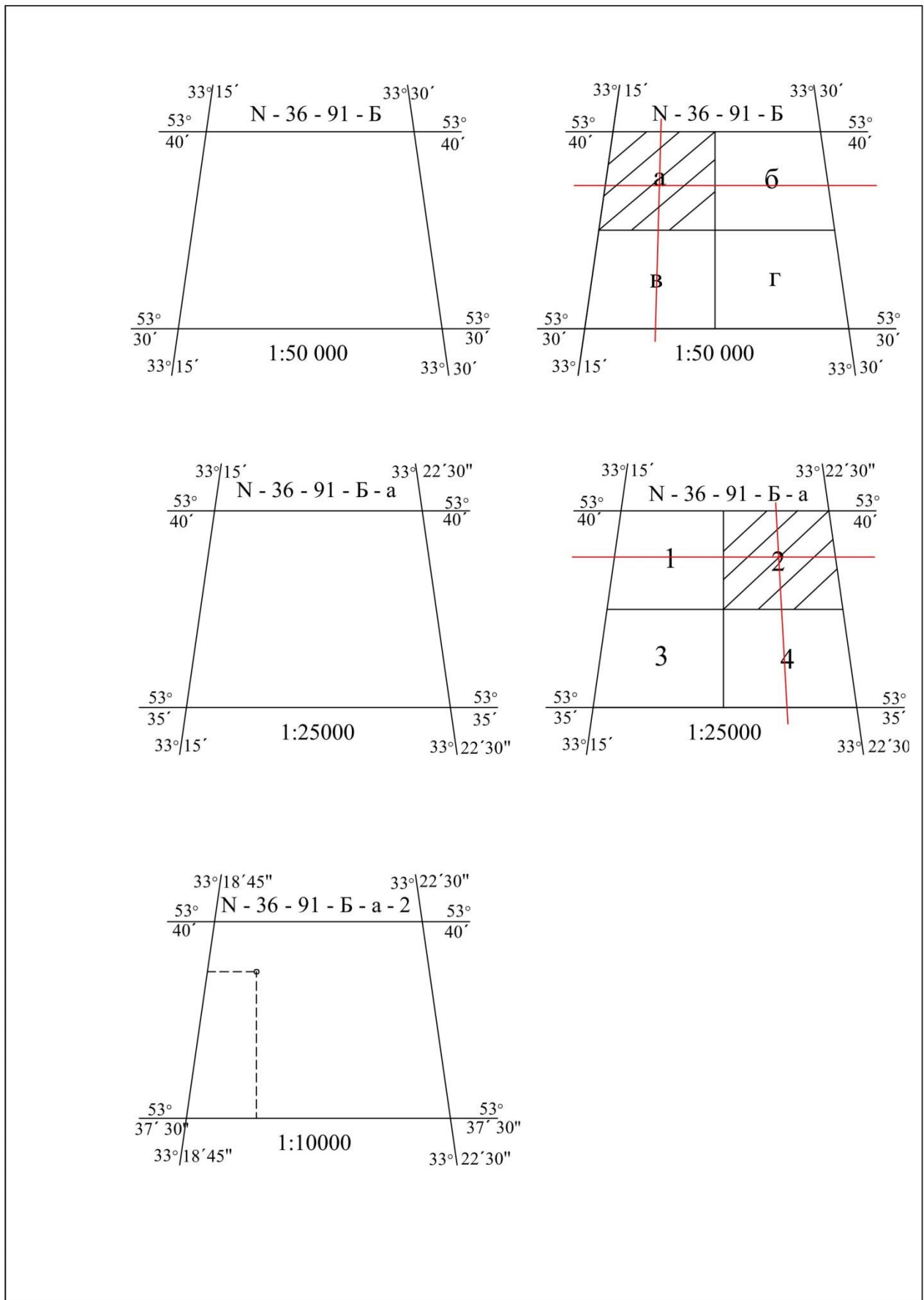


Рис. 20. Приклад оформлення визначення номенклатури топографічних карт масштабів 1 : 50 000 – 1 : 10 000

Таблиця розмірів і номенклатури аркушів топографічних карт різних масштабів

Масштаб карти	Кількість аркушів	Розміри аркуша		Приклад номенклатури	Щільність кілометрової сітки на карті	Розміри аркуша, км		Площа аркуша, км ²
		за широтою	за довготою			за широтою	за довготою	
1:1 000 000	1	4 ⁰	6 ⁰	M-36		430	445	191 287
1:500 000		2 ⁰	3 ⁰	M-36-Г		220	222	48 828
1:200 000		40'	1 ⁰	M-36-XXXI		74	74	5 496
1:100 000	144	20'	30'	M-36-136		37	37	1 379
1:50 000		10'	15'	M-36-136-B		18,5	18,5	345
1:25 000	4	5'	7',5	M-36-136-Г-a	4 см (1км)	9,7	9,7	86
1:10 000	4	2',5	3',75	M-36-136-Г-г-4	5 см (500м)	4,7	4,7	21

Навчальне видання

ТОПОГРАФІЯ.
РІШЕННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНИМИ КАРТАМИ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі:
Седов Аркадій Олександрович
Хайнус Дмитро Дмитрович
Винограденко Сергій Олександрович

Підписано до друку 01.01.2024 р.
Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Умовн. друк. арк. - 2
Наклад – 30 прим.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44