

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Малащук О.С., Александровський І.Р.,
Булишева Д.В., Варфоломеєва О.А., Животін В.І.**

ЗБІРНИК ЗАДАЧ ТА ЗАВДАНЬ З ТОПОГРАФІЇ



Одеса – 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Малащук О.С., Александровський І.Р.,
Булишева Д.В., Варфоломєєва О.А., Животін В.І.**

ЗБІРНИК ЗАДАЧ ТА ЗАВДАНЬ З ТОПОГРАФІЇ

Одеса – 2017

УДК 528.425 (076.1)

ББК 26.12Я73

*Рекомендовано до друку
вченою радою Одеського державного аграрного університету
як посібник для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
(протокол № 5 від 24.11.2016 р.)*

Рецензенти:

Сидоренко В.Д. – завідувач кафедри геодезії та землеустрою державного вищого навчального закладу «Криворізький національний університет», професор, доктор технічних наук, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Академії гірничих наук України.

Вікулін І.М. – завідувач кафедри фізики оптичного зв'язку Одеської національної академії зв'язку ім. О.С. Попова, професор, доктор фізико-математичних наук.

Малащук О.С.

Збірник задач та завдань з топографії / О.С. Малащук, І.Р. Александровський, Д.В. Булишева, О.А. Варфоломеєва, В.І. Животін. – Одеса, ОДАУ, 2017. – 117 с.

ISBN

Викладено порядок виконання основних задач та завдань з дисципліни «Топографія», розділу «Рішення задач на топографічних картах» та розроблено завдання до них.

Призначений для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання.

Збірник задач та завдань розрахований на закріплення у студентів вивчення теоретичного курсу, а також на набуття практичних навиків по суті та методиці виконання лабораторних робіт по топографічній карті.

© Малащук О.С., Александровський І.Р.,
Булишева Д.В., Варфоломеєва О.А.,
Животін В.І., 2017

ISBN

© Одеський державний аграрний ун-т, 2017

ЗМІСТ

Вступ	4
<i>Тема №1.</i> Одиниці вимірів в топографії.....	5
<i>Тема №2.</i> Масштаби топографічних карт і планів	13
<i>Тема №3.</i> Графічні масштаби	20
<i>Тема №4.</i> Визначення геодезичних і прямокутних координат по карті	30
<i>Тема №5.</i> Визначення орієнтирних напрямків	43
<i>Тема №6.</i> Розграфлення і номенклатура топографічних карт і планів	50
<i>Тема №7.</i> Умовні знаки топографічних карт	66
<i>Тема №8.</i> Розв'язування задач на топографічних картах	73
<i>Тема №9.</i> Рішення прямої та оберненої геодезичних задачі	90
<i>Тема № 10.</i> Визначення площі аналітичним способом	97
<i>Тема №11.</i> Визначення площі графічним способом	100
<i>Тема №12.</i> Механічний спосіб визначення площ	107
Список використаної літератури	117

ВСТУП

Курс «Топографія» в об'ємі навчальної програми для землепорядників має на меті навчити студентів працювати з топографічною картою, тобто вміти вирішувати по карті цілий комплекс задач з метою вивчення території земної поверхні, зображеної на карті.

З іншого боку програма курсу «Топографія» переслідує та іншу важливу мету – навчити студентів методів різноманітних видів топогеодезичних робіт, в результаті яких, шляхом обробки польових вимірювань, отримується топографічна карта, тобто зображення тої чи іншої ділянки земної поверхні на площині.

Топографічні карти можуть служити основним повноцінним джерелом просторової інформації про місцевість під час проведення різноманітних робіт і ведення державного земельного кадастру, якщо інженер-землепорядник вміє читати зміст карти та рішення різноманітні задачі.

Даний задачник розрахований на студентів I-го курсу і розглядає суть і методику виконання лабораторно-практичних робіт по топографічній карті. Кожна тема пропонує комплекс завдань, рішення яких передбачено на учбовій топографічній карті Снов масштабу 1:25 000.

ТЕМА №1. ОДИНИЦІ ВИМІРІВ В ТОПОГРАФІЇ

Вимірюванням називається процес порівняння даної фізичної величини з іншою фізичною величиною того ж роду, прийнятою за одиницю порівняння.

При проведенні геодезичних вимірювань використовують міри довжини, площі, кутових величин та інші. Система мір, яка використовується в геодезії – це метрична система мір, в основу якої покладено *метр*.

Метр – десятимільйонна частина чверті паризького географічного меридіану.

Одиниці вимірів лінійних величин: $1\text{м} = 10\text{дм} = 100\text{см} = 1000\text{мм}$;
 $1\text{км} = 1000\text{м}$; $1\text{см} = 10\text{мм}$; $1\text{дм} = 10\text{см}$; $1\text{мм} = 1\text{мм}$.

Одиницею міри площі є *квадратний метр*. Сто квадратних метрів дорівнюють одному ару, 100 арів дорівнюють одному гектару.

Одиниці вимірів площ: $1\text{ар} = 10\text{м} \times 10\text{м} = 100\text{м}^2$; $1\text{га} = 100\text{м} \times 100\text{м} = 10\,000\text{м}^2 = 100\text{ ар}$; $1\text{км}^2 = 100\text{га}$ ($1\,000\,000\text{м}^2 \div 10\,000\text{ м}^2$);
 $1\text{км}^2 = 1000\text{м} \times 1000\text{м} = 1\,000\,000\text{м}^2 = 10000\text{ар}$ ($1\,000\,000\text{м}^2 \div 10\,000\text{ м}^2$);
 $1\text{дм}^2 = 10\text{см} \times 10\text{см} = 100\text{см}^2$; $1\text{см}^2 = 10\text{мм} \times 10\text{мм} = 100\text{мм}^2$.

Для вимірювання кутових величин використовуються три види кутових мір: радіанна, градусна та градова (десятинна).

Радіанна міра являє собою відношення довжини відповідної дуги до її радіуса. *Радіан* – це центральний кут, що спирається на дугу, довжина якої дорівнює її радіусу (позначається буквою ρ).

Градусна міра одержана шляхом поділу кола на 360 рівних частин. Основною одиницею є *градус*.

$$1^\circ = \frac{1}{90} \text{ прямого кута} = 60' = 3600''.$$

Градусна міра вимірювання кутових величин має найширше використання в геодезії.

У *градовій (десятинній) мірі* основною одиницею є *град*. Град отримується через поділ прямого кута на 100 рівних частин. 1град містить 100

градових мінут (сантиградів), градова мінута – 100 градусів секунд (сантисантиградів), тобто:

$$1^{\text{с}} = \frac{1}{100} \text{прямого кута} = 100^{\text{с}} = 10\,000^{\text{с}}.$$

Зв'язок між системами вимірювання кутових величин такий:

$$\rho = 57,3^{\circ} = 3438' = 206265''; \quad 1^{\text{с}} = 0,9^{\circ} = 54'; \quad 1^{\circ} = 1,11^{\text{с}};$$
$$1^{\text{с}} = 0,54' = 32,4''; \quad 1' = 1,85^{\text{с}}.$$

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1.1. Перевести: 1) 1км→см; 2) 1дм→мм; 3) 1м→км;
4) 1дм→км; 5) 1см→км.

Розв'язання:

- 1) 1км = 1000м; 1м = 100см; 1км = 1000 × 100 = 100 000см = 10⁵см;
- 2) 1дм = 10см; 1см = 10мм; 1дм = 10 × 10 = 100мм;
- 3) 1м = $\frac{1}{1000}$ км = 0,001км = 10⁻³км;
- 4) 1дм = $\frac{1}{10}$ м = 0,1м; 1 м = 0,001км; 1дм = 0,1 × 0,001 = 0,0001км = 10⁻⁴км;
- 5) 1см = 0,01м; 1м = 0,001км; 1см = 0,01 × 0,001 = 0,00001км = 10⁻⁵км.

Приклад 1.2. Перевести: 1) 1м²→ мм²; 2) 1дм²→ мм²; 3) 1км²→ м²;
4) 1дм²→ м²; 5) 1м²→ 1км²; 6) 1га→ 1см²;
7) 1ар→ 1мм².

Розв'язання:

- 1) 1м² = 1000мм × 1000мм = 1 000 000мм² = 10⁶мм²;
- 2) 1дм² = 100мм × 100мм = 10 000 мм² = 10⁴мм²;
- 3) 1км² = 1000м × 1000м = 1 000 000м² = 10⁶м²;
- 4) 1дм² = 0,01м² = 10⁻²м²; 5) 1м² = $\frac{1}{1000000}$ км² = 0,000001м² = 10⁻⁶км²;
- 6) 1га = 10 000м²; 1м² = 10см × 10см = 100см²; 1га = 10 000 × 100 = 10⁶см²;
- 7) 1ар = 100м²; 1м² = 1000мм × 1000мм = 10⁶мм²; 1ар = 100 × 10⁶ = 10⁸мм².

Приклад 1.3. Перевести: 1) з градусної міри в радіанну: $123^{\circ}34'56''$ в радіани;
2) з радіанної міри в градусну: 3,33 рад в градуси;

Розв'язання:

- 1) $123^{\circ}34'56'' = 56'' + 34 \times 60'' + 123 \times 3600'' = 444896''$; $444896 \div 206265 = 2,16$ рад;
2) $3,33 \text{ рад} = 3,33 \times 57,3^{\circ} = 190,809^{\circ}$; $0,809 \times 60' = 48,54'$; $0,54 \times 60'' = 32,4''$;
 $190,809^{\circ} = 190^{\circ}48'32,4''$

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №1

Завдання 1.1. Довжина лінії дана в кілометрах. Визначити цю довжину в метрах (дані приведені в табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Варіант	Довжина лінії, км	Варіант	Довжина лінії, км
1	12,341	8	0,999
2	0,065	9	2,646
3	1,663	10	7,435
4	5,467	11	0,259
5	6,255	12	32,157
6	3,333	13	1,400
7	10,897	14	5,007

Завдання 1.2. Довжина лінії дана в кілометрах. Визначити цю довжину в дециметрах (дані приведені в табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Варіант	Довжина лінії, км	Варіант	Довжина лінії, км
1	12,341	8	0,999
2	0,065	9	2,646
3	1,663	10	7,435
4	5,467	11	0,259
5	6,255	12	32,157
6	3,333	13	1,400
7	10,897	14	5,007

Завдання 1.3. Довжина лінії дана в кілометрах. Визначити цю довжину в метрах, сантиметрах (дані приведені в табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Варіант	Довжина лінії, км	Варіант	Довжина лінії, км
1	12,341	8	0,999
2	0,065	9	2,646
3	1,663	10	7,435
4	5,467	11	0,259
5	6,255	12	32,157
6	3,333	13	1,400
7	10,897	14	5,007

Завдання 1.4. Довжина лінії дана в см. Визначити цю довжину в кілометрах (дані приведені в табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Варіант	Довжина лінії, см	Варіант	Довжина лінії, см
1	153489	8	74563
2	8857	9	55
3	354	10	23986
4	27633	11	2
5	26	12	51
6	856959	13	907
7	1063	14	4062

Завдання 1.5. Довжина лінії дана в см. Визначити цю довжину в метрах (дані приведені в табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Варіант	Довжина лінії, см	Варіант	Довжина лінії, см
1	153489	8	74563
2	8857	9	55
3	354	10	23986
4	27633	11	2
5	26	12	51
6	856959	13	907
7	1063	14	4062

Завдання 1.6. Довжина лінії дана в см. Визначити цю довжину в дециметрах (дані приведені в табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Варіант	Довжина лінії, см	Варіант	Довжина лінії, см
1	153489	8	74563
2	8857	9	55
3	354	10	23986
4	27633	11	2
5	26	12	51
6	856959	13	907
7	1063	14	4062

Завдання 1.7. Площа земельної ділянки дана в км². Визначити цю площу в гектарах (дані приведені в табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Варіант	Площа, км ²	Варіант	Площа, км ²
1	10,26	8	3,21
2	9,03	9	2,64
3	8,54	10	1,83
4	7,93	11	22,09
5	6,25	12	14,5
6	5,01	13	87,12
7	4,86	14	54,8

Завдання 1.8. Площа земельної ділянки дана в км². Визначити цю площу в м² (дані приведені в табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Варіант	Площа, км ²	Варіант	Площа, км ²
1	10,26	8	3,21
2	9,03	9	2,64
3	8,54	10	1,83
4	7,93	11	22,09
5	6,25	12	14,5
6	5,01	13	87,12
7	4,86	14	54,8

Завдання 1.9. Площа земельної ділянки дана в км². Визначити цю площу в арах (дані приведені в табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Варіант	Площа, км ²	Варіант	Площа, км ²
1	10,26	8	3,21
2	9,03	9	2,64
3	8,54	10	1,83
4	7,93	11	22,09
5	6,25	12	14,5
6	5,01	13	87,12
7	4,86	14	54,8

Завдання 1.10. Площа земельної ділянки дана в м². Визначити цю площу в км² (дані приведені в табл. 1.10).

Таблиця 1.10

Варіант	Площа, м ²	Варіант	Площа, м ²
1	98560	8	24067
2	86005	9	21222
3	73261	10	18767
4	60556	11	1730
5	54077	12	359021
6	41831	13	569042
7	32432	14	45280

Завдання 1.11. Площа земельної ділянки дана в м². Визначити цю площу в гектарах (дані приведені в табл. 1.11).

Таблиця 1.11

Варіант	Площа, м ²	Варіант	Площа, м ²
1	98560	8	24067
2	86005	9	21222
3	73261	10	18767
4	60556	11	1730
5	54077	12	359021
6	41831	13	569042
7	32432	14	45280

Завдання 1.12. Площа земельної ділянки дана в м². Визначити цю площу в арах (дані приведені в табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Варіант	Площа, м ²	Варіант	Площа, м ²
1	98560	8	24067
2	86005	9	21222
3	73261	10	18767
4	60556	11	1730
5	54077	12	359021
6	41831	13	569042
7	32432	14	45280

Завдання 1.13. Значення горизонтального кута дано в секундах. Визначити величину кута в градусах, мінутах і секундах (дані приведені в табл. 1.13).

Таблиця 1.13

Варіант	Горизонтальний кут, α''	Варіант	Горизонтальний кут, α''
1	9543	8	9406
2	8006	9	12009
3	7524	10	11540
4	6341	11	34385
5	5342	12	10294
6	4611	13	7531
7	8932	14	57098

Завдання 1.14. Значення горизонтального кута дано в секундах. Перевести в радіанну міру (дані приведені в табл. 1.14).

Таблиця 1.14

Варіант	Горизонтальний кут, α''	Варіант	Горизонтальний кут, α''
1	9543	8	9406
2	8006	9	12009
3	7524	10	11540
4	6341	11	34385
5	5342	12	10294
6	4611	13	7531
7	8932	14	57098

Завдання 1.15. Значення горизонтального кута дано в градусах. Визначити величину кута в мінутах (дані приведені в табл. 1.15).

Таблиця 1.15

Варіант	Горизонтальний кут, α°	Варіант	Горизонтальний кут, α°
1	15,61	8	125,58
2	23,93	9	73,33
3	43,84	10	10,35
4	56,95	11	1,15
5	33,13	12	90,15
6	66,44	13	34,67
7	41,77	14	3,85

Завдання 1.16. Значення горизонтального кута дано в градусах. Визначити величину кута в секундах (дані приведені в табл. 1.16).

Таблиця 1.16

Варіант	Горизонтальний кут, α°	Варіант	Горизонтальний кут, α°
1	15,61	8	125,58
2	23,93	9	73,33
3	43,84	10	10,35
4	56,95	11	1,15
5	33,13	12	90,15
6	66,44	13	34,67
7	41,77	14	3,85

Завдання 1.17. Значення горизонтального кута дано в градусах. Перевести в радіанну міру (дані приведені в табл. 1.17).

Таблиця 1.17

Варіант	Горизонтальний кут, α°	Варіант	Горизонтальний кут, α°
1	15,61	8	125,58
2	23,93	9	73,33
3	43,84	10	10,35
4	56,95	11	1,15
5	33,13	12	90,15
6	66,44	13	34,67
7	41,77	14	3,85

Завдання 1.18. Значення горизонтального кута дано в радіанах. Визначити величину кута в градусній мірі (дані приведені в табл. 1.18).

Таблиця 1.18

Варіант	Горизонтальний кут, α рад	Варіант	Горизонтальний кут, α рад
1	4,754	8	2,586
2	2,416	9	1,888
3	0,899	10	0,175
4	2,952	11	3,65
5	3,445	12	5,251
6	0,621	13	0,634
7	4,275	14	2,885

ТЕМА №2. МАСШТАБИ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ І ПЛАНІВ

Масштаб топографічної карти або плану – це відношення довжини лінії на карті (плані) до довжини відповідного горизонтального прокладання лінії на місцевості і визначається за формулою 2.1:

$$\frac{1}{M} = \frac{l}{S} \quad (2.1)$$

де l – довжина лінії на карті; S – горизонтальне прокладання на місцевості.

Горизонтальне прокладання лінії – ортогональна проекція довжини лінії на горизонтальну площину.

Виражають масштаби в числовій, лінійній та іменованій формах.

Числовий масштаб виражається у вигляді алікватного дроби: $(1 : M; \frac{1}{M})$

. Число M показує, в скільки разів зменшені лінії місцевості або розміри споруд при їх зображенні на папері.

Наприклад: масштаб 1:25 000 означає, що 1 см на карті відповідає 25 000 см на місцевості:

$$1 \text{ см} \rightarrow 25\,000 \text{ см} = 250 \text{ м.}$$

Іменованій масштаб – це відношення одиниці довжини відрізка на карті до відповідної довжини на місцевості, пишуть словами.

Наприклад, для карти масштабу 1:25 000: «в одному сантиметрі 250 метрів».

На топографічних картах вказують числовий, іменованій та лінійний масштаби, а на топографічних планах – числовий та іменованій.

Величину 0,1мм прийнято вважати *граничною графічною точністю* побудови на картах і планах.

Величину відрізка на місцевості, що дорівнює 0,1мм на карті або плані, називають *точністю масштабу*. Для карт масштабу 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 точність масштабів складає відповідно 10м; 5м; 2,5м.

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 2.1. Визначити масштаб карти, якщо відома довжина відрізка виміряного на карті ($l = 2,49\text{см}$) та довжина горизонтального прокладання на місцевості ($S = 1245\text{ м}$).

Розв'язання:

$$\frac{1}{M} = \frac{l}{S} = \frac{2,49\text{см}}{1245\text{м}} = \frac{249\text{м}}{124500\text{м}} = \frac{249249\text{л}}{124500\text{л}} = \frac{1}{50000}.$$

Приклад 2.2. Визначити відстань на місцевості (S , м), якщо відомий масштаб карти ($1 : M = 1:1\ 000$) та довжина відрізка на карті ($l = 3,59\text{ см}$).

Розв'язання:

Для масштабу 1:1000 \rightarrow в 1см = 10м; $S = 3,59 \times 10 = 35,9\text{м}$.

Приклад 2.3. Визначити довжину лінії на карті (l , см), якщо відомі масштаб карти ($1 : M = 1:10\ 000$) та довжина горизонтального прокладання на місцевості ($S = 256\text{м}$).

Розв'язання:

Для масштабу 1:10 000 \rightarrow в 1см = 100м; $l = 256 \div 100 = 2,56\text{ см}$.

Приклад 2.4. Визначити точність масштабів: 1) 1:5000, 2) 1:25000, 3) 1:1000 000. Розв'язання: 1) 1 :5 000 → 1см = 50м, 1мм = 5м, 0,1мм = 0,5м;
2) 1 :25 000 → 1см = 250м, 1мм = 25м, 0,1мм = 2,5м;
3) 1 :1000 000 → 1см = 10000м, 1мм = 1000м, 0,1мм = 100м.

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №2

Завдання 2.1. Дати словесне визначення числовим масштабам: 1:50 000; 1:20 000; 1:1 000; 1:500; 1:300; 1:50; 1:25; 1:100 000; 1:200 000; 1:5 000; 1:10 000; 1:25 000; 1:1 250; 1:500 000.

Завдання 2.2. Визначити графічну точність наступних масштабів: 1:10 000; 1:500; 1:50 000; 1:100 000; 1:100 ; 1:300 000; 1:500 000; 1:1 000 000; 1:1 000; 1:5 000; 1:25 000; 1:200; 1:200 000.

Завдання 2.3. Визначити чому дорівнює відстань на місцевості, якщо:

а) на карті масштабу 1:10 000 вони наступні: 2,42см; 18,9мм; 25,7мм; 44,5мм; 9,8мм.

б) на карті масштабу 1:50 000: 11,2мм; 8,4мм; 15,0мм; 45,7мм; 21,8мм; 4,5мм.

Завдання 2.4. Словесне визначення масштабів замінити числовим: 1см – 50м; 1см – 200м; 2см – 1км; 1см – 500м; 1см – 100м; 1см – 1 000м; 2см – 2км; 2см – 10м; 4см – 1км; 10см – 1км; 1см – 2км; 1см – 10м; 1см – 5км.

Завдання 2.5. Визначити масштаб карти, якщо вони будуть:

а) більші масштабу 1:500 в 2, 5, 10 разів.

б) менші масштабу 1:100 000 в 2, 5, 10 разів.

Завдання 2.6. Визначити масштаб карти, якщо відома довжина відрізка вимірюваного на карті (l , см) та довжина горизонтального прокладання на місцевості (S , м) (дані приведені в табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Варіанти	1 – 2		2 – 3		3 – 4	
	$S, м$	$l, см$	$S, м$	$l, см$	$S, м$	$l, см$
1	1200	2,40	145	7,25	2020	2,02
2	1800	7,20	2530	10,12	9250	9,35
3	1010	1,01	1875	37,50	1800	7,20
4	1250	1,25	7540	3,77	5040	2,52
5	1920	1,92	3150	2,50	9300	9,30
6	1550	1,16	2100	5,00	2130	12,14
7	2530	10,20	118	2,36	145	7,25
8	2632	3,50	290	14,50	390	3,21
9	1680	2,00	18600	1860	5060	5,06
10	1269	1,18	3360	4,00	3160	2,50
11	290	14,50	1050	2,50	6350	12,70
12	2130	6,07	1680	2,00	840	4,00
13	1605	6,42	335	1,34	525	1,25
14	2430	12,14	145	7,25	6350	12,75

Завдання 2.7. Визначити відстань на місцевості ($S, м$), якщо відомий масштаб карти та довжина відрізка на карті ($l, см$) (дані приведені в табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Варіанти	1 – 2		2 – 3		3 – 4	
	$l, см$	$I : M$	$l, см$	$I : M$	$l, см$	$I : M$
1	3,59	1:1000	6,20	1:42000	4,85	1:75000
2	12,40	1:75000	4,10	1:2000	6,30	1:125000
3	37,50	1:125000	2,75	1:20000	8,40	1:500000
4	14,90	1:500	7,18	1:31000	5,10	1:25000
5	25,40	1:200000	4,15	1:2600	10,50	1:10000
6	10,20	1:4000	16,20	1:5000	12,80	1:25000
7	19,42	1:25000	17,30	1:10000	9,60	1:62500
8	12,90	1:125000	20,60	1:31000	14,00	1:40000
9	1,92	1:5000	2,14	1:10000	15,90	1:25000
10	2,80	1:500	6,35	1:200000	8,40	1:50000
11	1,20	1:25000	13,30	1:100000	7,43	1:500000
12	3,90	1:40000	21,70	1:262000	6,30	1:2500
13	10,60	1:125000	10,12	1:1000	12,54	1:15000
14	11,70	1:5000	22,50	1:21000	3,45	1:100000

Завдання 2.8. Визначити довжину лінії на карті (l , см), якщо відомі масштаб карти та довжина горизонтального прокладання на місцевості (S , м) (дані приведені в табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Варіанти	1 – 2		2 – 3		3 – 4	
	S , м	$l : M$	S , м	$l : M$	S , м	$l : M$
1	256	1:10000	410	1:82000	320	1:6000
2	75	1:5000	350	1:165000	64	1:3200
3	2580	1:310000	450	1:10000	1500	1:50000
4	101	1:42000	2780	1:100000	750	1:250000
5	386	1:650000	450	1:200000	2500	1:500000
6	2787	1:50000	4800	1:50000	434	1:62000
7	364	1:10000	5200	1:42000	398	1:13000
8	387	1:250000	420	1:84000	8400	1:232000
9	134	1:5000	500	1:25000	124	1:5000
10	320	1:62000	400	1:20000	350	1:25000
11	840	1:84000	969	1:32000	386	1:25000
12	348	1:16000	127	1:5000	7587	1:250000
13	4850	1:240000	2785	1:50000	9356	1:1000000
14	2367	1:135000	10301	1:500000	4848	1:156000

Завдання 2.9. Визначити допустиму (граничну) точність масштабу(дані приведені в табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Варіанти	Числовий масштаб		
	1	2	3
1	1:250	1:40 000	1:2 000 000
2	1:1 000	1:55 000	1:10 000 000
3	1:30 000	1:100 000	1:45 000 000
4	1:25 000	1:250 000	1:150 000 000
5	1:2 000	1:75 000	1:55 000 000
6	1:200	1:60 000	1:15 000 000
7	1:3 000	1:700 000	1:9 000 000
8	1:5 000	1:400 000	1:7 500 000
9	1:75 000	1:350 000	1:4 000 000
10	1:10 000	1:55 000	1:1 500 000
11	1:15 000	1:800 000	1:2 000 000
12	1:600	1:300 000	1:75 000 000
13	1:4 000	1:90 000	1:100 000 000
14	1:35 000	1:650 000	1:35 000 000

Завдання 2.10. Визначити масштаб, якщо відома гранична точність (дані приведені в табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Варіанти	Допустима точність масштабу		
	1	2	3
1	0.1м	0.005км	1км 50м
2	0.001м	0.0001 км	1м50см
3	0.5м	0.012км	50см
4	0.025м	0.3 км	2.5см
5	3,5м	0.004км	2м70см
6	0,9 м	0.15 км	12м50см
7	220м	0.0005 км	0.005км
8	10м	0.0003км	0.0001 км
9	65 м	0.0405км	0.012км
10	0,06м	0.00006км	0.3 км
11	0.4м	0.015км	0.004км
12	70 м	1 км	0.15 км
13	250м	1.5 км	0.0005 км
14	3м	0.0016км	0.0003км

Завдання 2.11. Визначити яка карта має менший масштаб?

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| а) 1:50 000 чи 1:100 000; | є) 1:8 000 чи 1:80 000; |
| б) 1:250 000 чи 1:25 000; | ж) 1:25 000 чи 1:10 000; |
| в) 1:100 000 чи 1:150 000; | з) 1:2 000 000 чи 1:200 000; |
| г) 1:400 000 чи 1:450 000; | и) 1:1 000 000 чи 1:5 21000 000; |
| ґ) 1:500 чи 1:600; | і) 1:300 000 чи 1:250 000; |
| д) 1:100 чи 1:200; | ї) 1:1 000 чи 1:2 000; |
| е) 1:7 000 чи 1:8 000; | й) 1:750 000 чи 1:800 000. |

Завдання 2.12. Поставити знак нерівності:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| а) 1:100 ...1:200; | є) 1:1 500 000 ... 1:2 000 000; |
| б) 1:500 000 ... 1:250 000; | ж) 1:15 000 ... 1:20 000; |
| в) 1:1 000 ... 1:1 500; | з) 1:250 ... 1:200; |
| г) 1:400 000 ... 1:300 000; | и) 1:15 000 000 ... 1:20 000 000; |
| ґ) 1:500 ... 1:400; | і) 1:400 000 ... 1:500 000; |

д) $1:500\ 000 \dots 1:400\ 000$;

ї) $1:25\ 000 \dots 1:10\ 000$;

е) $1:2\ 500 \dots 1:1\ 000$;

й) $1:750\ 000 \dots 1:600\ 000$.

Завдання 2.13. Перевірити чи правильні нерівності:

а) $1:100 > 1:250$;

є) $1:200 > 1:250$;

б) $1:100\ 000 < 1:250\ 000$;

ж) $1:300 < 1:200$;

в) $1:200\ 000 > 1:150\ 000$;

з) $1:40\ 000 > 1:50\ 000$;

г) $1:250 < 1:300$;

и) $1:10\ 000 < 1:20\ 000$;

ґ) $1:25\ 000 > 1:15\ 000$;

і) $1:25\ 000 > 1:50\ 000$;

д) $1:100\ 000 > 1:50\ 000$;

ї) $1:100\ 000 < 1:250\ 000$;

е) $1:60\ 000 < 1:100\ 000$;

й) $1:2\ 500 > 1:2\ 000$.

Завдання 2.14. Визначити який масштаб крупніший?

а) $1:6\ 000$ чи $1:7\ 000$;

є) $1:4\ 000$ чи $1:5\ 000$;

б) $1:450\ 000$ чи $1:500\ 000$;

ж) $1:1\ 000$ чи $1:2\ 500$;

в) $1:25\ 000$ чи $1:50\ 000$;

з) $1:100$ чи $1:150$;

г) $1:5\ 000\ 000$ чи $1:4\ 000\ 000$;

и) $1:200\ 000$ чи $1:500\ 000$;

ґ) $1:1\ 000\ 000$ чи $1:2\ 500\ 000$;

і) $1:75\ 000$ чи $1:80\ 000$;

д) $1:100\ 000$ чи $1:150\ 000$;

ї) $1:10\ 000$ чи $1:15\ 000$;

е) $1:200$ чи $1:300$;

й) $1:2\ 000$ чи $1:30\ 000$.

Завдання 2.15. Визначити який масштаб дрібніший?

а) $1:50\ 000$ чи $1:100\ 000$;

є) $1:8\ 000$ чи $1:80\ 000$;

б) $1:250\ 000$ чи $1:25\ 000$;

ж) $1:25\ 000$ чи $1:10\ 000$;

в) $1:100\ 000$ чи $1:150\ 000$;

з) $1:2\ 000\ 000$ чи $1:200\ 000$;

г) $1:400\ 000$ чи $1:450\ 000$;

и) $1:500$ чи $1:600$;

ґ) $1:1\ 000\ 000$ чи $1:5\ 21000\ 000$;

і) $1:300\ 000$ чи $1:250\ 000$;

д) $1:100$ чи $1:200$;

ї) $1:1\ 000$ чи $1:2\ 000$;

е) $1:7\ 000$ чи $1:8\ 000$;

й) $1:750\ 000$ чи $1:800\ 000$.

ТЕМА №3. ГРАФІЧНІ МАСШТАБИ

Для безпосереднього визначення довжин ліній на планах (картах) користуються графічними масштабами: лінійним і поперечним.

Лінійний масштаб зображають у вигляді відрізка подвійної лінії, розділеної на однакові інтервали a , що називаються основою масштабу (рис.3.1).



Рис.3.1. Зображення лінійного масштабу на топографічній карті масштабу M 1:50 000

Горизонтальне прокладання лінії за допомогою лінійного масштабу визначають за формулою:

$$S = l \times M \quad (3.1)$$

де l – довжина відрізка вимірюного по карті;

M – знаменник масштабу карти (плану).

Поперечний масштаб – це графічний масштаб у вигляді номограми (рис.3.2). Поперечні масштаби гравірують на металевих пластинах, які називають *масштабними лінійками*.

Номограму поперечного масштабу будують так. На прямій лінії AC довжиною 10-12см декілька разів відкладають *основу масштабу* δ і з отриманих точок прокреслюють перпендикуляри до лінії AC (рис.3.2).

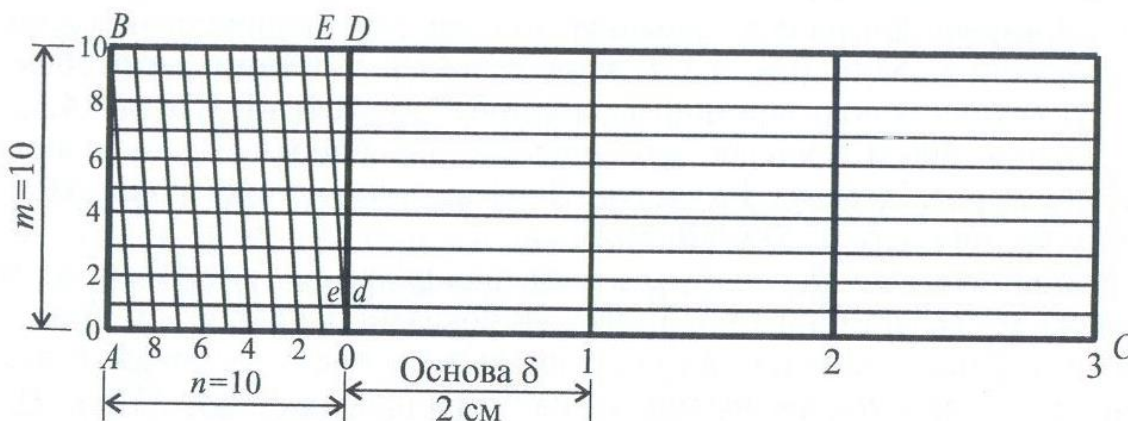


Рис. 3.2. Побудова поперечного масштабу і визначення довжини лінії за його допомогою

На крайніх перпендикулярах відкладають по 10 ($m = 10$) рівних, але довільних відрізків. Проводять прямі, паралельні початкової лінії AC . Потім крайню ліву основу масштабу як на нижній лінії (відрізок AO), так і на верхній (відрізок BD) ділять на десять ($n = 10$) рівних частин. Точку O нижньої основи з'єднують похилою лінією з першою точкою E верхньої основи BD . Через решту точок проводять лінії паралельно лінії OE . Ці лінії називаються *трансверсалими*.

Поперечний масштаб, в якому основа дорівнює 2см, а $m = n = 10$, називається *нормальним*.

Горизонтальне прокладання лінії на місцевості S за допомогою поперечного масштабу визначається за формулою 3.2:

$$S = l \times \delta \quad (3.2)$$

де l – довжина лінії на плані в поділках основи масштабу;

δ – ціна поділки основи поперечного масштабу з урахуванням масштабу карти.

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 3.1. Визначити довжину відрізка S_{AB} , виміряного на карті масштабу 1:25 000 (рис. 3.3а), користуючись лінійним масштабом.

Розв'язання:

1) Довжина основи лінійного масштабу, зображеного рис. 3.3б, дорівнює 500м. Основа, яка знаходиться ліворуч від нульового штриха, розділена на 10 частин. Тоді ціна найменшої поділки масштабу дорівнює: $500\text{м}:10 = 50\text{м}$.

2) Беремо в розхил циркуля довжину відрізка l_{AB} (рис. 3.3а) і прикладаємо до лінійного масштабу, як показано на рис. 3.3б. Довжина вимірюваного відрізка буде дорівнювати числу метрів, підписаних над штрихом, з яким суміщена права ніжка циркуля (1000м), і числу метрів, що містяться між нулем та лівою ніжкою циркуля, яке дорівнює одній поділці основи, тобто 50м: $S_{AB} = 1000\text{м} + 50\text{м} = 1050\text{м}$.

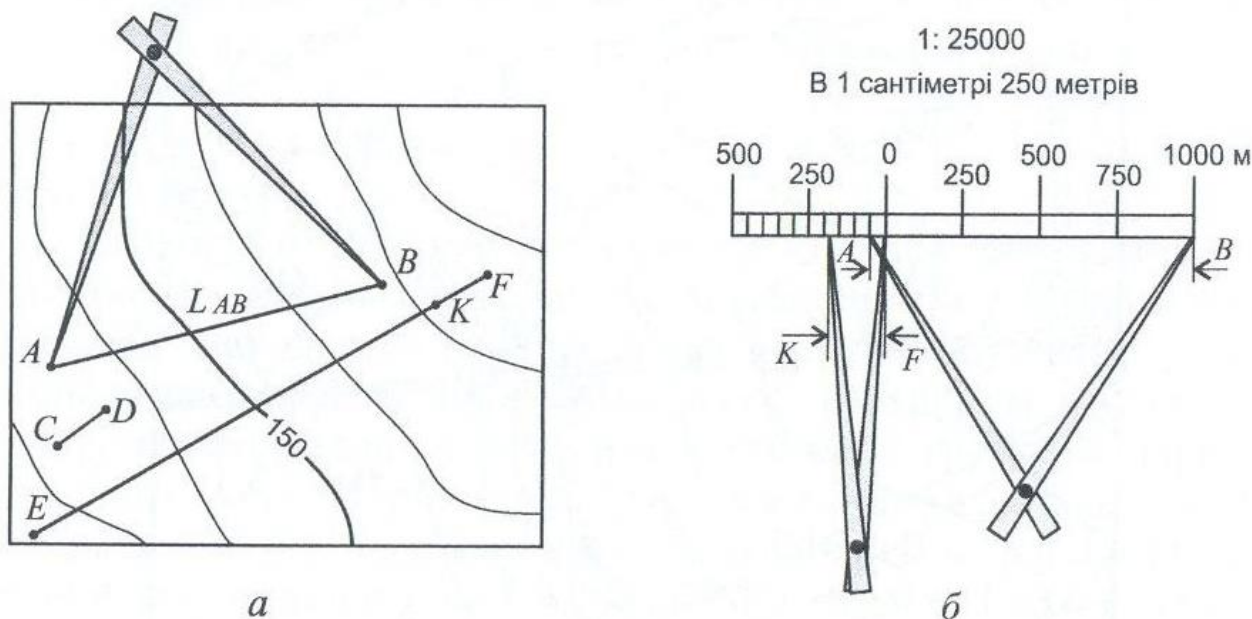


Рис.3.3. Визначення довжини відрізків по карті за допомогою лінійного масштабу

3) Для контролю довжину AB вимірюють двічі. Розбіжність між обома вимірами не повинна перевищувати подвійної величини графічної точності масштабу карти.

4) Якщо довжина відрізка, наприклад EF , більша від довжини лінійного масштабу (рис. 3.3б), то вимірювання лінії виконують частинами.

Так, при визначенні довжини лінії S_{EF} спочатку на ній від точки E відкладаємо відстань довжиною 1500м, взятого циркулем-вимірником по лінійному масштабу, і отримуємо точку K (рис. 3.3а). Взевши в розхил циркуля довжину l_{KF} вимірюваної лінії, що залишилася, прикладають його до лінійного масштабу і беруть відліки в розглянутій вище послідовності (рис. 3.3б). Повна довжина відрізка EF дорівнює:

$$S_{EF} = 1500\text{м} + 3,7 \cdot 50\text{м} = 1685\text{м}.$$

Приклад 3.2. Визначити на місцевості довжину відрізка KM , який вимірюється на карті масштабу 1:5000, користуючись поперечним масштабом (мал. 3.4).

Розв'язання:

1) Взявши в розхил циркуля відрізок між точками K і M , прикладаємо циркуль на поперечний масштаб, сумістивши праву ніжку з перпендикуляром, що відповідає двом основам масштабу. Переміщуємо циркуль до тих пір, поки ліва ніжка циркуля не співпаде з похилою лінією лівої основи.

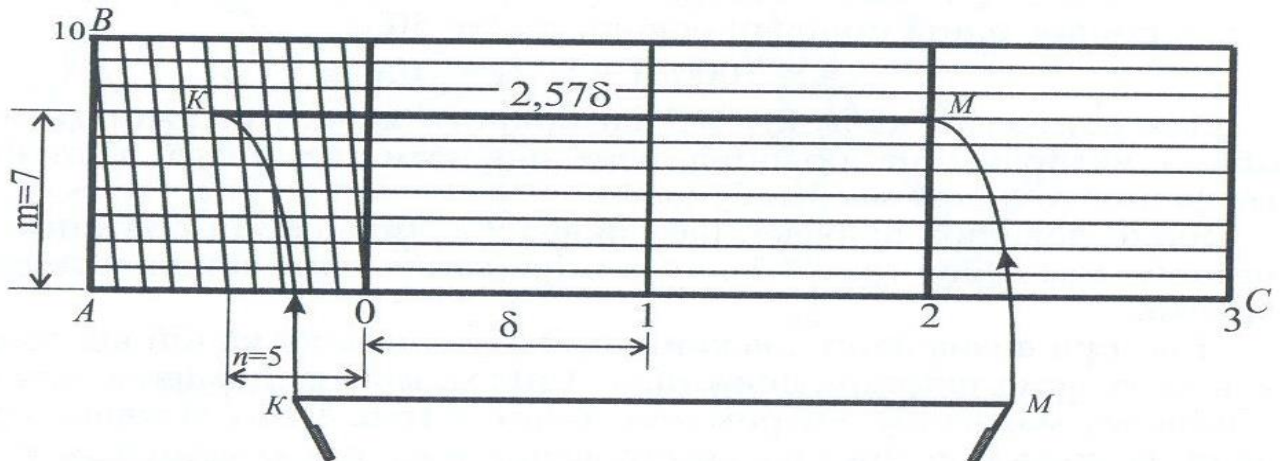


Рис.3.4. Визначення довжини відрізків по карті за допомогою поперечного масштабу

2) Тоді шукана довжина KM буде складатися з суми відрізків, що дорівнюють:

- числу цілих основ: $\delta = 2$;
- числу десятих часток основи: $n = 5$;
- числу сотих часток основи: $m = 7$;

Таким чином, довжина лінії KM на плані дорівнює $l = 2,57$ одиниць основи масштабу.

3) Вважаючи, що для масштабу 1:5 000 основа поперечного масштабу (2см), що дорівнює на місцевості 100м, за формулою 3.2:

$$S_{KM} = 2,57 \cdot 100\text{м} = 257\text{м}.$$

Оскільки, поперечний масштаб дозволяє виконувати вимірювання з точністю ціни найменшої поділки, то в нашому прикладі похибка визначення горизонтальних проєкцій відрізків на місцевості складає 1м.

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №3

Завдання 3.1. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:500 (дані приведені в табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	27,4	14,0	7,3	8	27,1	7,3	16,4
2	31,7	23,9	13,6	9	36,2	22,8	4,9
3	6,7	41,5	21,7	10	18,7	9,6	29,2
4	22,3	39,8	8,3	11	14,8	27,4	7,5
5	46,4	32,6	5,2	12	15,3	6,8	40,0
6	9,6	42,8	24,9	13	12,5	32,1	5,4
7	11,7	32,6	9,4	14	14,5	4,7	25,3

Завдання 3.2. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:1 000 (дані приведені в табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	21,6	113,8	57,5	8	32,1	70,3	105,4
2	46,3	25,7	126,8	9	14,4	116,9	75,5
3	98,4	13,9	30,9	10	59,3	12,9	114,5
4	105,4	24,5	55,7	11	43,7	123,4	10,3
5	16,7	67,1	131,8	12	19,8	158,5	42,1
6	31,5	109,3	10,1	13	5,0	80,4	138,5
7	99,4	31,6	12,4	14	9,8	100,8	73,4

Завдання 3.3. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:2 500(дані приведені в табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	132,1	70,3	105,4	8	221,6	113,8	57,5
2	134,4	116,9	75,5	9	146,3	225,7	26,8
3	59,3	102,9	134,5	10	98,4	213,9	30,9
4	93,7	123,4	100,3	11	105,4	24,5	155,7
5	129,8	158,5	242,1	12	216,7	67,1	131,8
6	55,0	238,5	180,4	13	31,5	109,3	210,1
7	98,4	100,8	173,4	14	99,4	231,6	12,4

Завдання 3.4. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:10 000(дані приведені в табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	221,6	613,8	757,5	8	332,1	1170,3	55,4
2	146,3	259,7	426,8	9	224,4	416,9	1175,5
3	908,4	143,9	380,9	10	59,3	812,9	1014,5
4	705,4	324,5	1155,7	11	643,7	1023,4	99,3
5	616,7	1067,1	131,8	12	1009,8	62,1	458,5
6	531,5	109,3	1210,1	13	555,0	1280,4	638,5
7	1099,4	315,6	712,4	14	999,8	1010,8	73,4

Завдання 3.5. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:25 000 (дані приведені в табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	1099,4	315,6	1712,4	8	999,8	1010,8	73,4
2	332,1	1170,3	55,4	9	531,5	2309,3	1210,1
3	224,4	416,9	1175,5	10	1099,4	1315,6	712,4
4	59,3	812,9	1014,5	11	2332,1	1170,3	255,4
5	643,7	1023,4	99,3	12	616,7	1067,1	2131,8
6	1009,8	62,1	458,5	13	531,5	2609,3	1210,1
7	555,0	1280,4	638,5	14	1099,4	315,6	2712,4

Завдання 3.6. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:50 000 (дані приведені в табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	1009,8	5262,1	458,5	8	531,5	2609,3	1210,1
2	555,0	1280,4	638,5	9	1099,4	4315,6	2712,4
3	999,8	1010,8	273,4	10	3099,4	5001,4	1712,4
4	531,5	2309,3	1210,1	11	3342,1	8170,3	2155,4
5	1099,4	1315,6	712,4	12	1224,4	4416,9	1075,5
6	2332,1	1170,3	255,4	13	6559,3	2812,9	1814,5
7	616,7	3067,1	2131,8	14	6143,7	1023,4	3499,3

Завдання 3.7. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:100 000 (дані приведені в табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Варіанти	Довжина лінії			Варіанти	Довжина лінії		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	11,78 км	5,45 км	2980,4 м	8	4100,5 м	12,93 км	6,05 км
2	2,76 км	5780 м	18,74 км	9	10,48 км	6001,7 м	2,41 км
3	6734,5 м	5,99 км	10,3 км	10	2 630 м	13,51 км	3,05 км
4	7,72 км	1,67 км	5432,1 м	11	10,0 км	4,37 км	8419,6 м
5	4001,6 м	4,07 км	10,06 км	12	3,07 км	5330,5 м	9,45 км
6	2,3 км	14,9 км	8965,1 м	13	7,38 км	3,96 км	6300,4 м
7	11,34 км	4721,0м	2,90 км	14	1,6 км	8,24 км	7 510 м

Завдання 3.8. Користуючись лінійним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:250 000 (дані приведені в табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	10,07 км	14,37 км	8419,6 м	8	2 630 м	13,51 км	3,05 км
2	23,07 км	5330,5 м	3,45 км	9	11,78 км	5,45 км	2980,4 м
3	7,38 км	13,96 км	6300,4 м	10	8,76 км	5780 м	18,74 км
4	11,6 км	8,24 км	7 510 м	11	6734,5 м	5,09 км	10,3 км
5	21,34 км	4721,0м	12,90 км	12	7,72 км	11,67 км	5432,1 м
6	4100,5 м	4,93 км	16,05 км	13	4001,6 м	4,07 км	10,06 км
7	10,48 км	6001,7 м	2,41 км	14	12,3 км	24,9 км	8965,1 м

Завдання 3.9. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:500 (дані приведені в табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	27,4	14,0	7,3	8	27,1	7,3	16,4
2	31,7	23,9	13,6	9	36,2	22,8	4,9
3	6,7	41,5	21,7	10	18,7	9,6	29,2
4	22,3	39,8	8,3	11	14,8	27,4	7,5
5	46,4	32,6	5,2	12	15,3	6,8	40,0
6	9,6	42,8	24,9	13	12,5	32,1	5,4
7	11,7	32,6	9,4	14	14,5	4,7	25,3

Завдання 3.10. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:1 000 (дані приведені в табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	21,6	113,8	57,5	8	32,1	70,3	105,4
2	46,3	25,7	126,8	9	14,4	116,9	75,5
3	98,4	13,9	30,9	10	59,3	12,9	114,5
4	105,4	24,5	55,7	11	43,7	123,4	10,3
5	16,7	67,1	131,8	12	19,8	158,5	42,1
6	31,5	109,3	10,1	13	5,0	80,4	138,5
7	99,4	31,6	12,4	14	9,8	100,8	73,4

Завдання 3.11. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:2 500 (дані приведені в табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	132,1	70,3	105,4	8	221,6	113,8	57,5
2	134,4	116,9	75,5	9	146,3	225,7	26,8
3	59,3	102,9	134,5	10	98,4	213,9	30,9
4	93,7	123,4	100,3	11	105,4	24,5	155,7
5	129,8	158,5	242,1	12	216,7	67,1	131,8
6	55,0	238,5	180,4	13	31,5	109,3	210,1
7	98,4	100,8	173,4	14	99,4	231,6	12,4

Завдання 3.12. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:10 000 (дані приведені в табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	221,6	613,8	757,5	8	332,1	1170,3	55,4
2	146,3	259,7	426,8	9	224,4	416,9	1175,5
3	908,4	143,9	380,9	10	59,3	812,9	1014,5
4	705,4	324,5	1155,7	11	643,7	1023,4	99,3
5	616,7	1067,1	131,8	12	1009,8	62,1	458,5
6	531,5	109,3	1210,1	13	555,0	1280,4	638,5
7	1099,4	315,6	712,4	14	999,8	1010,8	73,4

Завдання 3.13. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:25 000 (дані приведені в табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	1099,4	315,6	1712,4	8	999,8	1010,8	73,4
2	332,1	1170,3	55,4	9	531,5	2309,3	1210,1
3	224,4	416,9	1175,5	10	1099,4	1315,6	712,4
4	59,3	812,9	1014,5	11	2332,1	1170,3	255,4
5	643,7	1023,4	99,3	12	616,7	1067,1	2131,8
6	1009,8	62,1	458,5	13	531,5	2609,3	1210,1
7	555,0	1280,4	638,5	14	1099,4	315,6	2712,4

Завдання 3.14. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:50 000 (дані приведені в табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	1009,8	5262,1	458,5	8	531,5	2609,3	1210,1
2	555,0	1280,4	638,5	9	1099,4	4315,6	2712,4
3	999,8	1010,8	273,4	10	3099,4	5001,4	1712,4
4	531,5	2309,3	1210,1	11	3342,1	8170,3	2155,4
5	1099,4	1315,6	712,4	12	1224,4	4416,9	1075,5
6	2332,1	1170,3	255,4	13	6559,3	2812,9	1814,5
7	616,7	3067,1	2131,8	14	6143,7	1023,4	3499,3

Завдання 3.15. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:100 000 (дані приведені в табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Варіанти	Довжина лінії			Варіанти	Довжина лінії		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	11,78 км	5,45 км	2980,4 м	8	4100,5 м	12,93 км	6,05 км
2	2,76 км	5780 м	18,74 км	9	10,48 км	6001,7 м	2,41 км
3	6734,5 м	5,99 км	10,3 км	10	2 630 м	13,51 км	3,05 км
4	7,72 км	1,67 км	5432,1 м	11	10,0 км	4,37 км	8419,6 м
5	4001,6 м	4,07 км	10,06 км	12	3,07 км	5330,5 м	9,45 км
6	2,3 км	14,9 км	8965,1 м	13	7,38 км	3,96 км	6300,4 м
7	11,34 км	4721,0м	2,90 км	14	1,6 км	8,24 км	7 510 м

Завдання 3.16. Користуючись поперечним масштабом побудувати лінії у масштабі 1:250 000 (дані приведені в табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Варіанти	Довжина лінії, м			Варіанти	Довжина лінії, м		
	1-2	2-3	3-4		1-2	2-3	3-4
1	10,07 км	14,37 км	8419,6 м	8	2 630 м	13,51 км	3,05 км
2	23,07 км	5330,5 м	3,45 км	9	11,78 км	5,45 км	2980,4 м
3	7,38 км	13,96 км	6300,4 м	10	8,76 км	5780 м	18,74 км
4	11,6 км	8,24 км	7 510 м	11	6734,5 м	5,09 км	10,3 км
5	21,34 км	4721,0м	12,90 км	12	7,72 км	11,67 км	5432,1 м
6	4100,5 м	4,93 км	16,05 км	13	4001,6 м	4,07 км	10,06 км
7	10,48 км	6001,7 м	2,41 км	14	12,3 км	24,9 км	8965,1 м

Завдання 3.17. Викреслити на листі формату А4 креслярського паперу поперечний масштаб з основою 2см і оцифрувати для масштабу 1:2 000.

Завдання 3.18. Викреслити на листі формату А4 креслярського паперу поперечний масштаб з основою 2см і оцифрувати для масштабу 1:50 000.

Завдання 3.19. За допомогою циркуля-вимірника і поперечного масштабу відкласти відрізки такої довжини: 0,78см; 1,84см; 27,4мм; 41,3мм; 5,5мм;

11,2мм; 33,8мм; 13,0мм; 20,5мм; 6,7мм; 1,3мм; 0,8мм; 10,2мм; 12,0мм; 15,4мм;
19,9мм; 2,2мм; 5,7мм; 9,8мм; 12,6мм; 4,8мм; 25,8мм; 30,9мм; 45,8мм.

Завдання 3.20. Відкласти на папері відрізки довільної довжини і виміряти їх за допомогою циркуля-вимірника по поперечному масштабу.

ТЕМА №4. ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ І ПРЯМОКУТНИХ КООРДИНАТ ПО КАРТІ

1. Визначення геодезичних координат точок.

В системі геодезичних координат місцеположення будь-якої точки визначається широтою (B) і довготою (L), які вираховуються в градусній мірі.

Кожен лист топографічної карти обмежений лініями меридіанів і паралелей. Ці лінії утворюють внутрішню рамку листа карти, що має форму трапеції. В кутах рамки підписують широти паралелей і довготи меридіанів.

Поряд з лініями меридіанів і паралелей по периметру розміщена мінутна рамка, яка складається із чорних та білих інтервалів, що чергуються і відповідають одній мінуті широти і довготи відповідно. Кожна мінута розділена на шість рівних між собою частин по 10 секунд кожна (рис.4.1).

Геодезичні координати точки визначаються за формулами 4.1:

$$B = B_0 + \Delta B, \quad L = L_0 + \Delta L \quad (4.1)$$

де B_0 , L_0 – кількість цілих градусів і мінут від південно-західного кута рамки карти до опущених перпендикулярів, окремо по широті та довготі;
 ΔB , ΔL – відстань в секундах від широти B_0 до даного пункту та аналогічно від довготи L_0 до даного пункту (беремо по секундній рамці).

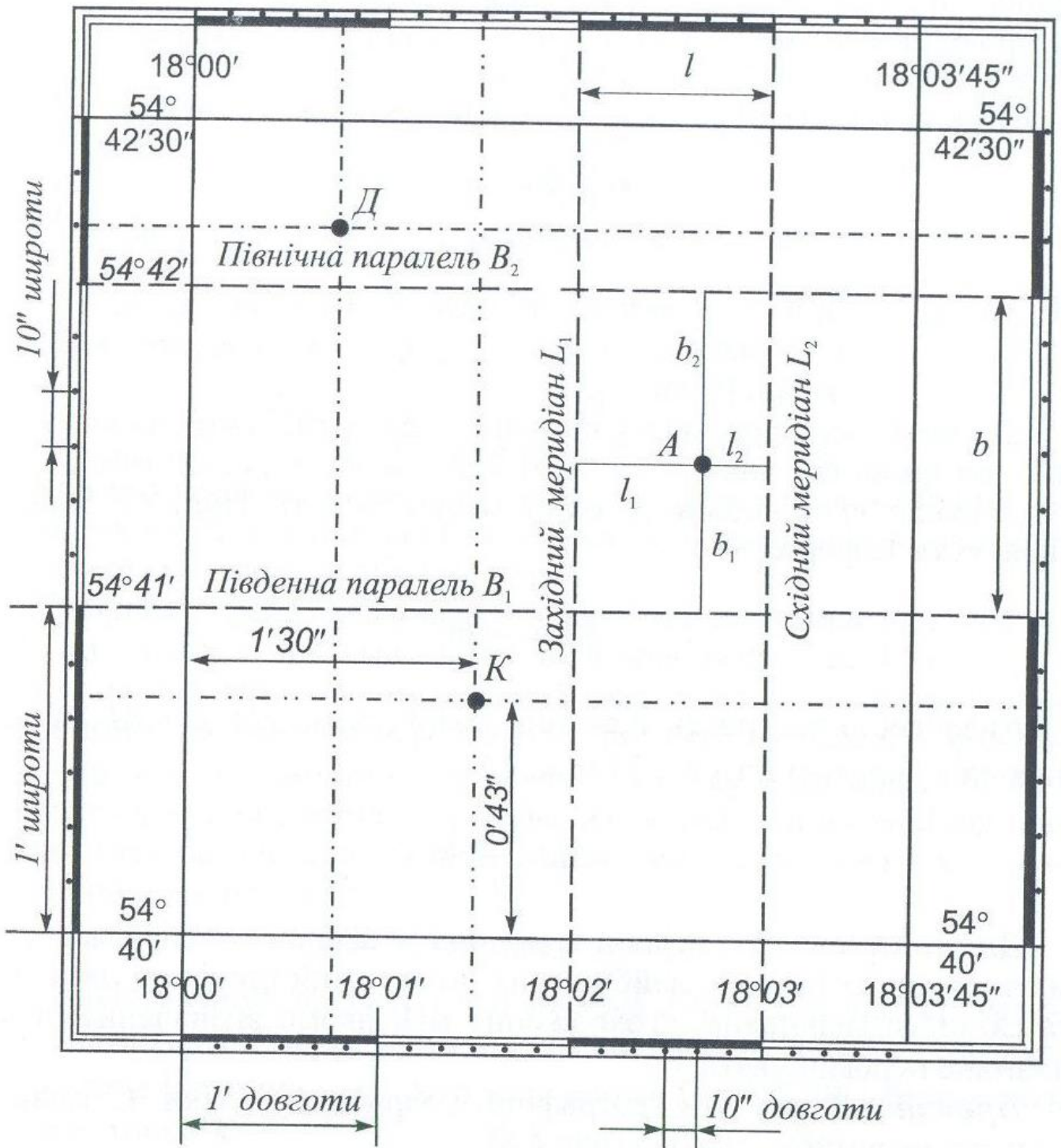


Рис. 4.1. Визначення геодезичних координат точок по карті

2. Визначення прямокутних координат точок.

При розв'язанні інженерних задач на обмежених територіях і картах великих масштабів користуються, як правило, прямокутними координатами точок.

Топографічні карти на території України побудовані в картографічній проекції Гаусса-Крюгера, в якій земний еліпсоїд зображується у вигляді шестиградусних меридіанних зон. В кожній зоні середній меридіан називається *осьовим*.

Прямокутні координати точок (X , Y) визначають на основі ліній координатної сітки, яку на топографічних картах масштабів 1:10 000 та менше проводять та підписують через кілометрові інтервали (рис. 4.2). При цьому осьовий меридіан (вісь абсцис) співпадає з вертикальними лініями кілометрової сітки, вісь ординат – з горизонтальними лініями кілометрової сітки.

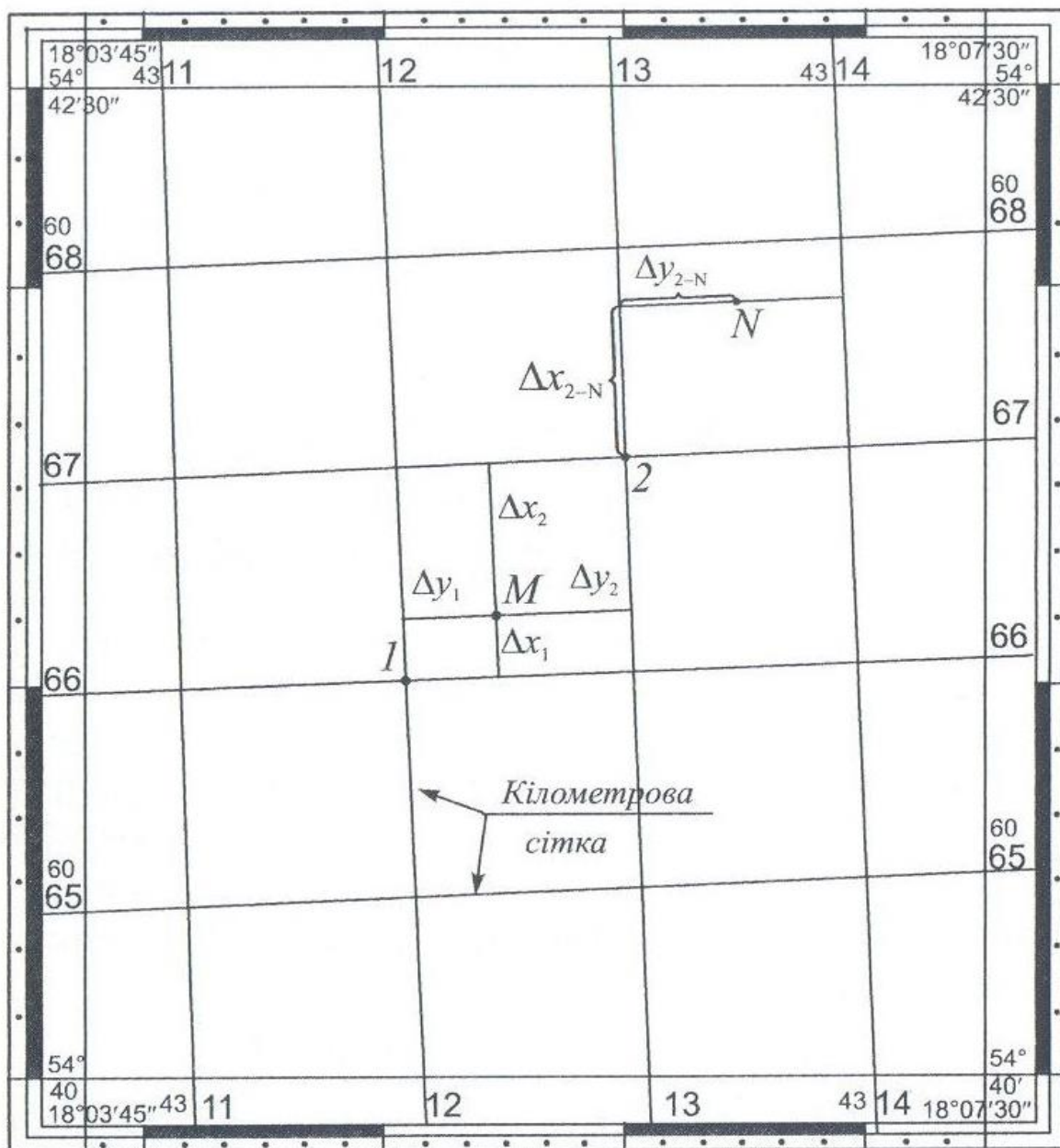


Рис.4.2. Визначення прямокутних координат точок по карті

Прямокутні координати точки визначаються за формулами 4.2:

$$X = X_0 + \Delta x_1, \quad Y = Y_0 + \Delta y_1 \quad (4.2)$$

де X_0, Y_0 – координати південно-західного кута квадрату кілометрової сітки, в якому знаходиться дана точка;

$\Delta x_1, \Delta y_1$ – довжини перпендикулярів від південної (X_0) та західної (Y_0) ліній кілометрової сітки до даної точки (згідно масштабу).

Для контролю координати точки можна визначити повторно від північно-східного кута квадрату координатної сітки, в якому знаходиться дана точка. В цьому випадку прямокутні координати визначаються за формулами 4.3:

$$X' = X_0' - \Delta x_2, \quad Y' = Y_0' - \Delta y_2 \quad (4.3)$$

де X_0', Y_0' – координати північно-східного кута квадрату кілометрової сітки, в якому знаходиться дана точка;

$\Delta x_2, \Delta y_2$ – довжини перпендикулярів від північної X_0' та східної Y_0' ліній кілометрової сітки до даної точки (згідно масштабу).

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. Визначити геодезичні координати точки K (рис.4.1).

Розв'язання:

1. Опускають перпендикуляри на мінутну рамку (по широті і довготі); підраховують кількість цілих мінут від південно-західного кута рамки карти до опущених перпендикулярів, окремо по широті (B_0) та довготі (L_0):

$$B_0 = 54^\circ 40'; \quad L_0 = 18^\circ 01'.$$

2. Визначають відстань в секундах ΔB від широти B_0 до даної точки та аналогічно ΔL від довготи L_0 до даної точки:

$$\Delta B = 27''; \quad \Delta L = 40''.$$

3. Кінцеве значення геодезичних координат точки A визначаємо за формулами 4.1:

$$B_A = 54^\circ 40' + 43'' = 54^\circ 40' 43''; \quad L_A = 18^\circ 01' + 30'' = 18^\circ 01' 30''.$$

Приклад 2. Визначити положення точки D на карті, якщо відомі її географічні координати $B_D=54^{\circ}42'10''$, $L_D=18^{\circ}00'45''$. (див. рис. 4.1)

Розв'язання:

1. Знаходимо задану широту $54^{\circ}42'10''$ на західній та східній сторонах рамки і з'єднуємо однойменні значення широти пунктирною лінією.
2. Задану довготу $18^{\circ}00'45''$ знаходимо на північній та південній сторонах рамки, які також з'єднуємо пунктирною лінією.
3. Перетин цих двох ліній визначає положення на карті точки D із заданими координатами.

Приклад 3. Визначити прямокутні координати точки M по карті масштабу 1:10 000 (рис.4.2).

Розв'язання:

1. Опускають перпендикуляри на південно-західний кут квадрату кілометрової сітки, в якому знаходиться дана точка;
2. Записують координати південно-західного кута квадрата, в якому знаходиться ця точка:

$$X_o = 6\,066\,000 \text{ м}; \quad Y_o = 4\,312\,000 \text{ м}.$$

3. Визначають довжину перпендикулярів, які опустили на сторони квадрата кілометрової сітки (X_o , Y_o), згідно масштабу (M 1: 10 000, в 1 см 100 м):

$$\Delta x_l = 2,8 \text{ см} \times 100 = 280 \text{ (м)}; \quad \Delta y_l = 4,0 \text{ см} \times 100 \text{ м} = 400 \text{ (м)}$$

4. Кінцеве значення координат визначають за формулами 4.2:

$$X = X_o + \Delta x_l = 6\,066\,000 + 280 = 6\,066\,280 \text{ (м)};$$

$$Y = Y_o + \Delta y_l = 4\,312\,000 + 400 = 4\,312\,400 \text{ (м)};$$

5. Для контролю, координати точки M визначаємо повторно від північно-східного кута квадрату координатної сітки (рис. 4.2), в якому знаходиться дана точка:

$X_o' = 6\,067\,000 \text{ м}; \quad Y_o' = 4\,313\,000 \text{ м}$ – координати північно-західного кута квадрату, в якому знаходиться дана точка;

$\Delta x_2 = 7,2 \text{ см} \times 100 = 720 \text{ (м)}$; $\Delta y_2 = 6,0 \text{ см} \times 100 = 600 \text{ (м)}$ – довжини перпендикулярів від північної (X_o') та східної (Y_o') ліній кілометрової сітки до даної точки, згідно масштабу ($M 1: 10\,000$, в 1 см 100 м).

Координати точки M визначаємо за формулами 4.3:

$$X' = X_o' - \Delta x_2 = 6067000 - 720 = 6\,066\,280 \text{ (м)}$$

$$Y' = Y_o' - \Delta y_2 = 4313000 - 600 = 4\,312\,400 \text{ (м)}$$

Як бачимо, прямокутні координати точки M , визначені від південно-західного кута квадрата кілометрової сітки, в якому знаходиться дана точка та від північно-східного кута квадрата однакові. Розходження між двома визначеннями координат однієї і тієї ж точки не повинні перевищувати 0,2 мм в масштабі карти.

Приклад 4. Визначити положення точки N на карті, якщо відомі її прямокутні координати $X_N = 6\,067\,710 \text{ см}$; $Y_N = 4\,313\,520 \text{ м}$. (рис.4.2)

Розв'язання:

1. Відкинувши три останні цифри в заданих координатах, тобто за числом цілих кілометрів, визначаємо квадрат, в якому розміщена точка N , і координати x_2 і y_2 його південно-західного кута:

$$X_o = 6067 \text{ км} = 6\,067\,000 \text{ м}, \quad Y_o = 4313 \text{ км} = 4\,313\,000 \text{ м}$$

2. Приростки координат по осі абсцис і осі ординат становлять:

$$\Delta x_{2-N} = X_N - X_2 = 710 \text{ м}, \quad \Delta y_{2-N} = Y_N - Y_2 = 520 \text{ м}$$

3. Відкладаємо у масштабі карти приросток Δx_{2-N} від південної лінії квадрата по бокових сторонах і з'єднуємо однойменні значення абсциси лінією, на якій в масштабі карти від західної сторони відкладаємо приросток Δy_{2-N} . Таким чином отримуємо положення точки N на карті.

4. Положення точки N можна перевірити шляхом відкладання відрізків, що дорівнюють різниці координат північно-східного кута квадрата і пункту, який наноситься. Розходження в положенні пункту на карті при двох нанесеннях не повинне бути більшим 0,2мм.

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №4

Завдання 4.1. Визначити географічні координати точок по карті Снов масштабу 1:25 000, які знаходяться у відповідних квадратах кілометрової сітки:
 1)198,4 м (70; 09); 2)142,8 м (72; 13); 3)171,3 м (67; 13) 4)135,5 м (68; 08);
 5)157,6 м (72; 09); 6)142,8 м (72; 13); 7)170,0 м (68; 07); 8)197,1м (66; 08);
 9)167,7 м (72; 04); 10) 213,8 м (68; 12); 11)160,6 м (66; 11); 12)327,7 м (67; 09).

Завдання 4.2. Визначити прямокутні координати точок по карті Снов масштабу 1:25 000, які знаходяться у відповідних квадратах кілометрової сітки:
 1)198,4 м (70; 09); 2)142,8 м (72; 13); 3)171,3 м (67; 13) 4)135,5 м (68; 08);
 5)157,6 м (72; 09); 6)142,8 м (72; 13); 7)170,0 м (68; 07); 8)197,1м (66; 08);
 9)167,7 м (72; 04); 10) 213,8 м (68; 12); 11)160,6 м (66; 11); 12)327,7 м (67; 09).

Завдання 4.3. За відомими географічними координатами нанести точки і визначити відстань між ними (для карти Снов масштабу 1:25 000) (дані приведені в табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Варіа нт	Позн	Географічні координати		Варіа нт	Позн	Географічні координати	
		1 точка	2 точка			1 точка	2 точка
1	В	54°42'30"	54°44'35"	8	В	54°42'13"	54°44'30"
	L	18°03'45"	18°07'18"		L	18°07'18"	18°06'23"
2	В	54°43'27"	54°42'32"	9	В	54°44'55"	54°43'30"
	L	18°02'24"	18°01'56"		L	18°04'47"	18°03'40"
3	В	54°43'33"	54°44'13"	10	В	54°43'21"	54°44'13"
	L	18°06'12"	18°05'56"		L	18°04'47"	18°05'56"
4	В	54°44'30"	54°42'13"	11	В	54°41'33"	54°42'30"
	L	18°04'47"	18°03'48"		L	18°01'56"	18°04'47"
5	В	54°42'13"	54°43'37"	12	В	54°44'30"	54°43'55"
	L	18°02'29"	18°06'23"		L	18°04'47"	18°06'23"
6	В	54°44'13"	54°42'13"	13	В	54°42'35"	54°44'30"
	L	18°01'56"	18°07'18"		L	18°06'46"	18°04'47"
7	В	54°43'27"	54°44'35"	14	В	54°42'30"	54°44'13"
	L	18°03'56"	18°05'56"		L	18°04'47"	18°03'45"

Завдання 4.4. За відомими прямокутними координатами нанести точки і визначити відстань між ними (для карти Снов масштабу 1:25 000) (дані приведені в табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Варіант	Позн	Прямокутні координати		Варіант	Позн	Прямокутні координати	
		точка А	точка Б			точка А	точка Б
1	X	6059 350	6065 567	8	X	6063 760	6065 438
	У	4311 265	4310 524		У	4312 750	4315 200
2	X	6068 543	6071 876	9	X	6065 470	6066 780
	У	4311 263	4312 728		У	4310 350	4312 679
3	X	6066 490	6069 510	10	X	6068 543	6066 770
	У	4313500	4315 600		У	4311 263	4315 650
4	X	6064 885	6066 756	11	X	6064900	6066 450
	У	4309 645	4312 325		У	4309 560	4312 350
5	X	6059 410	6060 320	12	X	6068 660	6070 620
	У	4309 645	4307 900		У	4315 349	4313 000
6	X	6065 567	6068 543	13	X	6072 615	6068 150
	У	4308 810	4311 263		У	4307 333	4309 645
7	X	6070 876	6068 150	14	X	6066 756	6067 948
	У	4312 428	4314 245		У	4318 325	4316 756

Завдання 4.5. Визначити географічні координати вершин багатокутника (для карти Снов масштабу 1:25 000):

а) г. Дубровина (69; 10) → г. Кар'єрна (67;13) → г. Андогська (66; 11) → відмітка 171,8м (66; 10) → відмітка 135,5 м (68; 03) → відмітка 176,2 м (69; 08).

б) відмітка 214,3 м (65; 07) → відмітка 201,6 м (64; 09) → гирло Безим'яного (67; 09) → міст с. Дров'яна (67; 09) → відмітка 205,0 м (66; 07).

в) відмітка 167,7 м (72; 07) → міст с. Коровіно (73; 08) → школа с. Іванівка (73; 09) → відмітка 193,6 м (71; 11) → г. Дубровина (69; 10) → відмітка 176,1 м (71; 06).

Завдання 4.6. Визначити положення точок **А** та **Б** на карті по заданим географічним координатам (для карти Снов масштабу 1:25 000) (дані приведені в табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Варіант	Координати точки А		Координати точки Б	
	широта <i>B</i>	довгота <i>L</i>	широта <i>B</i>	довгота <i>L</i>
1	54°40'41"	18°00'40"	54°44'57"	18°00'11"
2	54°44'38"	18°01'27"	54°43'54"	18°05'43"
3	54°42'50"	18°00'48"	54°41'15"	18°04'15"
4	54°42'26"	18°05'38"	54°40'45"	18°07'00"
5	54°41'44"	18°07'28"	54°42'50"	18°00'48"
6	54°44'42"	18°00'26"	54°44'58"	18°02'54"
7	54°41'29"	18°07'05"	54°42'06"	18°06'41"
8	54°41'41"	18°02'25"	54°40'13"	18°07'05"
9	54°44'55"	18°06'42"	54°44'28"	18°00'17"
10	54°43'02"	18°01'00"	54°40'30"	18°07'28"
11	54°41'11"	18°07'26"	54°43'25"	18°00'52"
12	54°42'24"	18°02'26"	54°44'45"	18°01'30"
13	54°41'03"	18°05'33"	54°41'19"	18°05'27"
14	54°40'03"	18°03'51"	54°40'12"	18°06'38"

Завдання 4.7. Визначити прямокутні координати вершин ділянок (для карти Снов масштабу 1:25 000):

- а) сад с. Дубровка (70;10); б) сад на північ від с. Шурина (69;11);
- в) ділянка лісу на південь від с. Шурина (69;11).

Завдання 4.8. Визначити географічні координати (географічне положення) крайніх північних точок (для карти Снов масштабу 1:25 000):

- а) оз.Чорне (66; 13); б) с. Барахоево (68:09); в) с. Федорівна (65;10);
- г) г. Окунево (71;12); д) ліс Темний бір (70;08); е) с. Демидово (71;09).

Завдання 4.9. Визначити відстань між пунктами, що розташовані на одному меридіані і мають широти $56^{\circ}28'25''$ пн. широти; $56^{\circ}37'49''$ пн. широти (для карти Снов масштабу 1:25 000).

Завдання 4.10. Визначити відстань між двома будь-якими пунктами, що знаходяться на одному меридіані і мають різницю широт $11'53''$ (для карти Снов масштабу 1:25 000).

Завдання 4.11. Визначити положення точок **А** та **Б** на карті по заданим прямокутним координатам (для карти Снов масштабу 1:25 000) (дані приведені в табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Варіант	Координати точки А		Координати точки Б	
	Х, км	У, км	Х, км	У, км
1	6 066,780	4 312,350	6 071,400	4 309,810
2	6 071,625	4 310,000	6 065,210	4 314,090
3	6 067,070	4 313,405	6 067,785	4 314,245
4	6 072,200	4 308,700	6 073,375,	4 310,575
5	6 066,770	4 312,925	6 068,575	4 306,915
6	6 071,445	4 307,535	6 065,580	4 313,335
7	6 068,275	4 312,065	6 073,410	4 309,995
8	6 065,075	4 313,400	6 069,095	4 309,200
9	6 071,215	4 308,035	6 066,925	4 314,405
10	6 068,130	4 308,725	6 071,955	4 310,230
11	6 066,010	4 312,080	6 073,110	4 314,015
12	6 067,200	4 311,830	6 067,400	4 314,075
13	6 072,485	4 308,355	6 065,720	4 312,825
14	6 067,645	4 307,605	6 069,735	4 307,340

Завдання 4.12. Визначити прямокутні координати точок за відомими географічними координатами (дані приведені в табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Варіант	Географічні коор-ти		Варіант	Географічні коор-ти	
	<i>B</i> , широта	<i>L</i> , довгота		<i>B</i> , широта	<i>L</i> , довгота
1	54°44'44"	18°02'31"	8	54°44'52"	18°04'02"
2	54°40'42"	18°04'44"	9	54°42'30"	18°02'13"
3	54°42'25"	18°03'58"	10	54°41'22"	18°07'22"
4	54°43'17"	18°00'54"	11	54°44'33"	18°06'35"
5	54°41'23"	18°07'15"	12	54°43'17"	18°04'01"
6	54°43'54"	18°02'54"	13	54°41'32"	18°07'20"
7	54°40'38"	18°06'05"	14	54°42'12"	18°05'46"

Завдання 4.13. Визначити відстань між точками А і Б, якщо відомі їх географічні координати (дані приведені в табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Варіант	Точка А		Точка Б	
	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>L</i>
1	54°44'42"	18°00'26"	54°42'30"	18°02'13"
2	54°42'05"	18°01'59"	54°42'20"	18°04'38"
3	54°40'16"	18°07'06"	54°41'22"	18°07'22"
4	54°41'25"	18°05'01"	54°40'55"	18°05'44"
5	54°44'43"	18°01'56"	54°43'43"	18°01'12"
6	54°42'01"	18°05'16"	54°44'10"	18°01'50"
7	54°43'42"	18°05'25"	54°44'10"	18°03'12"
8	54°40'15"	18°06'53"	54°41'12"	18°06'17"
9	54°42'34"	18°02'42"	54°43'22"	18°03'55"
10	54°44'38"	18°01'27"	54°44'21"	18°03'06"
11	54°41'01"	18°05'10"	54°40'48"	18°06'21"
12	54°40'44"	18°05'07"	54°41'34"	18°06'29"
13	54°42'07"	18°05'56"	54°43'47"	18°05'29"
14	54°44'02"	18°05'08"	54°44'55"	18°06'42"

Завдання 4.14. Визначити географічні координати точок за відомими прямокутними координатами (дані приведені в табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Варіант	Прямокутні коор-ти		Варіант	Прямокутні коор-ти	
	X, км	Y, км		X, км	Y, км
1	6 065,120	4 310,720	8	6 069,525	4 314,295
2	6 073,430	4 308,550	9	6 073,145	4 308,895
3	6 067,740	4 308,395	10	6 068,995	4 309,545
4	6 071,500	4 310,705	11	6 065,360	4 310,775
5	6 065,305	4 310,600	12	6 072,210	4 313,140
6	6 070,665	4 307,605	13	6 069,970	4 307,775
7	6 072,200	4 308,700	14	6 067,070	4 313,405

Завдання 4.15. Визначити відстань між точками А (відомі географічні координати) і Б (відомі прямокутні координати) (дані приведені в табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Варіант	Географічні коорд-ти точки А		Прямокутні коорд-ти точки Б	
	<i>B</i>	<i>L</i>	X, км	Y, км
1	54°40'20"	18°06'33"	6 065,130	4 312,205
2	54°44'52"	18°04'02"	6 067,510	4 311,555
3	54°41'15"	18°06'47"	6 065,575	4 307,225
4	54°43'55"	18°03'39"	6 070,145	4 310,080
5	54°40'12"	18°06'12"	6 068,660	4 313,680
6	54°44'44"	18°02'31"	6 067,345	4 309,165
7	54°42'02"	18°07'07"	6 073,375	4 311,250
8	54°41'03"	18°05'33"	6 071,880	4 313,620
9	54°40'16"	18°07'06"	6 073,145	4 308,895
10	54°44'58"	18°04'07"	6 065,075	4 313,400
11	54°40'52"	18°02'41"	6 064,360	4 307,890
12	54°41'31"	18°03'38"	6 069,505	4 311,220
13	54°43'12"	18°02'51"	6 072,630	4 309,200
14	54°40'16"	18°05'15"	6 066,925	4 314,405

Завдання 4.16. Визначити відстань між точками А і Б, якщо відомі їх прямокутні координати (дані приведені в табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Варіант	Точка А		Точка Б	
	X	Y	X	Y
1	6 065 555	4 311 745	6 067 510	4 311 555
2	6 068 190	4 312 815	6 065 575	4 307 225
3	6 073 430	4 308 550	6 070 145	4 310 080
4	6 065 410	4 312 620	6 068 660	4 313 680
5	6 072 210	4 313 140	6 067 345	4 309 165
6	6 067 860	4 312 295	6 066 180	4 312 290
7	6 071 450	4 309 865	6 069 120	4 308 205
8	6 065 535	4 314 220	6 068 025	4 314 200
9	6 068 935	4 312 350	6 068 325	4 309 930
10	6 073 375	4 311 250	6 070 260	4 311 015
11	6 067 220	4 311 905	6 066 010	4 312 080
12	6 065 075	4 313 400	6 073 130	4 309 525
13	6 071 955	4 310 230	6 072 445	4 308 675
14	6 068 130	4 308 725	6 068 275	4 312 065

Завдання 4.17. Визначити відстань між точками А (відомі прямокутні координати) і Б (відомі географічні координати) (дані приведені в табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Варіант	Прямокутні коорд-ти точки А		Географічні коорд-ти точки Б	
	X, км	Y, км	B	L
1	6 070,260	4 311,015	54°43'47"	18°05'29"
2	6 065,435	4 313,525	54°41'56"	18°06'59"
3	6 072,300	4 307,320	54°44'33"	18°02'20"
4	6 069,505	4 311,220	54°42'26"	18°05'38"
5	6 065,110	4 314,370	54°41'15"	18°06'47"
6	6 069,735	4 307,340	54°43'53"	18°02'51"
7	6 073,375	4 310,575	54°43'49"	18°02'53"
8	6 070,010	4 312,605	54°43'56"	18°06'18"
9	6 072,210	4 313,140	54°43'55"	18°03'39"
10	6 065,470	4 314,335	54°41'37"	18°06'23"
11	6 070,145	4 310,080	54°42'22"	18°01'33"
12	6 073,205	4 311,160	54°44'12"	18°05'45"
13	6 069,970	4 307,775	54°42'34"	18°02'42"
14	6 071,875	4 312,965	54°43'34"	18°06'41"

ТЕМА №5. ВИЗНАЧЕННЯ ОРІЄНТИРНИХ НАПРЯМКІВ

Для визначення ділянки земної поверхні, її необхідно зорієнтувати, тобто визначити її місце розташування щодо сторін світу. В геодезії основними лініями для орієнтування приймаються: географічний (істинний, дійсний), магнітний та осьовий меридіани. Їх ще називають початковими напрямками.

За початковий напрям у геодезії приймають:

- напрям істинного (географічного) меридіану;
- напрям магнітного меридіану;
- напрям осьового меридіану.

У залежності від того, який напрям обрано початковим, для орієнтування користуються: істинним (географічним) азимутом, магнітним азимутом, дирекційним кутом.

Положення лінії, що орієнтується, визначається горизонтальним кутом від початкового напрямку до напрямку даної лінії за ходом годинникової стрілки.

Дирекційний кут (α) – це горизонтальний кут відрахований від північного напрямку осьового меридіану до напрямку на предмет за ходом годинникової стрілки.

Азимут (A) – це горизонтальний кут відрахований від північного напрямку меридіану до напрямку на предмет за ходом годинникової стрілки.

Азимути та дирекційні кути, які відрізняються рівно на 180° називають *прямими* та *оберненими* і вираховують за формулою:

$$A_{2-1} = A_{1-2} + 180^\circ \quad (5.1)$$

Перехід від азимутів до дирекційних кутів здійснюють за допомогою зближення меридіанів та схилення магнітної стрілки.

Зближення меридіанів (γ) – це відхилення осьового меридіану від географічного. Визначається зближення меридіанів за формулою:

$$\gamma = A_r - \alpha \quad (5.2)$$

Якщо осьовий меридіан відхиляється на захід від географічного меридіана, то зближення меридіанів називають *західним* (від’ємний), якщо на схід – *східним* (додатнім).

Схилення магнітної стрілки (δ) – відхилення магнітного меридіана від географічного. Визначається за формулою:

$$\delta = A_r - A_m \quad (5.3)$$

На рис 5.1 відображені дирекційний кут, азимути географічний та магнітний, зближення меридіанів та схилення магнітної стрілки.

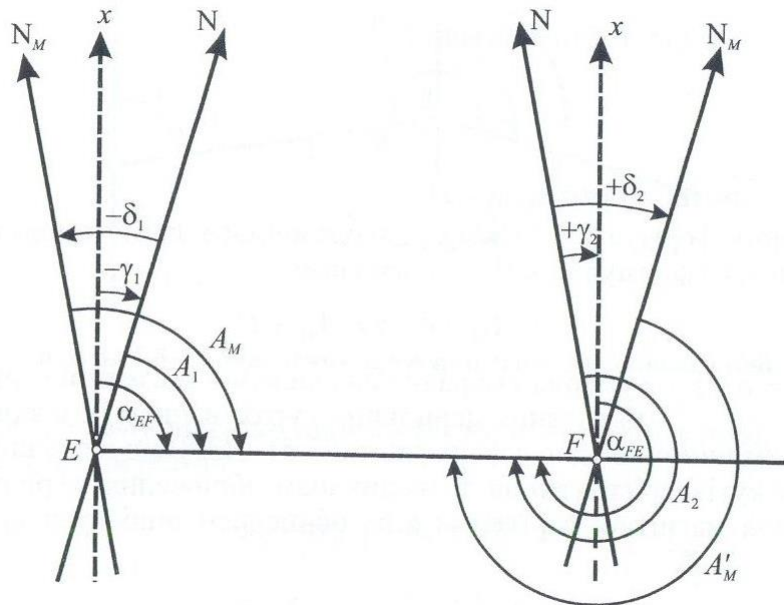


Рис. 5.1. Орієнтування ліній

Для обчислювальної обробки польових вимірів орієнтування ліній зручніше проводити за румбами.

Румб (r) – це горизонтальний кут, відрахований від ближчого меридіана до напрямку на предмет. Вираховується він в межах від 0° до 90° . Для точного визначення румбу при ньому вказується від якого напрямку меридіана (північ, південь) і куди (схід, захід) він відраховується. Тому при румбах пишуться позначення сторін світу: Пн.сх., Пд.сх., Пн.зх., Пд.зх.

Між дирекційними кутами (азимутами) та румбами існує прямий зв'язок (рис. 5.2). Виражається він через наступні формули (5.4):

$$\begin{aligned}
 r &= \alpha \text{ (I чверть)}; & r &= 180^\circ - \alpha \text{ (II чверть)}; \\
 r &= \alpha - 180^\circ \text{ (III чверть)}; & r &= 360^\circ - \alpha \text{ (IV чверть)}.
 \end{aligned}
 \tag{5.4}$$

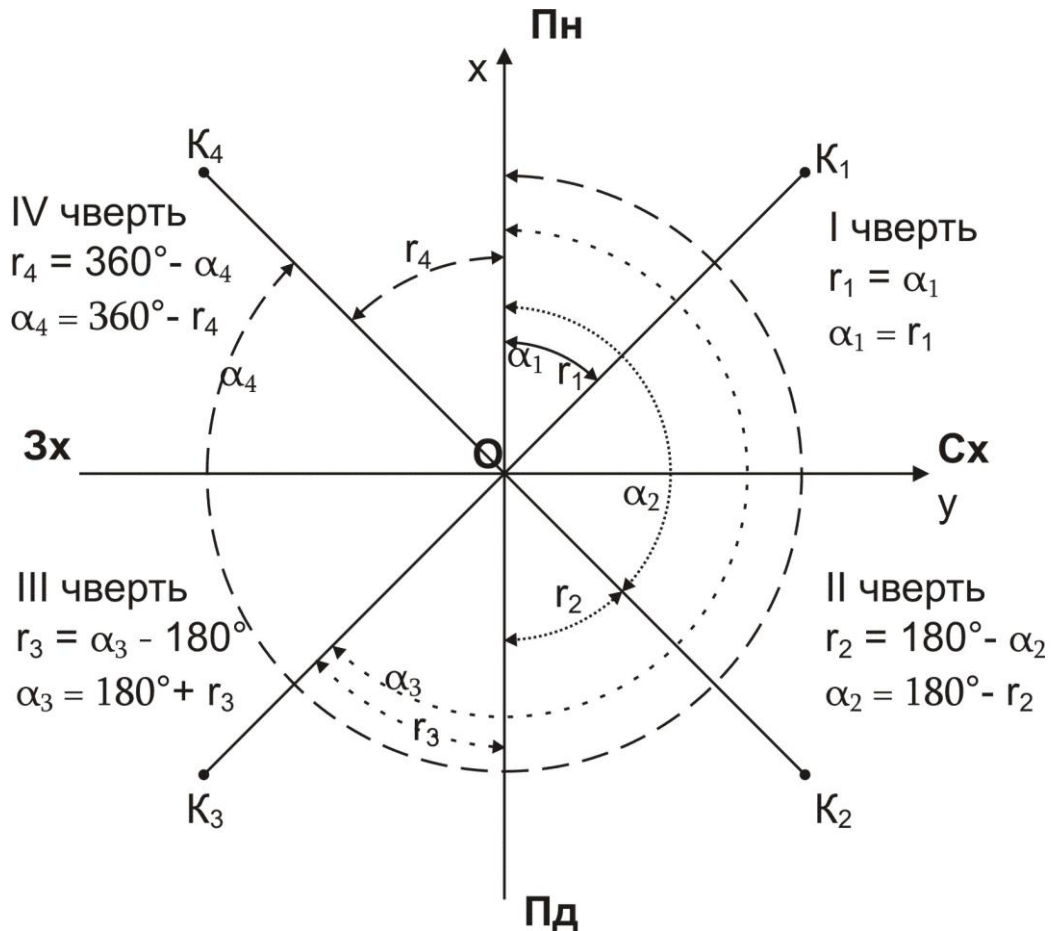


Рис. 5.2. Залежність між румбами та дирекційними кутами

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. Визначити дирекційний кут лінії 1-2 та 4-5 (рис. 5.3).

Розв'язання:

Осьовий меридіан на карті співпадає з вертикальними лініями кілометрової сітки. Для визначення дирекційного кута напрямку 1-2, через початкову її точку проводять пряму, паралельну вертикальній лінії кілометрової сітки чи продовжують орієнтовану лінію до найближчої лінії кілометрової сітки. Кут визначають геодезичним транспортиром. Порядок визначення дирекційного кута напрямку 1-2 визначають наступним чином.

- З'єднують точки *1* і *2* прямою лінією.
- Прикладають транспортир так, щоб середина його лінійки (нульовий штрих) співпала з точкою пересічення даного напрямку і однієї із вертикальних ліній кілометрової сітки (43;11), а краї лінійки транспортира сумістились би з цією лінією.
- Відраховуємо кут на транспортірі за ходом годинникової стрілки від напрямку вертикальної лінії кілометрової сітки до напрямку, який визначається:

$$\alpha_{1-2} = 58^{\circ}00'$$

- Обернений дирекційний кут визначаємо за формулою 5.1:

$$\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} + 180^{\circ} = 58^{\circ}00' + 180^{\circ} = 238^{\circ}00';$$

$$\alpha_{4-5} = 251^{\circ}00'; \quad \alpha_{4-3} = 251^{\circ} - 180^{\circ} = 71^{\circ}.$$

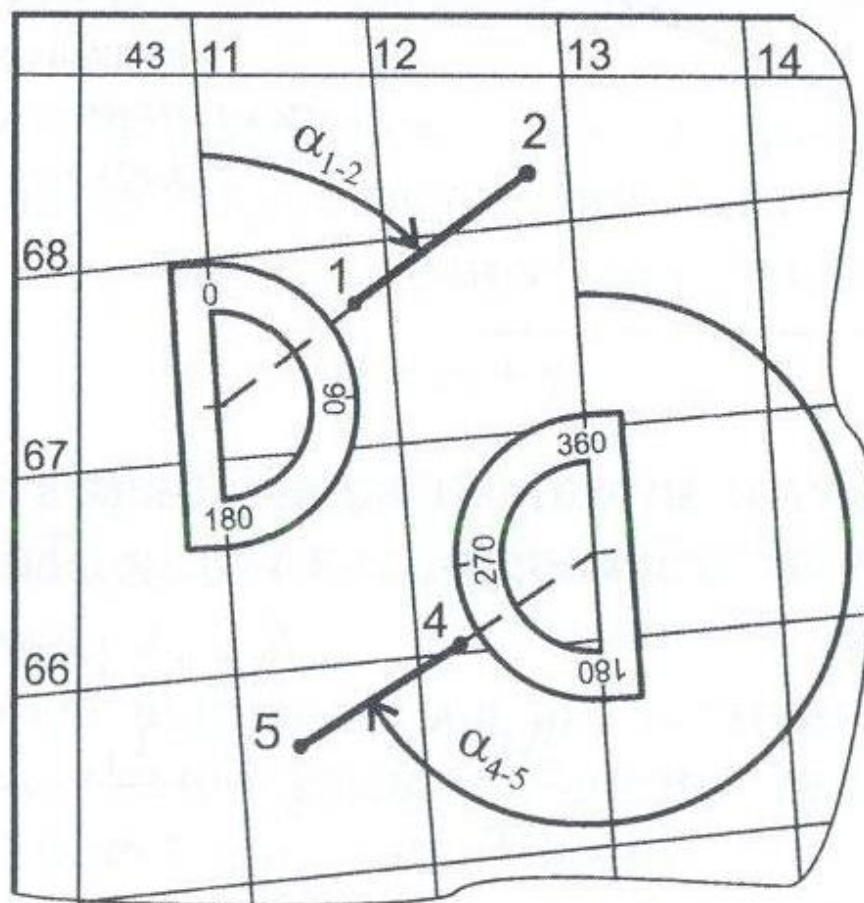


Рис.5.3. Визначення дирекційних кутів по карті

Приклад 2. Визначити географічний азимут лінії *1–2* та *3–4* (рис. 5.4).

Розв'язання: Географічний меридіан на карті співпадає з вертикальними лініями внутрішньої рамки карти.

Для визначення географічного азимуту напрямку *1-2*, через початкову її точку проводять пряму, паралельну вертикальній лінії внутрішньої рамки карти чи продовжують орієнтований напрямок до цієї лінії. Кут визначають геодезичним транспортиром. Порядок визначення географічного азимуту напрямку *1-2* визначають наступним чином.

1. З'єднують точки **1** і **2** прямою лінією.
5. Прикладають транспортир так, щоб середина його лінійки (нульовий штрих) співпала з точкою пересічення даного напрямку і вертикальною лінією внутрішньої рамки карти (або лінією їй паралельно), а краї лінійки транспортира сумістились би з цією лінією.
6. Відраховуємо кут на транспортірі за ходом годинникової стрілки від напрямку вертикальної лінії внутрішньої рамки карти до напрямку, який визначається: $A_{1-2} = 116^{\circ}30'$.

7. Обернений географічний азимут визначаємо за формулою 5.1:

$$A_{2-1} = A_{1-2} + 180^{\circ} = 116^{\circ}30' + 180^{\circ} = 296^{\circ}30'; A_{3-4} = 315^{\circ}; A_{4-3} = 315^{\circ} - 180^{\circ} = 135^{\circ}.$$

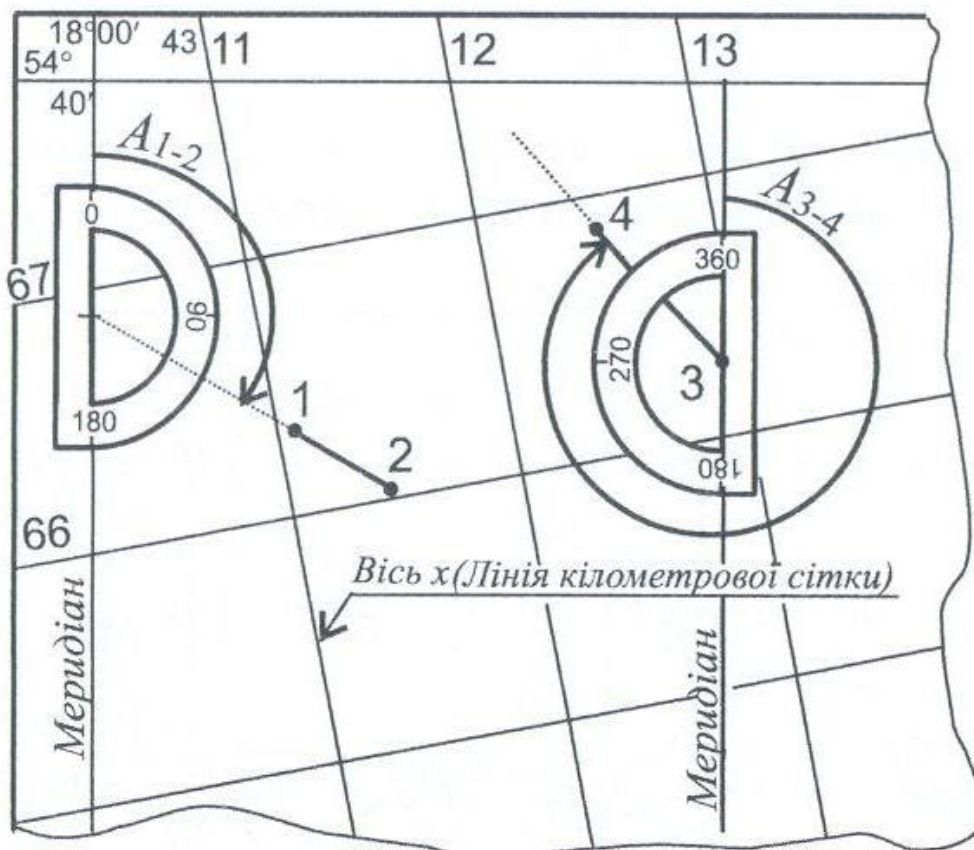


Рис.5.4. Визначення географічних азимутів по карті

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №5

Завдання 5.1. Визначити дирекційний кут напрямку з пункту з відміткою 197,1 м (65; 08) на геодезичний пункт з відміткою 214,3 м (65; 07) (для карти Снов масштабу 1:25 000).

Завдання 5.2. Визначити магнітний азимут напрямку з пункту з відміткою 197,1 м (65; 08) на геодезичний пункт з відміткою 214,3 м (65; 07) (для карти Снов масштабу 1:25 000).

Завдання 5.3. За відомими румбами Пн.Сх. 50° , Пд.Сх. 30° , Пн.Зх. 40° вирахувати азимути напрямків і нанести їх на карту із пункту з відміткою 216,4 м (69;10).

Завдання 5.4. За прямокутними координатами нанести точки **A** та **B** на карту Снов масштабу 1:25 000:

A) $X = 6066\ 266$ м, $Y = 4310\ 300$ м; **B)** $X = 6099\ 500$ м, $Y = 4312\ 480$ м;

Визначити між ними відстань, а також прямий і обернений дирекційні кути.

Завдання 5.5. Істинний румб лінії **AB** Пд.Сх.: $45^\circ30'$. Обчислити дирекційний кут і магнітний азимут цієї лінії, якщо зближення меридіанів в точці **A** західне $1^\circ38'$, а схилення східне – $5^\circ45'$.

Завдання 5.6. За заданими румбами ліній, приведених в таблиці 5.1. визначити величину кутів між ними. Рішення проілюструвати на малюнку (дані приведені в табл. 5.1).

Таблиця 5.1

№ задачі	1	2	3	4	5
Румб лінії 1-2	Пн.Сх: $18^\circ20'$	Пд.Зх: $86^\circ14'$	ПдСх: $26^\circ30'$	ПнСх: $18^\circ45'$	ПнЗх: $34^\circ20'$
Румб лінії 1-3	ПнСх: $50^\circ40'$	ПнЗх: $68^\circ14'$	ПдСх: $20^\circ20'$	Пд.Зх: $38^\circ40'$	Пд.Зх: $66^\circ18'$

Завдання 5.7. За магнітним азимутом і схиленням магнітної стрілки, обчислити істинні румби ліній (дані приведені в табл. 5.2).

Таблиця 5.2

№ задачі	1	2	3	4	5
Магнітний азимут	75°30'	116°40'	219°30'	311°45'	356°30'
Схилення	Східне 1°1'	Зах.2°30'	Схід.1°40'	Зах.2°45'	Схід.3°30'

Завдання 5.8. Обчислити румби, якщо азимути напрямків дорівнюють: 85°30'; 95°45'; 195°10'; 275°15'; 355°30'.

Завдання 5.9. Перевести дирекційні кути в румби: 45°36'; 221°14'; 142°30'; 180°00'; 270°00'.

Завдання 5.10. Побудувати схему взаємного розташування меридіанів (істинного, магнітного і осьового) за наступними величинами зближення меридіанів і схилення магнітної стрілки. Накреслити на кожному графіку умовний напрямок і показати на них графічно: дирекційний кут, азимут магнітний і географічний (дані приведені в табл. 5.3).

Таблиця 5.3

№ задачі	1	2	3	4	5
Зближення меридіанів	-3°25'	+2°45'	-4°12'	-1°68'	-2°17'
Схилення магнітної стрілки	+5°40'	-1°45'	+3°00'	-2°16'	-2°58'

Завдання 5.11. Визначити значення румбів ліній, якщо відомо значення їх дирекційних кутів (задачу супроводити схемами):

1. $\alpha_{1-2}=70^{\circ}50'$.
2. $\alpha_{2-3}=159^{\circ}45'$.
3. $\alpha_{3-4}=230^{\circ}15'$.
4. $\alpha_{4-1}=339^{\circ}59'$.

Завдання 5.12. Визначити дирекційні кути напрямків, якщо відомі їх румби (задачу супроводити схемами):

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Пд.Зх.: $70^{\circ}50'15''$. | 3. Пн.Сх : $17^{\circ}02'55''$. |
| 2. Пн.Зх : $80^{\circ}59'22''$. | 4. Пд.Сх : $54^{\circ}30'18''$. |

Завдання 5.13. Відомий напрямок оберненого дирекційного кута α_{2-1} , визначити румб прямого напрямку \mathbf{r}_{1-2} (задачу супроводити схемами):

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. $\alpha_{2-1}=170^{\circ}20'$. | 3. $\alpha_{2-1}=30^{\circ}45'$. |
| 2. $\alpha_{2-1}=359^{\circ}25'$. | 4. $\alpha_{2-1}=239^{\circ}39'$. |

Завдання 5.14. Відомий румб оберненого напрямку \mathbf{r}_{2-1} , визначити дирекційний кут α_{2-1} (задачу супроводити схемами):

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Пн.Зх.: $60^{\circ}50'15''$. | 3. Пд.Сх : $57^{\circ}39'51''$. |
| 2. Пд.Зх : $48^{\circ}39'27''$. | 4. Пн.Сх : $54^{\circ}30'18''$. |

Завдання 5.15. Задані напрямки румбів, визначити кут між ними (задачу супроводити схемами):

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) 1-2 Пн.Зх.: $60^{\circ}50'15''$, | 2) 2-3 Пд.Сх : $57^{\circ}39'51''$, |
| 1-3 Пд.Зх : $48^{\circ}39'27''$. | 2-4 Пн.Сх : $54^{\circ}30'18''$. |

ТЕМА №6. РОЗГРАФЛЕННЯ І НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ І ПЛАНІВ

Для зображення території України всі топографічні карти зображають в поперечно-циліндричній проекції Гаусса-Крюгера. В цій проекції вся земна поверхня ділиться меридіанами на зони через 6° по довготі та паралелями на пояси через 4° по широті. Зони відраховуються від Грінвічського меридіана з довготою 0° із заходу на схід і позначаються арабськими цифрами. Пояси відраховуються від екватора на північ та південь окремо та позначаються великими літерами латинського алфавіту.

Топографічні карти великих територій для зручності користування видають окремими листами обмеженого формату, які об'єднуються в загальну

багатолистову карту єдиної системи. Тобто, система поділу карт на листи за певним законом називають *розграфкою*.

Номенклатура – це система позначення окремих листів карт. В основу розграфки і номенклатури топографічних карт покладена карта М 1: 1 000 000 протяжністю по широті 4°, утворюючи пояси і довготі 6°, утворюючи колони.

Колони відраховуються від меридіана з довготою 180°, позначаються арабськими цифрами і відрізняються від номера зон на 30.

Пояси позначаються великими буквами латинського алфавіту на північ і південь від екватора.

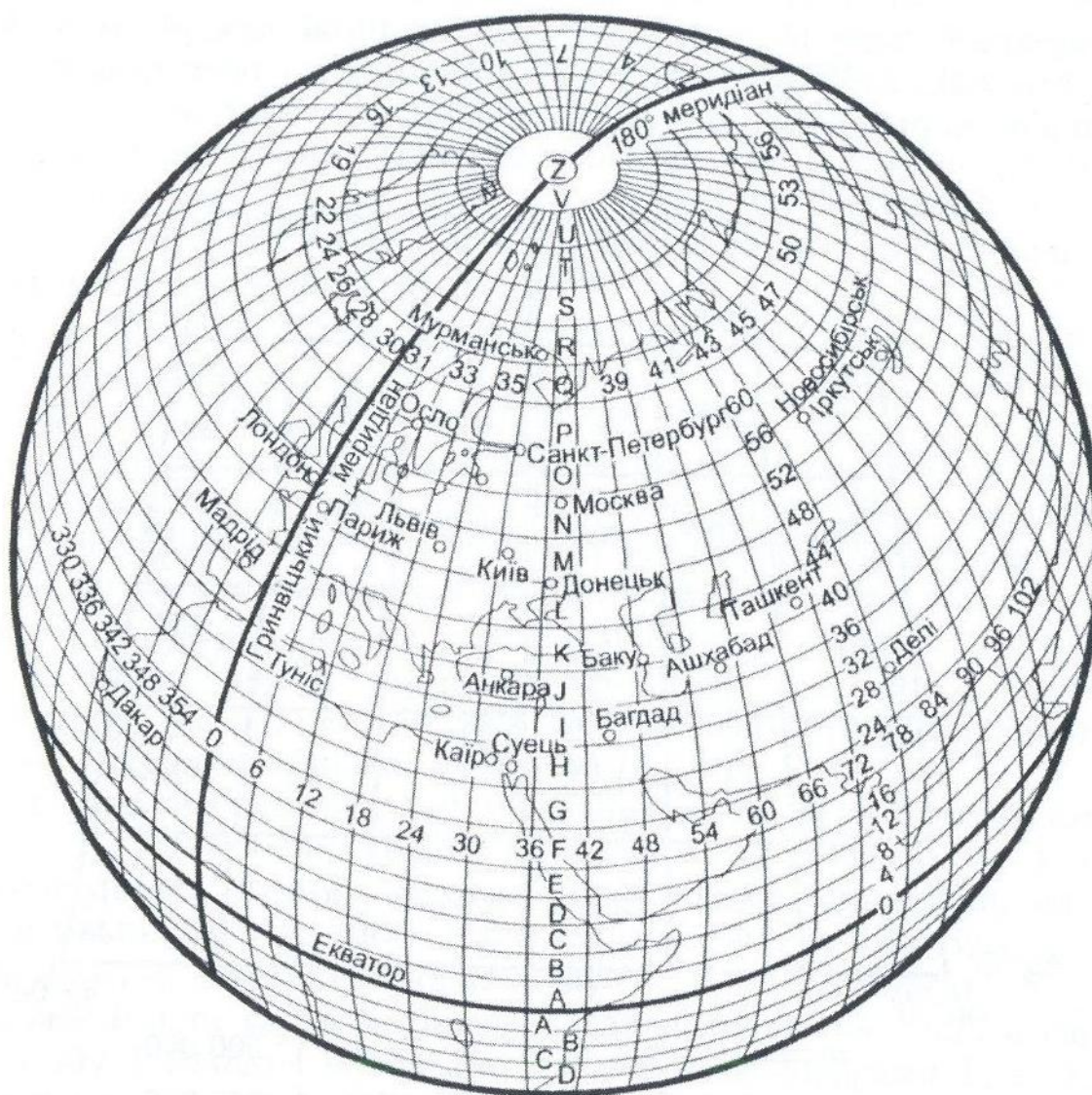


Рис. 6.1. Схема розграфлення поверхні Земної кулі на окремі листи карти масштабу 1:1 000 000

Правила подальшого розграфлення листів топографічних карт полягає в постійному поділі листа карти дрібнішого масштабу меридіанами і паралелями на ціле число трапецій карт більшого масштабу. Позначають ці листи номенклатурою відповідного листа карти М 1:1 000 000 з додаванням літер кирилиці або римських і арабських цифр.

В таблиці 6.1 наведені зведені показники трапецевидного розграфлення і номенклатура листів карт та планів різних масштабів, а також розміри їхніх листів.

Таблиця 6.1

Розміри і номенклатура окремих листів топографічних карт

Масштаби	Кількість листів	Розміри листів		Позначення листів	Номенклатура листа
		по довготі	по широті		
<i>За основу розграфлення прийнятий лист масштабу 1:1 000 000</i>					
1:1 000 000	1	6°	4°		М-37
1:500 000	4	3°	2°	А,Б,В,Г	М-37-Г
1:200 000	36	1°	40'	1,...XXXV 1	М-37-XXXV1
1:100 000	144	30'	20'	1,2,...,144	М-37-103
<i>За основу розграфлення прийнятий лист масштабу 1:100 000</i>					
1:100 000	1	30'	20'		М-37-103
1:50 000	4	15'	10'	а, б, в, г	М-37-103-Г
1:25 000	16	7'30"	5'	а, б, в, г	М-37-103-Г-а
1:10 000	64	3'45"	2'30"	1,2,3,4	М-37-103Г-а-2
1:5 000	256	1'52,5"	1'15"	1,2,...,256	М-37-103-(256)
1:2 000	2204	37'5"	25"	а, б, в,... и	М-37-103-(256-а)

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. За відомими географічними координатами точки *A*, визначити номенклатуру листа карти М 1: 10 000, на яку попадає точка з заданими координатами: $B = 49^{\circ}23'19''$; $L = 37^{\circ}13'26''$.

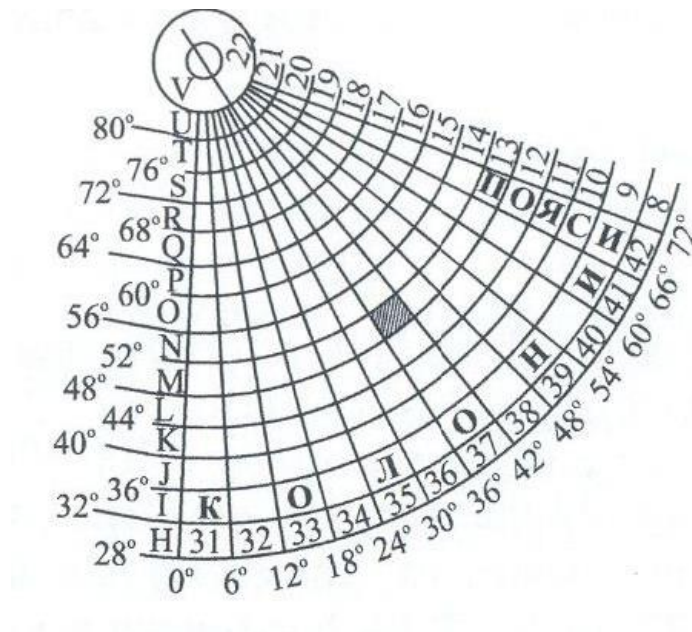
Розв'язання:

1. Ділять геодезичні координати пункту на протяжність мільйонного листа по широті на 4° і по довготі на 6° . При цьому визначають номенклатуру листа карти М 1: 1000 000, на яку попадає даний пункт:

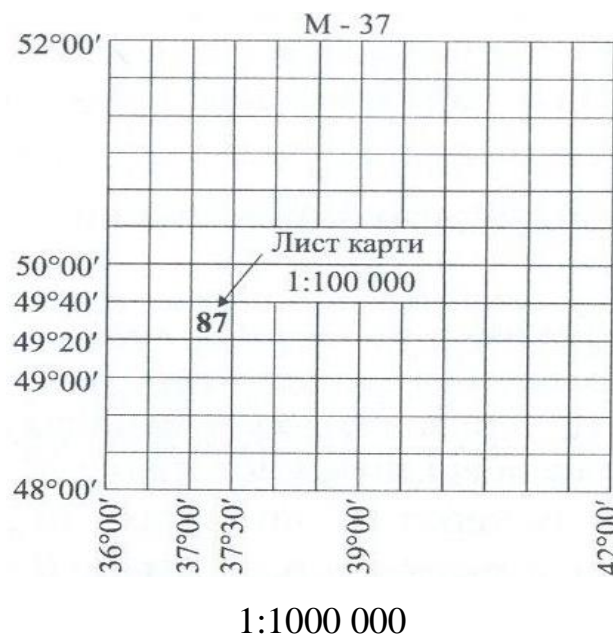
$B \div 4^\circ = 49^\circ 23' 19'' \div 4^\circ = 12 + \text{остача} \rightarrow 13$ пояс, якому відповідає буква „*M*” із розграфки топографічної карти М 1: 100 0000.

$L \div 6^\circ = 37^\circ 13' 26'' \div 6^\circ = 7 + \text{остача} \rightarrow 7$ зона, $7 + 30 = 37$ колона.

Тобто номенклатура листа карти М 1: 1000 000 , на яку попадає дана точка ***M-37***.

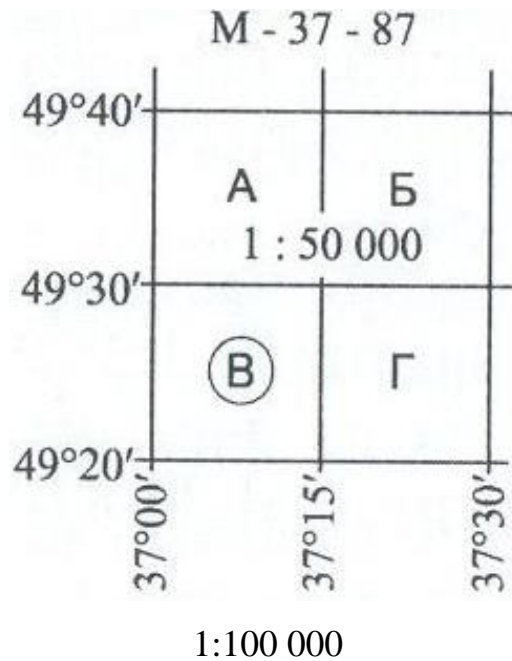


2. Кожен лист карти М 1: 1000 000 ділять на 144 листи карти масштабу 1: 100 000 протяжністю по широті $20'$ і довготі $30'$.



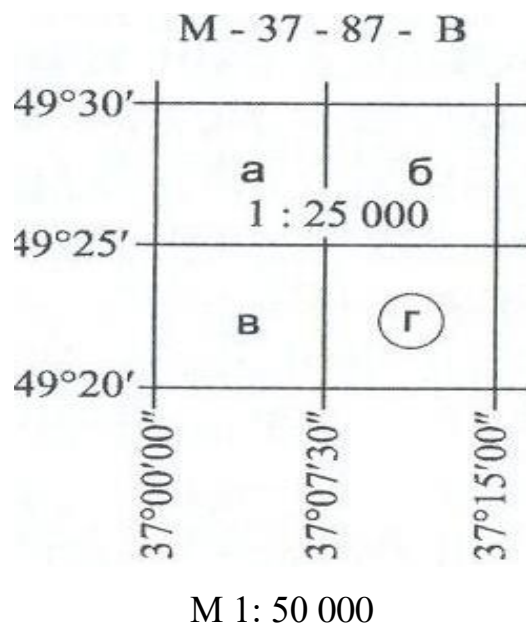
Тобто номенклатура листа карти М 1: 100 000 , на яку попадає дана точка **М – 37 - 87**.

3. Кожен лист карти М 1: 100 000 ділять на 4 листи карти М 1: 50 000 протяжністю по широті 10' і довготі 15':



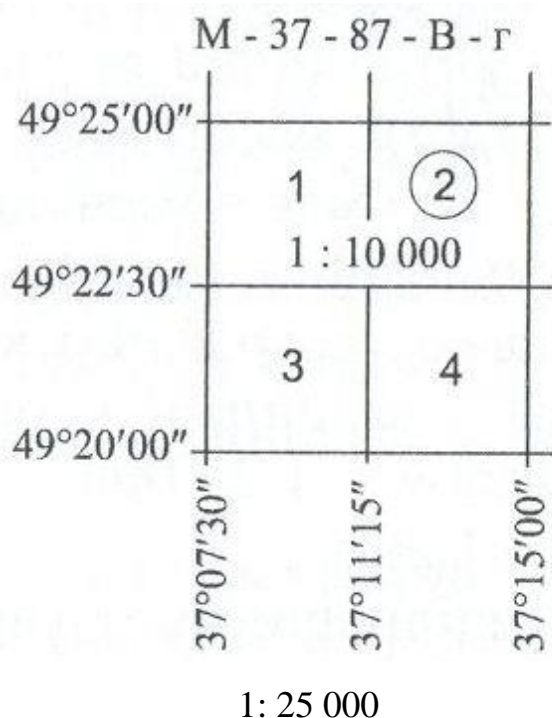
Тобто номенклатура листа карти М 1: 50 000 , на яку попадає дана точка **М – 37 – 87 - В**.

4. Кожен лист карти М 1: 50 000 ділять на 4 листи карти М 1: 25 000 протяжністю по широті 5' і довготі 7'30":



Тобто номенклатура листа карти М 1: 25 000, на яку попадає дана точка **М – 37 – 87 – В - з**.

5. Кожен лист карти М 1: 25 000 ділять на 4 листи карти М 1: 10 000 протяжністю по широті 2'30" і довготі 3'45":



Отже, номенклатура листа карти М 1: 10 000 на яку попадає точка із заданими координатами $M - 37 - 87 - B - z - 2$.

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №6

Завдання 6.1. Визначити номенклатуру листа карти М 1: 10000, на яку попадає дана точка **A** з заданими координатами, згідно індивідуального завдання:

$$B = 43^\circ + N^\circ + 11'11'' \times n$$

$$L = 24^\circ + N^\circ + 22'22'' \times n$$

де N – номер групи;

n – номер варіанту за двома останніми цифрами залікової книжки.

Завдання 6.2. Накреслити схему поясів і зон, що визначають положення мільйонних листів карт на території України.

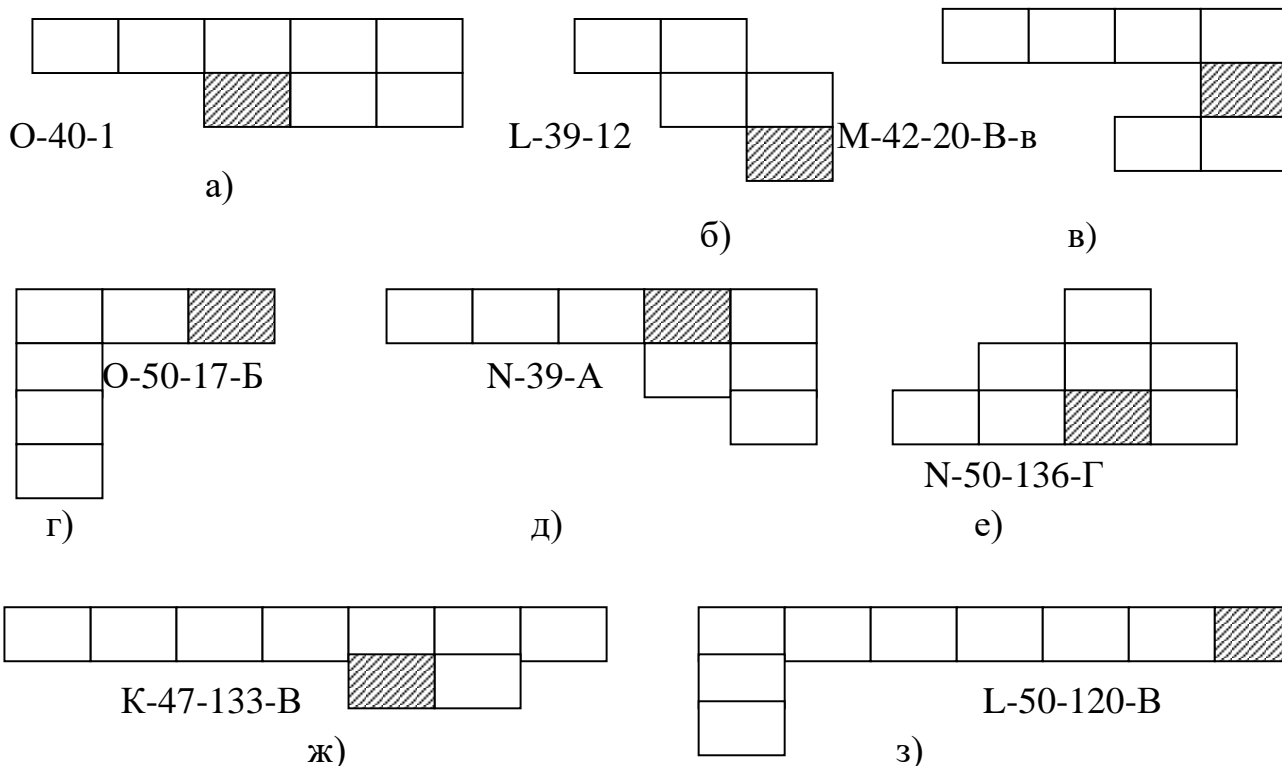
Завдання 6.3. Визначити масштаб карти по номенклатурі листів: 0-40; N-37-80; K-52-A; M-40-70-B; P-41-12-B-B-2; K-38-121-A-6; I-39-XXV.

Завдання 6.4. Визначити масштаб карт за розмірами рамок листів (табл. 6.2):

Таблиця 6.2

Варіанти завдань	Розміри рамок		Масштаб карти
	По широті	По довготі	
1	0°20	0°30	
2	4°00	6°00	
3	0°10	0°15	
4	0°40	1°00	
5	0°05	0°07,5	
6	0°02,5	0°02,75	

Завдання 6.5. Визначити номенклатуру листів, що розташовані, як показано на схемі, якщо дана номенклатура одного листа (заштриховано), а також вказати масштаб карти:



Завдання 6.6. Визначити масштаб карти і номенклатуру листа за наступними координатами рамок листа:

а) північна рамка – $55^{\circ}10'$ пн. широти; б) північна рамка – $55^{\circ}20'$ пн. широти.

Завдання 6.7. Визначити масштаб карти і номенклатуру листа за наступними координатами рамок листа:

а) північна рамка – $55^{\circ}10'$ пн. широти; б) північна рамка – $55^{\circ}20'$ пн. широти;
південна рамка – $55^{\circ}00'$ пн. широти; південна рамка – $54^{\circ}40'$ пн. широти;
західна рамка – $61^{\circ}30'$ сх. довготи; західна рамка – $81^{\circ}00'$ сх. довготи;
східна рамка – $61^{\circ}45'$ сх. довготи. східна рамка – $82^{\circ}00'$ сх. довготи.

в) північна рамка – $48^{\circ}00'$ пн. широти; г) північна рамка – $50^{\circ}00'$ пн. широти;
південна рамка – $44^{\circ}00'$ пн. широти; південна рамка – $48^{\circ}00'$ пн. широти;
західна рамка – $30^{\circ}00'$ сх. довготи; західна рамка – $90^{\circ}00'$ сх. довготи;
східна рамка – $36^{\circ}00'$ сх. довготи. східна рамка – $93^{\circ}00'$ східної довготи.

Завдання 6.8. Визначити масштаб карти і номенклатуру листів, якщо вони примикають:

а) до західної рамки листа N-52-133-B, а їх масштаб в 2 рази більший цього масштабу;

б) до південної рамки листа M-50-124-B, а їх масштаб в 2 рази менший цього масштабу;

в) до східної рамки листа 0-40-72, а їх масштаб в 2 рази крупніший цього масштабу;

г) до північної рамки листа K-39-XXXU, а їх масштаб в 2 рази менший цього масштабу;

д) до південної рамки листа P-55-A, а їх масштаб в 5 раз крупніший цього масштабу;

е) до східної рамки листа M-39-40-B, а їх масштаб в 2 рази менший цього масштабу.

Завдання 6.9. Визначити номенклатуру листів карт масштабу 1:500 000 на яких знаходяться міста: Одеса, Вороніж, Москва, Магадан, Іркутськ, Хабаровськ.

Завдання 6.10. Визначити номенклатуру листів карт масштабу 1:100 000 на якому знаходяться міста: Москва, Єреван, Свердловськ, Мурманськ, Ленінград, Одеса, Астрахань.

Завдання 6.11. Визначити масштаб карти і номенклатуру листів карт за наступними географічними координатами:

а) північна рамка – $48^{\circ}00'$ пн. широти, південна – 44° пн. широти, західна – 30° сх. довготи;

б) північна рамка – $55^{\circ}20'$ пн. широти, південна – $64^{\circ}40'$ пн. широти, західна – $82^{\circ}00'$ сх. довготи.

Завдання 6.12. Визначити номенклатуру листа карти масштабу 1:1 000 000, на якій знаходиться пункт з географічними координатами $52^{\circ}25'$ пн. широти і $48^{\circ}37'$ сх. довготи.

Завдання 6.13. Визначити географічні координати кутів рамок наступних листів карт території: К-39; М-37-XXI; N-48-144; Р-27-А; L-48; К-48-56.

Завдання 6.14. Визначити масштаб карти і номенклатуру листів, якщо вони прилягають:

а) до західної рамки листа карти N-52-133-B, а їх масштаб крупніший в два рази цього масштабу;

б) до південної рамки листа М-50-124-B, а їх масштаб в два рази менший цього масштабу.

Завдання 6.15. Визначити сусідні листи і масштаб для листів карт: 0-36-ХІІІ; 0-36-36; 0-56-144-Б; 0-56-А; К-15-138-А-а; М-38-133-В-в; 0-43-144; N-36-12-65.

Завдання 6.16. Визначити масштаб карти, якщо її номенклатура: М-48-56-А; 0-36-ХХІ; 0-36-144-А-а; N-48-56; К-54-16-А-а; L-32.

Завдання 6.17. Вказати протяжність листа карти по широті наступних листів карт К-39; М-37-ХХІ; N-48-144; Р-27-А; L-48; К-48-56.

Завдання 6.18. Вказати протяжність листа карти по довготі наступних листів карт 0-40; N-37-80; К-52-А; М-40-70-В; Р-41-12-В-в-2; К-38-121-А-б; I-39-ХХV.

Завдання 6.19. Встановити, в межах яких аркушів топографічних карт із масштабом 1:100 000 і 1:50 000 знаходиться точка із заданими координатами (таблиця 6.3)

Таблиця 6.3

№	Координати точок		Номенклатура		Координати точок		Номенклатура	
	пн. ш.	сх. д.	1:100 000	1:50 000	пн. ш.	сх. д.	1:100 000	1:50 000
1.	57°31'	85°08'			45°09'	32°32'		
2.	38°56'	94°34'			49°31'	65°13'		
3.	53°28'	36°47'			61°09'	24°21'		
4.	39°34'	56°31'			47°57'	85°18'		
5.	60°57'	37°49'			42°11'	31°08'		
6.	45°21'	47°57'			50°51'	62°23'		
7.	53°53'	24°29'			44°58'	26°25'		
8.	46°18'	68°09'			57°32'	39°16'		
9.	41°48'	21°37'			48°59'	41°37'		
10.	57°08'	48°31'			41°31'	22°46'		
11.	48°42'	82°18'			58°04'	35°25'		
12.	55°26'	28°55'			42°14'	57°38'		
13.	42°47'	71°29'			53°33'	33°41'		
14.	47°14'	23°07'			60°57'	85°05'		
15.	59°04'	58°21'			40°21'	99°38'		

Завдання 6.20. Встановити, в межах якого аркуша карти масштабу 1:25 000 і 1:10 000 знаходиться вказаний пункт (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4

№	Координати точок		Номенклатура		Координати точок		Номенклатура	
	пн. ш.	сх. д.	1:25 000	1:10 000	пн. ш.	сх. д.	1:25 000	1:10 000
1	35°11'	91°28'			53°46'	98°31'		
2	58°46'	34°14'			38°01'	47°35'		
3	42°58'	24°59'			52°59'	25°41'		
4	41°27'	61°01'			37°24'	55°08'		
5	47°41'	58°09'			50°41'	26°49'		
6	65°01'	27°37'			45°33'	68°10'		
7	44°33'	63°37'			54°54'	46°14'		
8	36°58'	98°09'			46°12'	84°56'		
9	50°14'	32°46'			61°09'	42°17'		
10	58°25'	74°22'			43°13'	29°28'		
11	38°14'	23°58'			59°24'	75°55'		
12	46°47'	58°13'			46°44'	37°18'		
13	53°07'	80°19'			53°36'	37°11'		
14	45°54'	33°46'			62°57'	80°05'		
15	56°58'	97°01'			43°41'	92°38'		

Завдання 6.21. Встановіть номенклатуру сусідніх аркушів для аркуша із вказаною номенклатурою (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5

№	Номенклатура аркушів		
1.	Q-42-A		K-50-35-Г
2.	S-53-132		L-34-43-A
3.	H-34-XX		P-52-134
4.	M-45-14		L-35-43-B
5.	K-51-IV		O-48-34
6.	L-40-59		H-36-134-Б
7.	P-58-V		L-39-87
8.	N-38-93		L-50-32-Г
9.	F-52-XI		M-35-115
10.	S-47-14		K-41-40-B
11.	F-35-XIX		O-56-30
12.	K-48-46		Q-40-117-A
13.	D-34-VII		F-47-23
14.	S-47-137		P-50-65-B
15.	P-50-XXI		L-38-130

Завдання 6.22. Встановіть масштаб аркушів топографічних та оглядово-топографічних карт із номенклатурою (таблиця 6.6).

Таблиця 6.6

№	Номенклатура	Масштаб	Номенклатура	Масштаб	Номенклатура	Масштаб
1.	К-38-А	1:	О-43-XXIV	1:	Н-51-141-Г-В	1:
2.	С-48	1:	Л-32-41	1:	М-35-63-А	1:
3.	І-54-Г	1:	Р-47-VIII	1:	Д-38-13-Б-Г	1:
4.	О-43	1:	Н-37-126	1:	Л-50-83-В	1:
5.	М-35-Б	1:	Е-41-XXVII	1:	Н-47-131-А-Г	1:
6.	Р-36	1:	К-53-86	1:	М-41-87-Б	1:
7.	А-36-В	1:	Н-40-III	1:	Н-48-45-В-Б	1:
8.	Н-42-А	1:	О-34-32	1:	Л-53-23-А	1:
9.	Л-51	1:	І-37-XIX	1:	К-41-06-Б-Г	1:
10.	О-48-Г	1:	К-50-74	1:	Е-38-107-Г	1:
11.	К-37-Б	1:	Р-42-XXV	1:	Д-54-98-В-В	1:
12.	Q-44	1:	К-38-06	1:	М-49-24-А	1:
13.	Е-34-А	1:	М-52-IX	1:	Л-40-51-Б-В	1:
14.	Н-50	1:	І-39-124	1:	Н-46-116-А	1:
15.	Р-37-В	1:	Л-46-XXI	1:	Н-55-47-А-а	1:

Завдання 6.23. Встановіть масштаб, розміри та координати рамок аркуша із номенклатурою (таблиця 6.7).

Таблиця 6.7

№	Номенклатура	Масштаб	Розміри	Координати рамок
1.	Н-43-18	1:		пн.ш. сх.д.
	І-35-А	1:		пн.ш. сх.д.
2.	Р-50-XXII	1:		пн.ш. сх.д.
	О-54-А	1:		пн.ш. сх.д.
3.	Г-36-XIX	1:		пн.ш. сх.д.
	Н-51-Г	1:		пн.ш. сх.д.
4.	Л-45-142	1:		пн.ш. сх.д.
	Е-52-XXXIV	1:		пн.ш. сх.д.
5.	М-36-В	1:		пн.ш. сх.д.
	І-48-45	1:		пн.ш. сх.д.
6.	Д-50-XXVIII	1:		пн.ш. сх.д.
	Р-33-141	1:		пн.ш. сх.д.
7.	О-41-В	1:		пн.ш. сх.д.
	Н-51-IX	1:		пн.ш. сх.д.

№	Номенклатура	Масштаб	Розміри	Координати рамок	
8.	N-40-35	1:		пн.ш.	сх.д.
	F-51-Б	1:		пн.ш.	сх.д.
9.	K-36-XXXV	1:		пн.ш.	сх.д.
	S-42	1:		пн.ш.	сх.д.
10.	J-44-38	1:		пн.ш.	сх.д.
	P-50-B	1:		пн.ш.	сх.д.
11.	O-53	1:		пн.ш.	сх.д.
	N-34-XX	1:		пн.ш.	сх.д.
12.	L-52-140	1:		пн.ш.	сх.д.
	R-33	1:		пн.ш.	сх.д.
13.	P-42-XVII	1:		пн.ш.	сх.д.
	J-35-A	1:		пн.ш.	сх.д.
14.	M-40-42	1:		пн.ш.	сх.д.
	O-51-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
15.	I-43-XXIII	1:		пн.ш.	сх.д.
	N-35-B	1:		пн.ш.	сх.д.

Завдання 6.24. Встановіть масштаб, розміри та координати рамок аркуша із номенклатурою (таблиця 6.8).

Таблиця 6.8

№	Номенклатура	Масштаб	Розміри	Координати рамок	
1.	M-34-45-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
	F-55-116	1:		пн.ш.	сх.д.
2.	O-50-73-A	1:		пн.ш.	сх.д.
	P-34-142	1:		пн.ш.	сх.д.
3.	L-54-26-Б	1:		пн.ш.	сх.д.
	F-38-59	1:		пн.ш..	сх.д.
4.	N-47-127	1:		пн.ш.	сх.д.
	J-36-84-B	1:		пн.ш..	сх.д.
5.	P-40-38	1:		пн.ш.	сх.д.
	K-34-3-Г	1:		пн.ш..	сх.д.
6.	L-45-134	1:		пн.ш.	сх.д.
	I-52-14-B	1:		пн.ш..	сх.д.
7.	M-43-79	1:		пн.ш.	сх.д.
	J-33-65-Г	1:		пн.ш..	сх.д.
8.	F-52-135	1:		пн.ш.	сх.д.
	P-35-18-A	1:		пн.ш..	сх.д.
9.	K-40-99-Б	1:		пн.ш.	сх.д.
	D-57-34	1:		пн.ш..	сх.д.
10.	N-34-80-B	1:		пн.ш.	сх.д.
	E-42-142	1:		пн.ш..	сх.д.
11.	O-50-106-A	1:		пн.ш. .	сх.д.
	H-39-64	1:		пн.ш.	сх.д.

№	Номенклатура	Масштаб	Розміри	Координати рамок	
12.	L-51-136-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
	F-45-15	1:		пн.ш.	сх.д.
13.	N-40-75	1:		пн.ш.	сх.д.
	K-36-104-B	1:		пн.ш.	сх.д.
14.	M-49-43	1:		пн.ш.	сх.д.
	J-32-88-A	1:		пн.ш.	сх.д.
15.	K-47-116	1:		пн.ш.	сх.д.
	F-34-35-Г	1:		пн.ш.	сх.д.

Завдання 6.25. Встановити масштаб, розміри та координати рамок аркушів із вказаною номенклатурою (таблиця 6.9).

Таблиця 6.9

№	Номенклатура	Масштаб	Розміри	Координати рамок	
1.	P-43-18-A-a-4	1:		пн.ш.	сх.д.
	L-38-56-B-B	1:		пн.ш.	сх.д.
2.	J-51-136-Г-б	1:		пн.ш.	сх.д.
	M-45-46-B-a-2	1:		пн.ш.	сх.д.
3.	F-36-63-B-a	1:		пн.ш.	сх.д.
	N-43-15-A-B-3	1:		пн.ш.	сх.д.
4.	G-52-51-Г-в	1:		пн.ш.	сх.д.
	O-41-81-B-a-4	1:		пн.ш.	сх.д.
5.	E-32-75-A-B-1	1:		пн.ш.	сх.д.
	K-48-103-B-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
6.	I-50-56-A-a-3	1:		пн.ш.	сх.д.
	M-31-92-Г-a	1:		пн.ш.	сх.д.
7.	K-56-31-A-B-3	1:		пн.ш.	сх.д.
	D-41-70-B-B	1:		пн.ш.	сх.д.
8.	M-49-39-113-B	1:		пн.ш.	сх.д.
	O-32-51-A-a-3	1:		пн.ш.	сх.д.
9.	L-40-27-B-B-2	1:		пн.ш.	сх.д.
	E-58-43-Г-б-3	1:		пн.ш.	сх.д.
10.	D-32-101-A-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
	M-32-76-Г-B-3	1:		пн.ш.	сх.д.
11.	K-46-52-B-б-3	1:		пн.ш.	сх.д.
	N-33-93-A-B	1:		пн.ш.	сх.д.
12.	E-53-42-Г-б-4	1:		пн.ш.	сх.д.
	L-43-32-B-B	1:		пн.ш.	сх.д.
13.	J-55-20-B-б-1	1:		пн.ш.	сх.д.
	P-42-117-A-a	1:		пн.ш.	сх.д.
14.	L-50-41-Г-B-4	1:		пн.ш.	сх.д.
	G-37-30-B-Г	1:		пн.ш.	сх.д.
15.	H-58-21-A-B-3	1:		пн.ш.	сх.д.
	M-39-54-B-B	1:		пн.ш.	сх.д.

Завдання 6.26. Встановити масштаб і номенклатуру аркуша карти, що має задані координати рамок (таблиця 6.10).

Таблиця 6.10

№	Координати рамок	Масштаб	Номенклатура	Координати рамок	Масштаб	Номенклатура
1.	52°–56° пн.ш. 72°–78° сх.д.			44°–46° пн.ш. 21°–24° сх.д.		
2.	42°–44° пн.ш. 15°–18° сх.д.			28°–32° пн.ш. 66°–72° сх.д.		
3.	50°–52° пн.ш. 54°–57° сх.д.			60°–64° пн.ш. 36°–42° сх.д.		
4.	36°–40° пн.ш. 36°–42° сх.д.			56°–58° пн.ш. 60°–63° сх.д.		
5.	20°–24° пн.ш. 78°–84° сх.д.			42°–44° пн.ш. 24°–27° сх.д.		
6.	64°–66° пн.ш. 27°–30° сх.д.			72°–76° пн.ш. 48°–54° сх.д.		
7.	44°–48° пн.ш. 48°–54° сх.д.			50°–52° пн.ш. 69°–72° сх.д.		
8.	56°–58° пн.ш. 96°–99° сх.д.			36°–40° пн.ш. 12°–18° сх.д.		
9.	42°–44° пн.ш. 69°–72° сх.д.			52°–56° пн.ш. 66°–72° сх.д.		
10	52°–56° пн.ш. 66°–72° сх.д.			40°–42° пн.ш. 12°–15° сх.д.		
11	28°–32° пн.ш. 6°–12° сх.д.			62°–64° пн.ш. 33°–36° сх.д.		
12	60°–62° пн.ш. 57°–60° сх.д.			44°–48° пн.ш. 54°–60° сх.д.		
13	46°–48° пн.ш. 30°–33° сх.д.			48°–52° пн.ш. 126°– 132° сх.д.		
14	72°–76° пн.ш. 18°–24° сх.д.			58°–60° пн.ш. 90°–93° сх.д.		
15	48°–50° пн.ш. 42°–45° сх.д.			40°–44° пн.ш. 60°–66° сх.д.		

Завдання 6.27. Встановити масштаб і номенклатуру аркуша карти, що має задані координати рамок (таблиця 6.11).

Таблиця 6.11

№	Координати рамок	Масш- таб	Номенк- латура	Координати рамок	Масш -таб	Номенк- латура
1.	42°00'–42°40' пн.ш. 66°–67° сх.д.			62°20'–62°40' пн.ш. 145°–145°30' сх.д.		
2.	52°20'–52°40' пн.ш. 19°–20° сх.д.			46°40'–47°20' пн.ш. 25°–26° сх.д.		
3.	47°20'–47°40' пн.ш. 129°–129°30' сх.д.			56°40'–57°20' пн.ш. 55°–56° сх.д.		
4.	37°20'–38°00' пн.ш. 56°–57° сх.д.			30°40'–31°00' пн.ш. 90°30'–91°00' сх.д.		
5.	48°40'–49°20' пн.ш. 29°–30° сх.д.			55°40'–56°00' пн.ш. 14°30'–15°00' сх.д.		
6.	60°00'–60°20' пн.ш. 60°30'–61°00' сх.д.			46°40'–47°20' пн.ш. 77°–78° сх.д.		
7.	26°40'–27°20' пн.ш. 132°–133° сх.д.			40°40'–41°00' пн.ш. 120°–120°30' сх.д.		
8.	57°00'–57°20' пн.ш. 8°00'–8°30' сх.д.			60°00'–60°40' пн.ш. 68°–69° сх.д.		
9.	46°00'–46°40' пн.ш. 25°–26° сх.д.			39°20'–39°40' пн.ш. 14°00'–14°30' сх.д.		
10.	22°00'–22°20' пн.ш. 48°30'–49°00' сх.д.			58°40'–59°20' пн.ш. 43°–44° сх.д.		
11.	59°20'–60°00' пн.ш. 123°–124° сх.д.			45°00'–45°20' пн.ш. 63°30'–64°00' сх.д.		
12.	34°20'–34°40' пн.ш. 76°30'–77°00' сх.д.			61°20'–62°00' пн.ш. 128°–129° сх.д.		
13.	63°20'–64°00' пн.ш. 32°–33° сх.д.			42°00'–42°20' пн.ш. 85°00'–85°30' сх.д.		
14.	39°00'–39°20' пн.ш. 99°30'–100°00' сх.д.			21°20'–22°00' пн.ш. 36°–37° сх.д.		
15.	51°20'–51°40' пн.ш. 38°30'–39°00' сх.д.			52°00'–52°40' пн.ш. 77°–78° сх.д.		

Завдання 6.28. Встановити номенклатуру сусідніх аркушів масштабу 1:1 000 000 для аркуша карти, в межах якого знаходиться пункт із заданими координатами (таблиця 6.12). Назвіть цей пункт.

Таблиця 6.12

№	Координати		Назва пункту	Номенклатура	Номенклатура сусідніх аркушів
	В, пн.ш.	Л, сх.д.			
1.	46°57'	32°01'			
2.	38°11'	15°33'			
3.	11°10'	75°50'			
4.	45°02'	39°00'			
5.	51°45'	14°20'			
6.	68°26'	17°26'			
7.	28°39'	115°50'			
8.	54°30'	18°33'			
9.	26°55'	75°50'			
10.	48°05'	20°45'			
11.	25°20'	83°00'			
12.	25°45'	114°55'			
13.	48°30'	22°45'			
14.	57°42'	11°58'			
15.	15°40'	32°30'			

ТЕМА №7. УМОВНІ ЗНАКИ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ

Топографічні карти і плани є об'єктивним відображенням Земної поверхні, графічним описом її ситуації і рельєфу. Вони містять великий обсяг інформації про природні умови і особливості соціально-економічного розвитку країни. Місцеві предмети, контури та рельєф місцевості відображають на картах і планах спеціальними умовними знаками. Умовні знаки повинні передавати вид об'єкта (будівля, дорога та інше), деякі їхні кількісні та якісні

характеристики (висоти і діаметр дерев, вид покриття доріг та інше), рельєф поверхні місцевості, а також визначити просторове місцезнаходження об'єктів.

Умовні знаки класифікують на контурні, позамасштабні, лінійні та пояснювальні.

Контурні (масштабні) умовні знаки (рис. 7.1) застосовуються для зображення об'єктів, що виражаються в масштабі карти або плану. При цьому на карті зберігається подібність форми контуру та його орієнтування. Контур об'єкта викреслюється або суцільною лінією, якщо це об'єкт з чітко вираженою межею (будинок, лінія урізу води), або точковою (контур лісу, пасовища та інше). Порядок розміщення умовних знаків в середині контуру точно визначений і залежить від об'єкта.



Рис. 7.1. Приклад контурних умовних знаків для масштабів 1:500 та 1:1000

Позамасштабні умовні знаки (рис. 7.2) застосовують для зображення об'єктів, які не виражаються в масштабі карти. Тільки окрема точка в кожному з таких умовних знаків відповідає положенню предмета на місцевості, *наприклад* середина геометричної фігури (пункти державної геодезичної мережі, оглядові колодязі), вершина прямого кута в основі нижньої геометричної фігури (бензоколонки, кілометрові стовпи), середина нижньої геометричної фігури (ліхтарі електричні на стовпах, заводи і фабрики з трубами).

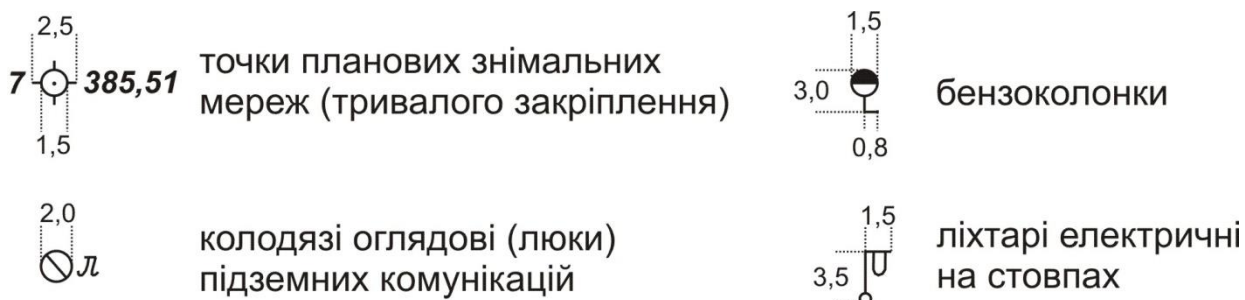


Рис. 7.2. Приклад позамасштабних умовних знаків для масштабу 1:500 та 1:1000

Лінійними умовними знаками (рис. 7.3) зображують витягнуті об'єкти, ширина яких не може бути виражена в масштабі карти або плану. Наприклад: дорога, лінії зв'язку та електропередач, їхнє планове положення фіксується положенням повздовжньої осі.

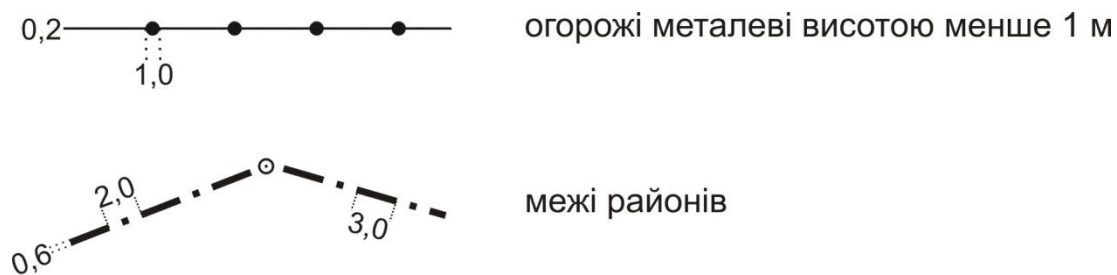


Рис. 7.3. Приклад лінійних умовних знаків для масштабу 1:500 та 1:1000

Пояснювальні умовні знаки використовують як додаткову характеристику об'єкта. Усі написи (висоти точок, назви населених пунктів та інше) розміщують паралельно горизонтальній лінії рамки карти, назву рік, озер паралельно до їх берегів.

Для більшої наочності і кращого читання карти і плани виготовляють різнокольоровими. Ріки, ширина яких показується в масштабі карти, озера, ставки зафарбовують в голубий колір, береги – в синій або зелений, зелені насадження – в зелений, у коричневий колір – рельєф; дороги – в рожевий або оранжевий; населені пункти – в рожевий і т.д.

Умовних знаків дуже багато. Тільки для зображення об'єктів і рельєфу на топографічних планах масштабу 1:1 000 їх більше ніж 400. Умовні знаки систематизовані і надруковані у вигляді спеціальних довідників як державні нормативні знаки. Усі виконавці топографо-геодезичних робіт зобов'язані дотримуватись чинних умовних знаків.

Вміння читати карту необхідно при користуванні нею.

Читати карту – це значить розпізнавати і розуміти, що зображено умовними знаками, вміти описати інформацію про ситуацію та рельєф місцевості, їхні природні та технічні характеристики.

При вивченні карти кожен умовний знак необхідно розглядати не ізольовано, а у взаємозв'язку з іншими знаками з одночасним читанням рельєфу місцевості по горизонталях. Вивчення по карті ділянки місцевості і складання її географічного опису рекомендується робити в наступній послідовності.

При поверхневому огляді всієї ділянки встановлюють її географічне положення, загальний характер рельєфу, а тоді вже детально вивчають:

- пункти державної геодезичної мережі;
- характеристику рельєфу (рівнинний, горбистий, пересічений, гірський, лінії водо розділу та тальвегу, крутизну схилів та інше);
- гідрографію (ріки, озера, болота, струмки, канали та інше);
- рослинність (сільськогосподарські та земельні угіддя);
- населені пункти, промислові, енергетичні та сільськогосподарські об'єкти;
- шляхи сполучення та зв'язку (залізничні та автомобільні дороги, ґрунтові, польові дороги, лінії зв'язку та інше).

Для додаткових відомостей про окремі об'єкти і явища використовують підписи на картах, їх числові характеристики та інші спеціальні умовні знаки:

- власні назви населених пунктів, річок, лісів, урочищ та інше;
- числові показники (довжина, ширина та вантажопідйомність мостів, висота і товщина дерев у лісі, глибина рік та інше);
- знаки (порода дерев в лісі, кількість колій залізниць, напрямок і швидкість течії річки та інше).

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. Прочитати ситуацію по топографічній карті масштабу 1:10 000 (рис 7.4).

Розв'язання:

Пункти геодезичної основи на приведеній території відсутні. Висоти точок змінюються в межах від 140м до 155м, тобто перепад висот становить 15м.

З півдня на північний схід по території протікає річка Голуба. Обидва береги річки заболочені, низькі, відмітка урізу води –142м. На півночі з заходу на схід тече по прохідному болоті струмок Біличка. По південному краю болота проходить обрив висотою 1м. Живить річку джерело з відміткою 147м, в очеретяних заростях у літній період вона пересихає.

Південно-західний та північно-західний райони території покрито лісом з просіками шириною 4м. На півдні дерева висотою 15м, товщиною 0,25м, які розміщені на відстані одне від одного до 5м. Ліс північніше від хутору Білічі – березовий (висота дерев – 16 м, товщина стовбуру – 0,30м, відстань між деревами – 5м.

На правому березі р. Голуба на висоті 148,1м знаходиться невеликий сосновий гай, який на півдні переходить у рідколісся. Суцільні зарослі чагарнику мають місце в гирлі р. Голуба на лівому березі.

Хутір Білічі розміщений в межах приведеного квадрату листа карти (кількість дворів – 7). На північ від фруктових садів знаходиться нежила та не вогнестійка будівля, тут же розміщена пасіка, а на півдні – колодязь з вітряним двигуном.

Від заходу на схід територію хутору перетинає покращена ґрунтова дорога, шириною проїжджої частини 6 м. При підході до хутору дорога проходить у виїмці глибиною 2м, у східній частині і при перетині річки Голуба – у насипу висотою 1м. Вздовж дороги в районі хутору Білічі висаджені лісозахисні насадження. На перетині дороги з річкою Голуба побудований дерев'яний міст довжиною 20м, шириною 5м, вантажопідйомністю 10т. Біля моста починається польова дорога, яка з'єднує ґрунтову дорогу з шосейною.

Другий дерев'яний міст довжиною 8м, шириною 4м і вантажопідйомністю 5т побудований через річку Голуба в місці перетину її ґрунтовою дорогою. Яка з'єднує м. Снов з хутором Білічі. По краю лісу Коршуки проходить ґрунтова дорога між смт. Нове та хутором Білічі.

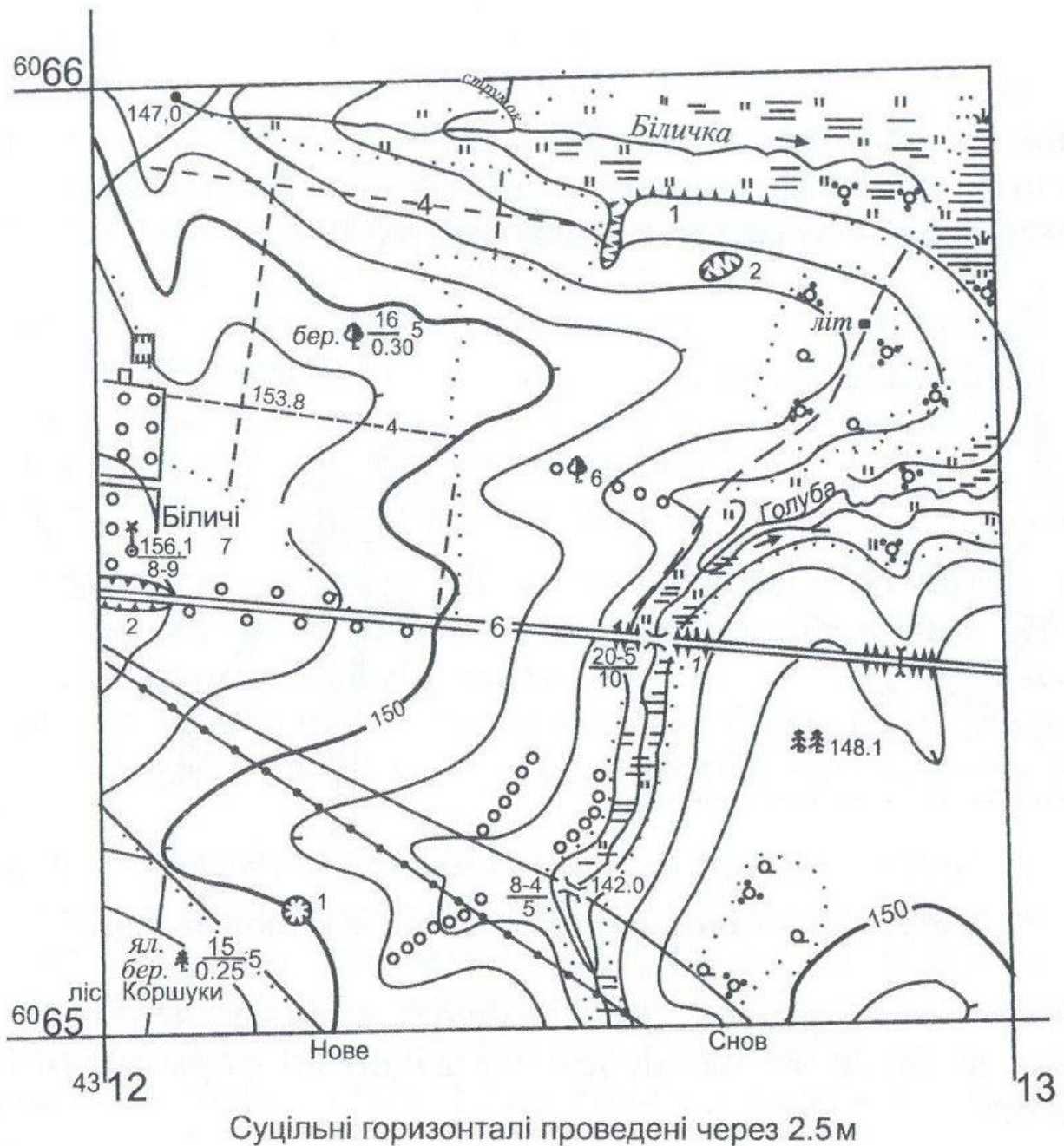


Рис.7.4. Фрагмент листа топографічної карти масштабу 1:10 000

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №7

Завдання 7.1. Зобразити умовними знаками: 3 геодезичних пункти; 2 знаки, що зображують промислові, сільськогосподарські або соціально-культурні об'єкти; 2 знаки сполучення і зображення рослинності і ґрунтів; 2 знаки, що зображують границі і огорожі; 2 знаки мостів і переправ; 2 знаки гідрографії; 2 знаки, що зображують рельєф.

Завдання 7.2. Викреслити умовними знаками для карти масштабу 1:25 000:

а) автомагістраль, електрифіковану залізницю, брід (глибиною 0,5м, ґрунт твердий), електростанцію, школу, лікарню, колодязь, вітряний млин, окреме дерево, пам'ятник, силосну башту, курган.

б) сарай, елеватор, фабрику з трубою, польову дорогу, покажчик доріг, дерев'яний міст (довжиною 50м, шириною 6м, вантажопідйомністю 5т), лісництво, дерев'яну греблю на річці, двохколіїну залізницю зі станцією.

в) окремих двір, човновий перевіз, металевий міст (довжиною 120м, шириною 12м, вантажопідйомністю 10т), радіостанцію, тригонометричний пункт, метеостанцію, заасфальтовану дорогу, школу, дерево.

Завдання 7.3. В масштабі 1:10 000 зобразити схему ділянки місцевості розміром 1км², на якій повинні бути:

- річка шириною 90м, глибиною 2.5м, зі швидкістю течії 1,5м/с з піщаним дном;

- на лівому березі річки – шосе, покрите асфальтом шириною 12м, покриття – 8м, змішаний ліс, що переходить в рідколісся, чагарник, окремі дерева, населений пункт з вогнестійкими будовами і фабрика з трубою;

- на правому березі непрохідне болото з очеретом, що переходить в прохідне з трав'яною рослинністю, окремі кущі, стежка і польова дорога по краю болота, колодязь;

- лівий берег ріки горбистий з наявністю всіх типових форм рельєфу, берег річки обривистий, з ярами;

- правий берег рівнинний.

Завдання 7.4. Зробити загальний опис місцевості по карті (карта видається викладачем) з господарської точки зору.

Завдання 7.5. Дати загальний гідрографічний опис карти (карта видається викладачем).

ТЕМА №8. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

Фізична поверхня Землі – це поєднання найрізноманітніших підвищень і заглиблень. Сукупність нерівностей земної кори називають *рельєфом*. За допомогою рельєфу визначають висоти (відмітки) точок місцевості одна відносно іншої.

Висота точки (H) – відрізок прямовисної лінії від цієї точки до певної рівневої поверхні, прийнятої за початок відліку висот. Якщо висоти точок визначені відносно основної рівневої поверхні, то такі висоти називаються *абсолютними*. На території України за основну рівневу поверхню прийнято середній рівень Балтійського моря і рахунок висот ведеться від нуля Кронштадського футштоку (Балтійська система висот). Висоти точок обчислені відносно деякої умовної рівневої поверхні називаються *відносними* або *умовними*.

Перевищення (h) – це різниця між відмітками точок, визначається за формулою 8.1:

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (8.1)$$

Усю різноманітність форм рельєфу (увігнутих і випуклих) можна звести до таких *основних (типових) форм*: улоговина, лощина, балка, долина, котловина, яр, промоїна, гора, горб, хребет, сідловина. Сукупність увігнутих форм рельєфу, по яких проходить скид поверхневого стоку, називається *гідрографічною мережею*, котра поділяється на давню (улоговина, лощина, балка, долина) і сучасну (яр, промоїна).

Улоговина – лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами, невираженими бровками, глибиною до 1 м і площею водозбору до 50 га.

Лощина – лінійна форма рельєфу глибиною до 10 м з вираженим днищем, більш крутими в порівнянні з улоговиною схилами і площею водозбору до 500 га. Тобто, це витягнуте з нахилом заглиблення земної поверхні, що зображується на картах і планах увігнутими горизонталями.

Балка – лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з чітко вираженими бровками, широким днищем, крутими (до 10° і більше) задернованими схилами.

Долина – широка балка з пологими схилами і днищем, загальний схил якого визначає напрям течії ріки. Долини з крутими кам'янистими схилами називаються ущелинами. Площадка на схилі долини називається *терасою*.

Котловина – замкнута ввігнута конічна (конусо - або чашоподібна) форма рельєфу.

Яр – лінійна форма рельєфу сучасної гідрографічної мережі з обривистими берегами, утворена в результаті прояву лінійної ерозії.

Промоїна – мілкий яр глибиною до 1-3 м.

Гора – випукла конічна (конусо - або куполоподібна) форма рельєфу. Гору висотою менше 200 м (відносно оточуючої поверхні) називають горбом.

Хребет – випукла складка місцевості видовженої форми з чітко вираженими схилами, які з'єднуються у верхній частині без утворення вираженого привершинного плато.

Сідловина – форма рельєфу, яка утворюється в результаті з'єднання схилів двох горбів або горба і хребта, які розташовані поряд. Тобто, це початок двох лощин, розміщених у поперечних напрямках від лінії вододілу.

Існують декілька способів зображення рельєфу по карті. Один із найрозповсюджених – спосіб горизонталей.

Горизонталі – це плавні криві лінії, які сполучають точки з однаковими відмітками (висотами). Побудову горизонталей на карті виконують за висотами характерних точок рельєфу місцевості.

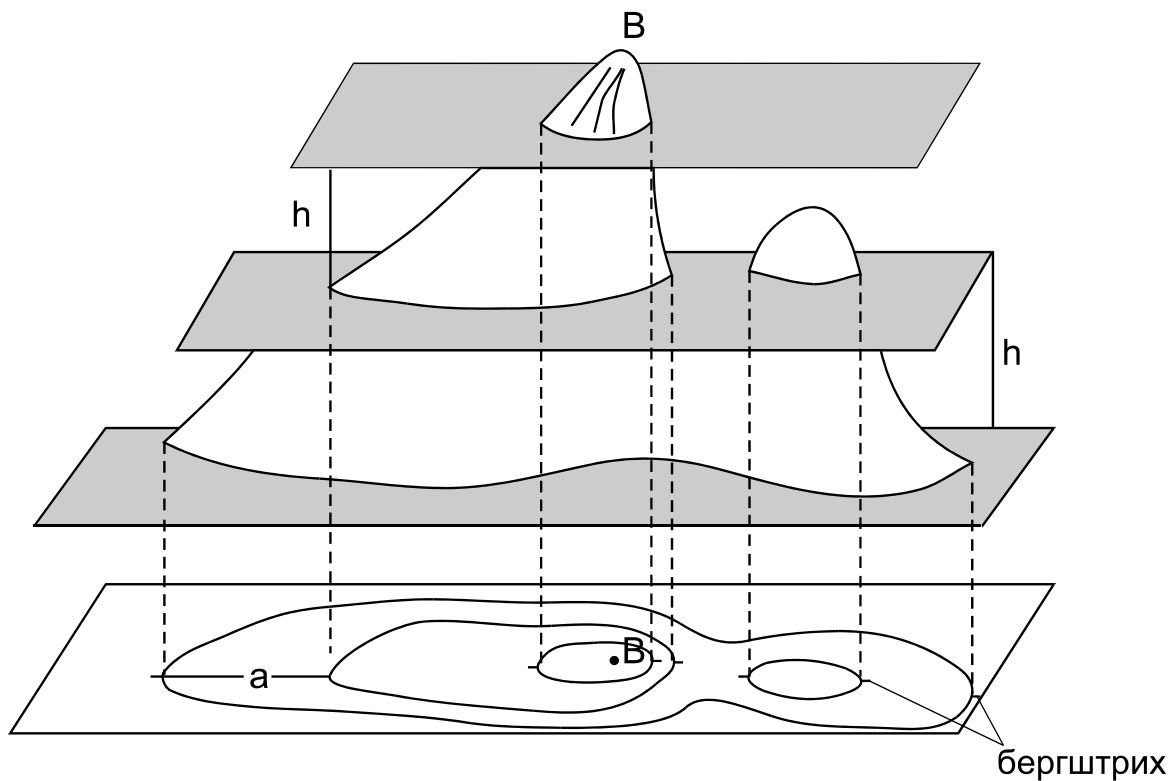


Рис. 8.1. Принцип побудови горизонталей

Для того, щоб зобразити горизонталями рельєф ділянки місцевості, потрібно перетнути його декількома горизонтальними площинами, розташованими на однаковій відстані по висоті одна від одної (рис. 8.1). Ця відстань, між сусідніми січними площинами по висоті, називається *висотою перерізу рельєфу* (позначається літерою *h*), яка є стандартною (однаковою) для карт певних масштабів.

Віддаль на плані між сусідніми горизонталями в горизонтальній площині називається *закладанням* (*d*).

Напрямок схилів визначають:

- за бергштрихами, які завжди направлені в бік пониження;
- за підписами горизонталей – основи цифр направлені в бік пониження місцевості;
- за підписами характерних точок;
- за водними об'єктами – схили направлені до рік, озер і т. д.

Для визначення напрямку схилу за горизонталями на них показують *бергштрихи* – короткі штрихи, перпендикулярні до горизонталей і направлені за схилом вниз.

Лінія, яка проходить по найвищих точках місцевості (лінія перетину схилів) називається *тальвегом (водостоком)* або *лінією водозбору*. Тальвег на карті або плані проходить перпендикулярно горизонталям у місцях їх найбільшої увігнутості.

Умовна лінія, яка з'єднує найвищі точки хребта називається *вододілом* або *вододільною лінією*. Вододіл проходить перпендикулярно горизонталям в точках їх найбільшої випуклості.

Відмітки (висоти) точок, заданих на топографічній карті, визначають за допомогою горизонталей і відміток (висот) характерних точок, підписаних на карті.

Основні горизонталі мають висоти, кратні висоті перерізу рельєфу h . Для вираження характерних особливостей рельєфу, а також на рівнинних територіях, рекомендується проводити напівгоризонталі – вони проводяться штриховими лініями через половину перерізу рельєфу на окремих ділянках карти (де відстань між основними горизонталями є дуже великою). Кожну п'яту основну горизонталь при $h = 1, 2, 5, 10$ м і кожну четверту при $h = 0,5$ і $2,5$ м зображають потовщеною і підписують, орієнтуючи основи цифр вниз за схилом.

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. Висоти точок на рис. 8.2 дорівнюють $H_A=180$ м, $H_C=170$ м. Треба визначити висоту точки B .

Розв'язання:

Для визначення висоти точки B використовують властивість, відповідно до якої перевищення між будь-якими горизонталями дорівнює добутку кількості інтервалів (n) між цими горизонталями на висоту перерізу рельєфу (h). Висота точки буде визначатись за формулою 8.2:

$$H_B = H_A \pm n \times h \quad (8.2)$$

де H_A – висота оцифрованої горизонталі від якої буде визначатись шукана висота точки.

У даному випадку з урахуванням напрямку схилу (основи цифр направлені в бік зниження) точка B знаходиться нижче від горизонталі з відміткою 180м, а кількість інтервалів між горизонталями з точками A та B дорівнює трьом, а між горизонталями з точками C та B – одному.

Отже, висота горизонталі, на якій знаходиться точка B , а значить і висота точки B , дорівнює:

$$H_B = H_A - n \times h = 180 \text{ м} - 3 \times 2,5 \text{ м} = 172,5 \text{ м};$$

$$H_B = H_C \pm n \times h = 170 \text{ м} + 1 \times 2,5 \text{ м} = 172,5 \text{ м}.$$

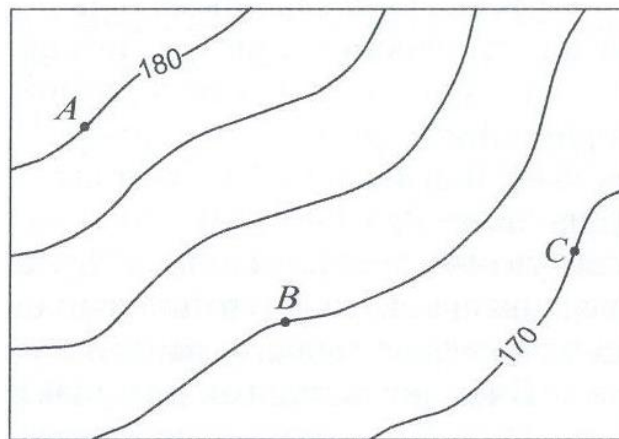


Рис. 8.2. Визначенні висот точок, які розташовані на горизонталях

Приклад 2. Визначити висоту точки C (рис 8.3), якщо $AC = \Delta a = 24\text{мм}$, $CB = \Delta a' = 10\text{мм}$ а $AB = a = 34\text{мм}$, висота перерізу рельєфу $h = 5\text{м}$.

Розв'язання:

Через точку C перпендикулярно до горизонталей проводимо пряму лінію AB . Вимірюємо на карті величину закладання $a = AB$. Для обчислення перевищення Δh точки C над горизонталлю з меншою висотою вимірюємо також відрізок $\Delta a = AC$ між точкою C та горизонталлю, з меншою висотою $H_A = 120\text{м}$.

Побудуємо вертикальний розріз уздовж лінії AB . Із подібності трикутників $A_1 B_1 B_2$ та $A_1 C_1 C_2$ випливає:

$$\Delta h = h \times \frac{\Delta a}{a} \quad (8.3)$$

Висоту точки C можна визначити від горизонталі з більшою висотою, тоді перевищення Δh точки визначиться за формулою 8.4:

$$\Delta h = h \times \frac{\Delta a'}{a} \quad (8.4)$$

Висоту точки C визначаємо за формулою 8.5:

$$H_C = H_A \pm \Delta h \quad (8.5)$$

Висоту точки C можна визначити від точки A (рис. 8.2):

$$H_C = 120 + 5 \times \frac{24}{34} = 123,5 \text{ (м).}$$

Висоту точки C можна визначити і від точки B :

$$H_C = 125 - 5 \times \frac{10}{34} = 123,5 \text{ (м).}$$

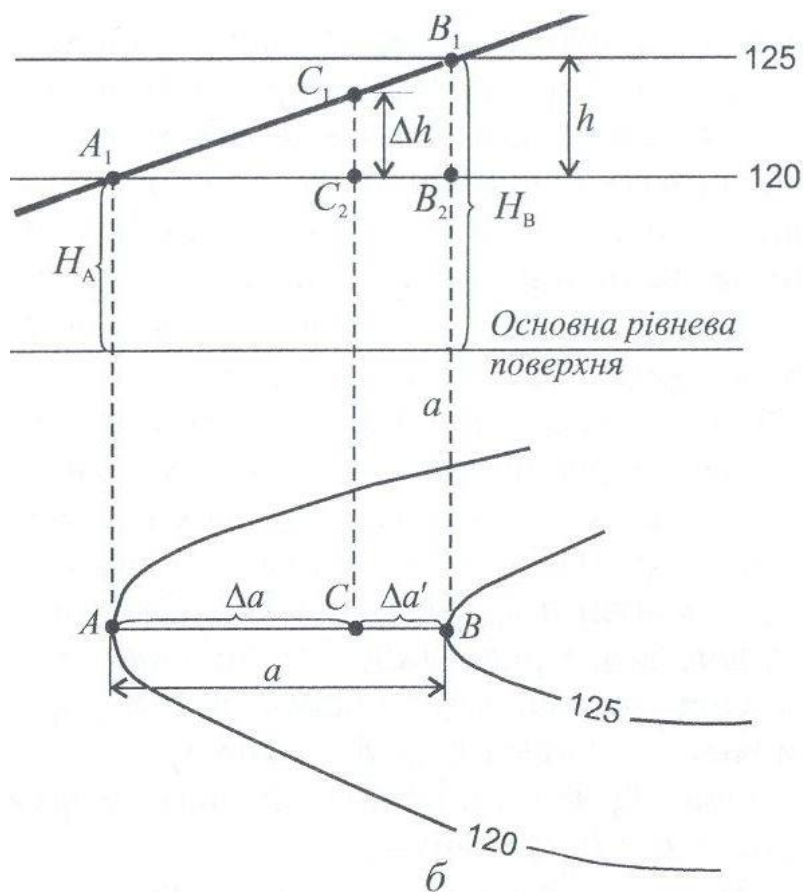


Рис. 8.3. Визначення висоти точки, розташованої між горизонталями.

Приклад 3. Визначити висоту точки K та M та N (точки є характерними точками місцевості) при висоті перерізу $h = 2,5$ м (рис. 8.4).

Розв'язання:

При відсутності підписів характерних висот їх обчислюють наближено, шляхом збільшення або зменшення висоти найближчої до точки горизонталі на половину висоти перерізу рельєфу:

$$H_C = H_0 \pm \frac{h}{2}$$

(8.6)

де H_0 – висота оцифрованої горизонталі; h – висота перерізу рельєфу.

Знак „+” береться якщо точка C знаходиться всередині підвищення, знак „-” – якщо всередині пониження.

Точка K розміщена на височині (бергштрихи направлені в бік зниження рельєфу), тоді за формулою 8.6 висота цієї точки:

$$H_K = 157,5 \text{ м} + 1,2 \text{ м} = 158,7 \text{ м}.$$

Точка M розміщена в котловині, тоді за формулою 8.6 висота цієї точки:

$$H_M = 152,5 \text{ м} - 1,2 \text{ м} = 151,2 \text{ м}.$$

Точка N розміщена між однойменними горизонталями у сідловині, тому висота точки N буде дорівнювати $H_N = 155 \text{ м}$.

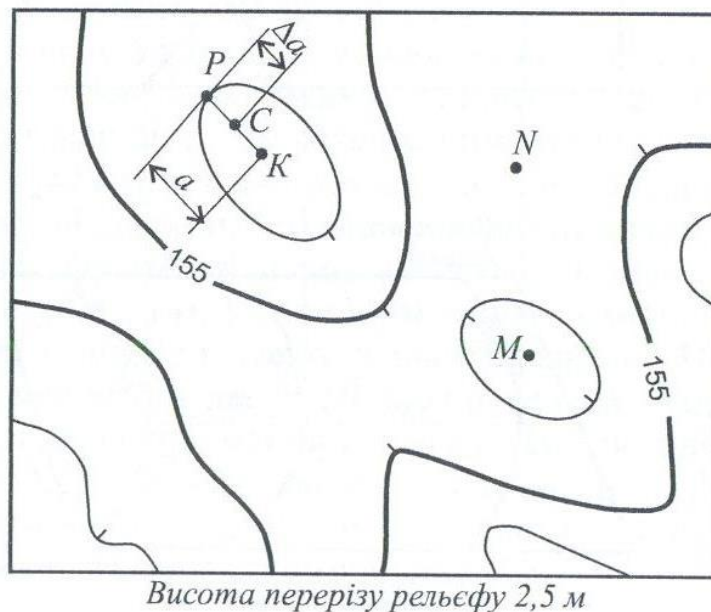


Рис. 8.4. Визначення висоти характерних точок рельєфу

Приклад 4. На фрагменті плану масштабу 1:5 000 задано положення точки A (рис. 8.5). Встановити напрям схилу з заданої точки і визначити стрімкість схилу в цьому напрямі.

Розв'язання:

Напрямок схилу являє собою найкоротшу лінію AB , що проведена з заданої точки A нормально до найближчої меншої горизонталі з висотою 136 м.

Згідно рис. 8.5: висота перерізу рельєфу дорівнює $h=1$ м, закладання $AB=a_{AB}=81,7$ м. Стрімкість схилу по лінії AB буде дорівнювати згідно формули 8.7:

$$\operatorname{tg} \delta = h \div a \quad (8.7)$$

де h – висота перерізу рельєфу; a – закладення.

$$\operatorname{tg} \delta_1 = h \div a_{AB} = 1 \div 81,7 = 0,0122.$$

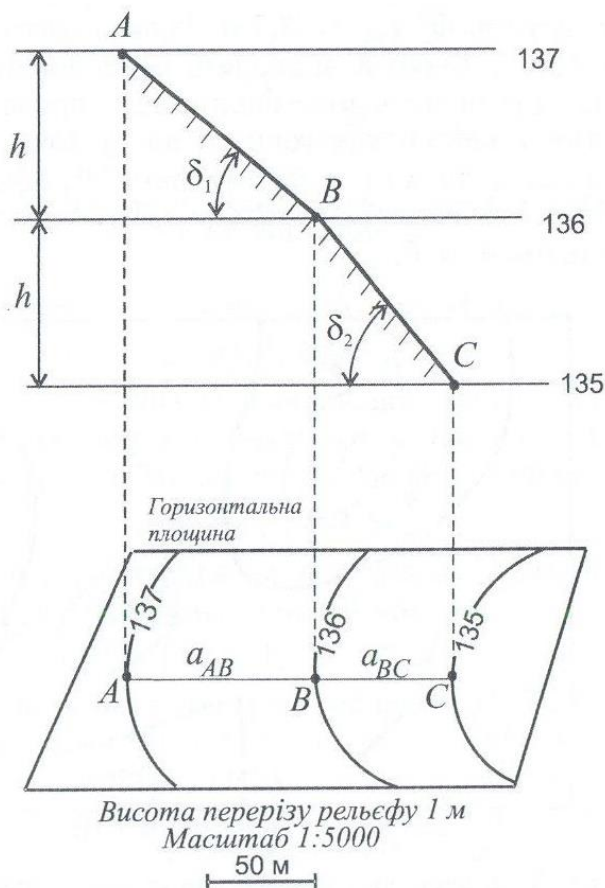


Рис. 8.5. Визначення напрямку і стрімкості схилу

На практиці при вирішуванні інженерних задач найчастіше використовують не кут нахилу в градусах, а поняття нахилу, або ухилу, який дорівнює значенню $tg\delta$ і позначається через i , тобто:

$$i = tg\delta = h \div a \quad (8.8)$$

Виражають *ухил*, як правило, в процентах (%) – сотих частках одиниці, або в проміле – тисячних частках одиниці (‰). Наприклад,

$$i = 0,015 = 1,5\% = 15\text{‰}$$

За значенням тангенса знаходимо кут нахилу $\delta_1 = 0^\circ 42'$.

Для лінії BC, де $a_{AC} = 63,5$ м, кут нахилу буде дорівнювати:

$$tg\delta_2 = h \div a_{AC} = 1 \div 63,5 = 0,015748 \text{ або } \delta_2 = 0^\circ 54'$$

Тоді: $i_1 = tg\delta_1 = 0,012\% = 12\text{‰}$; $i_2 = tg\delta_2 = 0,016\% = 16\text{‰}$.

Приклад 5. Знайти ухил ліній DE, DF і MN (рис. 8.6), якщо горизонтальне прокладання DE=14 м, DF=40 м, MN=76 м. Висоти кінцевих точок ліній дорівнюють: $H_D = 130,5$ м; $H_E = H_F = 130$ м; $H_M = 131,7$ м; $H_N = 130,75$ м.

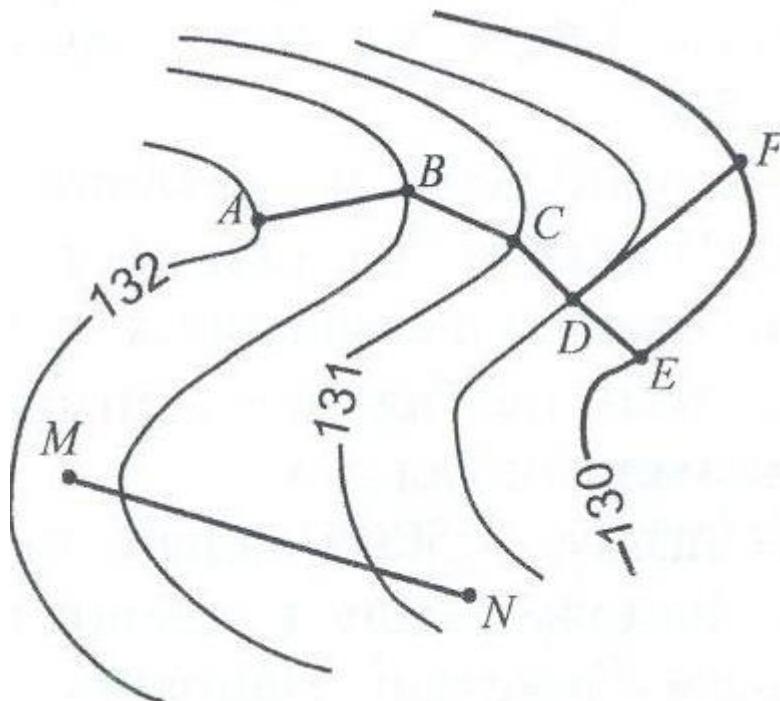


Рис. 8.6. Визначення ухилу лінії

Розв'язання:

1. Визначають перевищення між точками D та E:

$$h_{DE} = 130,0 - 130,5 = -0,5 \text{ м};$$

2. Визначають ухил лінії DE згідно з формулою 8.8:

$$i_{DE} = -0,5 \div 14 = -0,036 = -3,6\% = -36\text{‰}.$$

3. Для лінії DF ухил дорівнює:

$$i_{DF} = (130,0 - 130,5) \div 40 = -0,0125 = -1,25\% = -12,5\text{‰},$$

а для лінії MN :

$$i_{MN} = (130,75 - 131,7) \div 76 = -0,0125 = -1,25\% = -12,5\text{‰}.$$

Знак (–) вказує на зниження рельєфу з точки D на точку E та F , а також з точки M на точку N . Ухил з точок EF та N на точки D та M буде мати ті самі значення, але з протилежним знаком.

Приклад 6. На карті масштабу 1:10 000 задані точки A і B (рис. 8.7а). Потрібно побудувати профіль місцевості по лінії AB .

Розв'язання:

1. З'єднуємо на карті початковий A та кінцевий B пункти траси прямою лінією. Точки перетину лінії AB з горизонталями (точки 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10), а також з характерними лініями рельєфу (точки 2, 6, 9), нумеруємо.

Профіль місцевості зручно будувати на міліметровому папері.

2. У нижній частині листа будують графі віддалей і висот (рис. 8.6.б). На віддалі 1-1,5см одна від одної проводять три паралельні горизонтальні лінії. На нижню лінію розхилом циркуля переносять з плану відрізки А-1, 1-2, 2-3 і т.д. у масштабі карти або плану. Таким чином, горизонтальний масштаб профілю (M_l) дорівнює масштабу карти.

3) З отриманих точок будують перпендикуляри до другої лінії і в утворені прямокутники вписують віддалі в метрах між цими точками на місцевості, визначені по лінійному масштабу карти.

4) У наступну графу виписують висоти точок, що визначаються за висотами горизонталей на плані.

5) Вище від графі висот точок 1-1,5см проводять лінію **умовного горизонту**, висоту якого вибирають з таким розрахунком, щоб вона була трохи

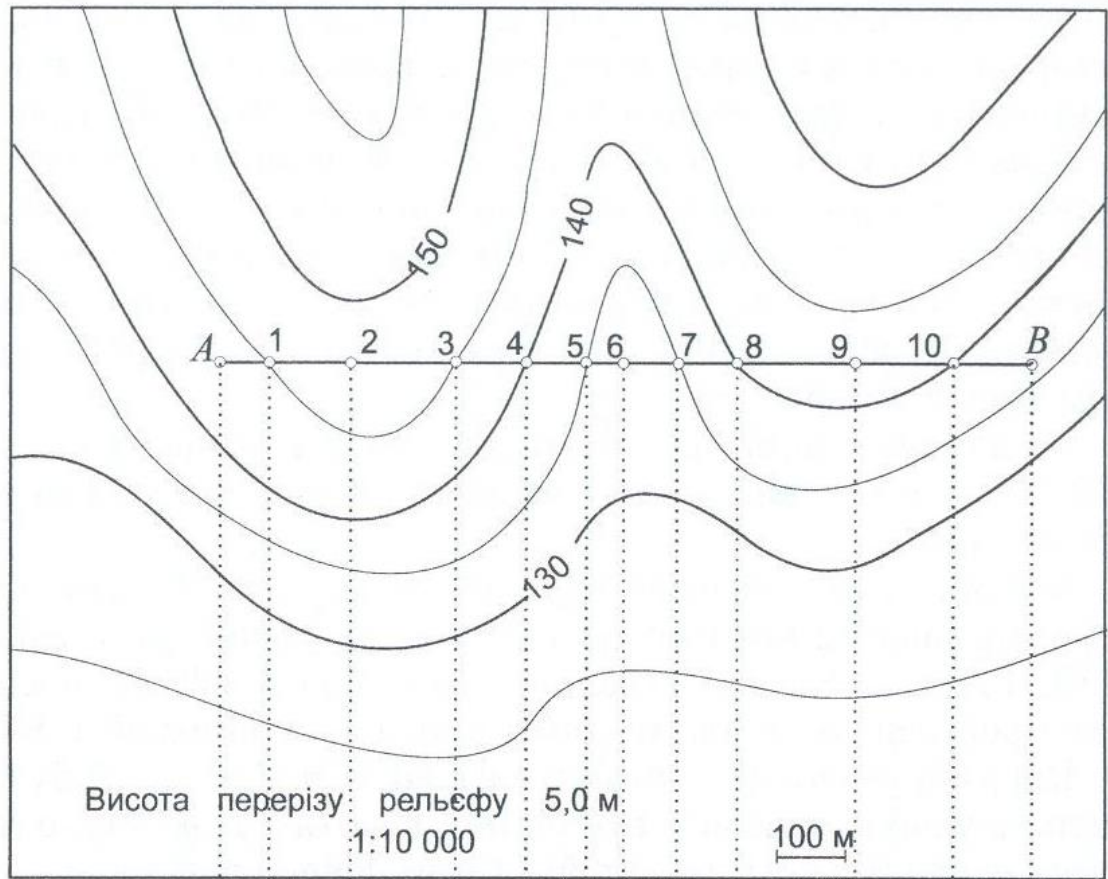
меншою, ніж висота найнижчої точки рельєфу, і кратною висоті перерізу рельєфу.

У нашому прикладі найнижча точка рельєфу має висоту 132.5м, значить, висоту лінії умовного горизонту можна прийняти рівною 130м.

6) Вертикальний масштаб M_B вибирають у 10, 20 разів більше від горизонтального масштабу і згідно йому підписують шкалу висот (130, 135, ..., 155м). У нашому прикладі в зв'язку зі спокійним рельєфом вертикальний масштаб профілю прийнятий 1:500.

7) Від лінії умовного горизонту в точках $A, 1, 2, \dots, B$ будують перпендикуляри і відкладають на них висоти точок згідно до шкали висот вертикального масштабу.

8) Кінці перпендикулярів – точки $A', 1', 2', \dots, B$ з'єднуємо відрізками прямої або плавною лінією і отримуємо профіль місцевості по лінії AB .



a

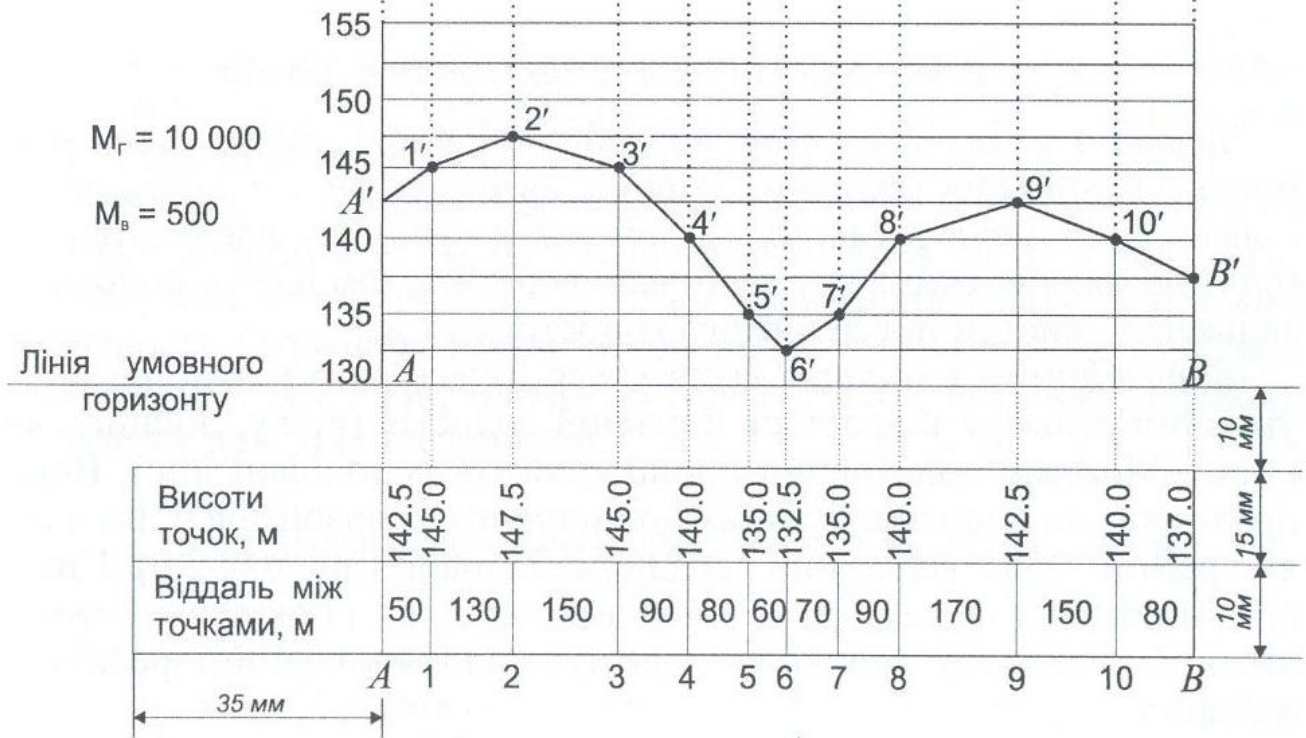


Рис. 8.7. Побудова профілю місцевості по заданому напрямку AB

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ № 8

Завдання 8.1. Визначити абсолютні висоти кутів квадратів: 69 13; 69 09; 74 12; 68 11; 69 13 і їх відносні перевищення.

Завдання 8.2. Визначити абсолютну висоту наступних пунктів: дуб (64 04), сарай (68 11), окреме дерево (70 11), черепичний завод (71 10).

Завдання 8.3. Визначити відносні перевищення між пунктами:

- а) сарай (71 11), і уріз води р. Соть;
- б) дерево (70 12) і г. Михалинська (68 12); північне і південне закінчення р. Андога (в межах карти);
- в) середнє значення перевищення між р.р. Соть і Андога;
- г) уріз води в о. Чорне і р. Андога.

Завдання 8.4. Виділити межі водозбірної площі:

- а) басейна р. Голуба;
- б) с. Окунево;
- в) струмок Безіменний (69 13); р. Стача в межах листа карти;
- г) струмок Темний бор (7008).

Завдання 8.5. Визначити стрімкість скатів від південно-західного кута квадрата 69 13 до р. Соть.

Завдання 8.6. На вибраній ділянці карти – розміром 10х10см показати основні орографічні елементи: форми рельєфу (водорозділ, сідловини, вершини, тальвеги, долини і інш.

Завдання 8.7. В довільно вибраному місці с. Окунево (70 12), Михалино (68 11), Демидово (71 09) нанести умовну греблю і визначити межі водоймища, а також його водозбірну площу.

Завдання 8.8. Визначити висоту січення рельєфу, якщо відомі відмітки двох точок $H_1 = 165.0$ м і $H_2 = 185.0$ м, а кількість горизонталей між ними дорівнює 8. Рішення показати графічно.

Завдання 8.9. Провести лінію по напрямку максимальних схилів від г. Михалинська (68 22) до р. Соть, від с. Дубровка (69 10) до р. Андога.

Завдання 8.10. Провести лінію мінімальних схилів від г. Михалинська (68 12) до р. Соть і від с. Дубровка (69 10) до р. Андога.

Завдання 8.11. На карті протрасувати шосе по лінії мінімальних схилів від пункту 167,7 (72 07) до с. Дубровка (69 10).

Завдання 8.12. Провести трасу дороги:

а) зі схилом 0,03 від пункту паперова фабрика (7212) до с. Дубровка (70 10);

б) зі схилом 0,04 від с. Дубровка (69 08) до с. Биково;

в) зі схилом 0,02 від цегельного заводу (7110) до с. Шуринка (69 11);

г) зі схилом 0,035 від с. Дровяна (67 06) до с. Ниж. Волково (67 10);

д) зі схилом 0,030 від с. Дуба сово (69 08) до с. Демидово (71 09).

Завдання 8.13. Рухаючись із точки А ($x=6067575$, $y=4307280$) до точки В ($x=6070815$, $y=4309265$) визначити:

- магнітний азимут напрямку;

- підйоми та спуски;

- максимальну і мінімальну відмітки точок маршруту;

- найбільшу стрімкість ската.

Завдання 8.14. По заданому магнітному азимуту із пункту з координатами $x=6068210$ і $y=4312450$ нанести напрямок по карті (видається викладачем) і рухаючись по ньому визначити орографічні елементи, що зустрінуться на

шляху: підйоми, спуски, а також перелічити всі місцеві предмети, перетнуті цим напрямком.

Завдання 8.15. Рухаючись з заходу на схід вздовж лінії кілометрових сіток (65, 67, 68, 69, 70, 72 і т.д.), які вказує викладач, визначити:

- підйоми та спуски;
- найбільшу стрімкість схилів;
- максимальну і мінімальну висоту;
- наявність улоговини та лощин і їх глибину.

Завдання 8.16. На ділянці карти У-34-37-В-в, обмеженої вказаними нижче координатами, використавши кальку, показати:

- а) основні орографічні лінії і форми рельєфу;
- б) водозбірні басейни рік і річок, струмків;
- в) вказати максимальну і мінімальну відмітки висот точок;
- г) вказати напрямок максимального і мінімального відносного перевищення,
- д) визначити абсолютні висоти вершин точок, що обмежують дану територію і визначити їх відносні перевищення;
- е) вказати напрямок стоку води;
- ж) по заданому схилу 0,02 нанести лінію в напрямку точки з максимальною відміткою і мінімальною.

Варіанти завдань:

1) $x - 606500 - 606800$, 2) $x - 606500 - 606800$, 3) $x - 606500 - 606800$,
 $y - 430700 - 431000$. $y - 431000 - 431300$. $y - 431100 - 431400$.

4) $x - 606700 - 607000$, 5) $x - 606900 - 607200$, 6) $x - 606900 - 607200$,
 $y - 430700 - 431000$. $y - 431100 - 431400$. $y - 430800 - 431100$.

7) $x - 606800 - 607100$, 8) $x - 607000 - 607300$, 9) $x - 607000 - 607300$,
 $y - 431100 - 431400$. $y - 432200 - 431400$. $y - 431000 - 431300$.

- 10)** $x - 606600 - 606900$, **11)** $x - 606900 - 607200$, **12)** $x - 606800 - 607100$,
 $y - 431100 - 431400$. $y - 430900 - 431200$. $y - 430900 - 431200$.
- 13)** $x - 606600 - 606900$, **14)** $x - 606800 - 607100$, **15)** $x - 607100 - 607300$,
 $y - 430800 - 431100$. $y - 431000 - 431300$. $y - 431000 - 431300$.
- 16)** $x - 606500 - 606800$, **17)** $x - 606700 - 606000$, **18)** $x - 606700 - 606000$,
 $y - 430800 - 431100$. $y - 431100 - 431400$. $y - 430900 - 431200$.
- 19)** $x - 606500 - 606800$, **20)** $x - 606600 - 606900$, **21)** $x - 607000 - 607300$,
 $y - 431100 - 431400$. $y - 432200 - 431100$. $y - 431100 - 431400$.
- 22)** $x - 607000 - 607300$, **23)** $x - 606800 - 607100$, **24)** $x - 606800 - 607100$,
 $y - 431200 - 431500$. $y - 431200 - 431500$. $y - 431200 - 431500$.
- 25)** $x - 607100 - 607400$,
 $y - 439700 - 431000$.

Завдання 8.17. За вихідними даними (прямокутні координати початкової точки, дирекційний напрямок і відстань) побудувати профіль і за його допомогою визначити зону видимості з максимальної по висоті точки профілю.

Таблиця 8.1

Варіанти завдань	Координати початкових точок	Дирекційний кут напрямку	Відстань в метрах
1	6070550 4313760	260	6000
2	6070400 4313200	270	6580
3	6069540 4314568	285	6074
4	6972120 4314150	225	6350

Продовження таблиці 8.1

Варіанти завдань	Координати початкових точок	Дирекційний кут напрямку	Відстань в метрах
5	6073255 4312300	230	5860
6	6072730 4307125	135	6035
7	6070502 4307505	105	6400
8	6066306 4307122	95	6104
9	6071320 4307622	150	6005
10	6065506 4307120	40	6320
11	6065102 4309804	35	6400
12	6066405 4309308	30	6320
13	6067402 4308220	55	6122
14	6068505 4307204	70	5850
15	6077225 4314109	250	5990
16	6069505 4314580	270	6220
17	6072901 4310400	190	6450
18	6073050 4312750	200	6250
19	6069900 4306100	80	6320

ТЕМА № 9. РІШЕННЯ ПРЯМОЇ ТА ОБЕРНЕНОЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Пряма і обернена геодезичні задачі є головними геодезичними задачами. На їх основі базуються всі геодезичні побудови та обчислення.

Пряма геодезична задача. Суть прямої геодезичної задачі полягає в тому, що за заданими координатами X_A, Y_A , точки A , горизонтальному прокладенню d_{AB} лінії AB та дирекційному куту цієї лінії α_{AB} необхідно визначити координати точки B (рис. 9.1).

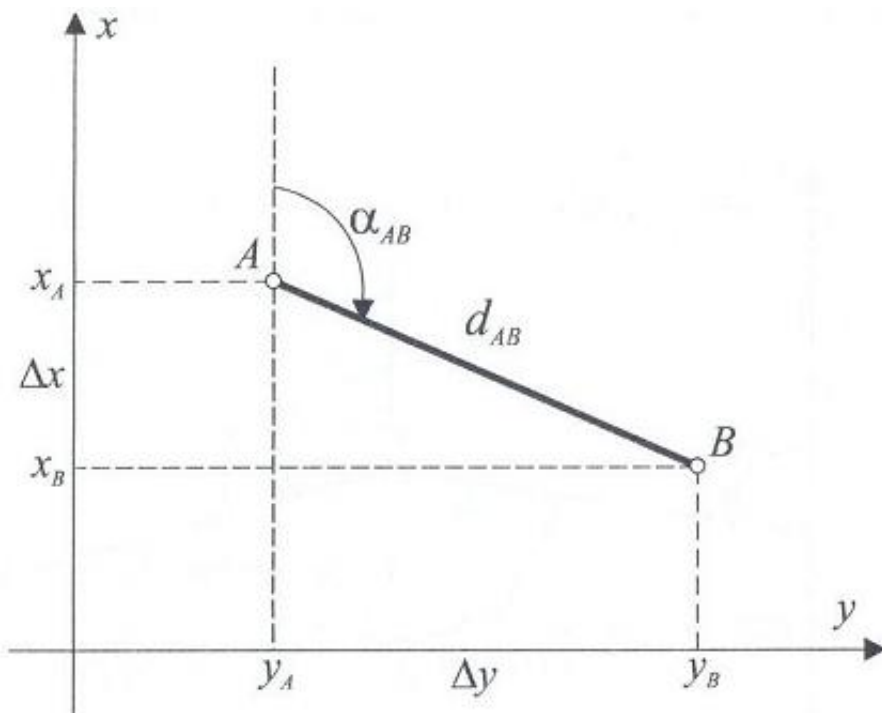


Рис. 9.1. До розв'язання прямої геодезичної задачі

Проведемо з точок A і B лінії, що паралельні осям координат. Тоді, як випливає з рис. 9.1, шукані координати точки B визначаються такими формулами:

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + (X_B - X_A) = X_A + \Delta X; \\ Y_B &= Y_A + (Y_B - Y_A) = Y_A + \Delta Y \end{aligned} \right\}, \quad (9.1)$$

У формулах (9.1) величина ΔX і ΔY називають *приростами координат* відповідно по осям X і Y . З наведеної схеми видно, що прирости координат являють собою ортогональні проєкції довжини лінії на осі координат. Отже, прирости координат можуть бути обчислені за формулами

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d_{AB} \cos a_{AB} \\ \Delta Y &= d_{AB} \sin a_{AB} \end{aligned} \right\}, \quad (9.2)$$

Знаки приростів координат визначаються знаками відповідних тригонометричних функцій \cos і \sin дирекційного кута a_{AB} . Правила визначення знаків приростів координат наведені на рис. 9.2.

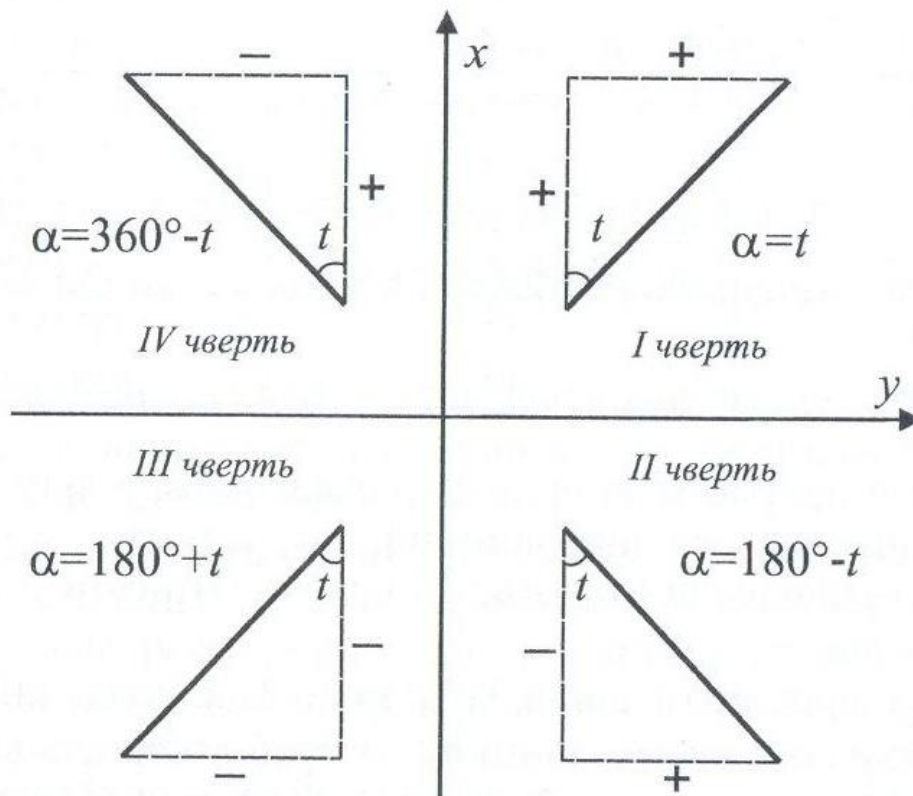


Рис. 9.2. Правила проведення табличного кута до дирекційного кута і визначення знаків приростів координат

Обернена геодезична задача. Суть оберненої геодезичної задачі полягає в тому, що за заданими координатами кінцевих точок $A(X_A, Y_A)$ і $B(X_B, Y_B)$ лінії

AB треба визначити її дирекційний кут α_{AB} і горизонтальне прокладання d_{AB} (рис. 9.3).

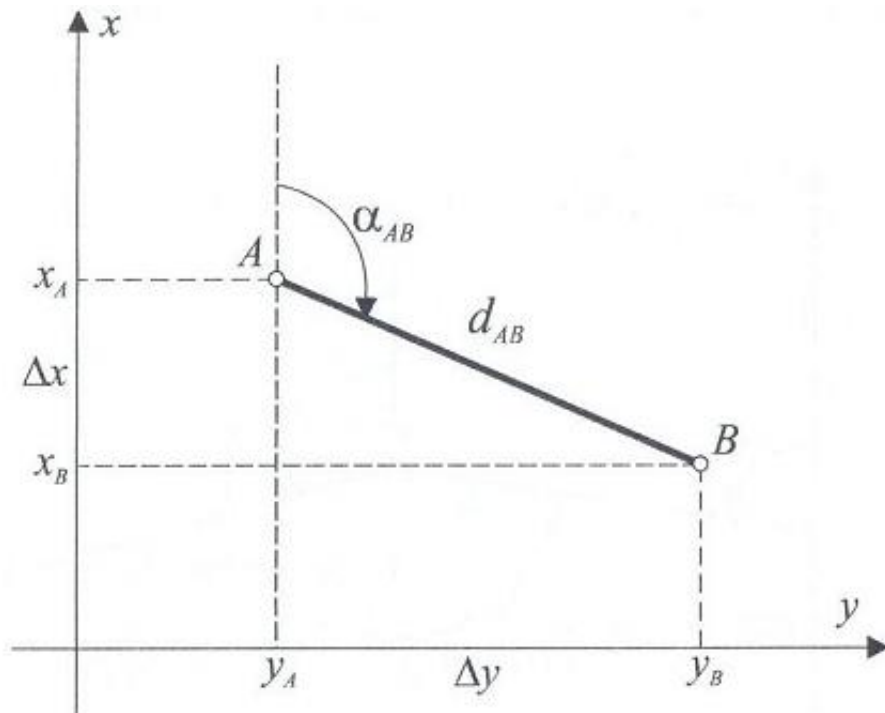


Рис. 9.3. До розв'язання оберненої геодезичної задачі

Для обчислення дирекційного кута користуються формулою

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}, \quad (9.3)$$

При виконанні обчислень спочатку знаходять так званий *табличний кут*, або *румб* t :

$$t = \operatorname{arctg} \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|, \quad (9.4)$$

За знаками приростів координат визначають, в якій координатній чверті знаходиться дирекційний кут, а потім, користуючись формулами приведення (рис. 9.2.) знаходять саме значення дирекційного кута.

Горизонтальне прокладання лінії AB обчислюють за формулою:

$$d_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \quad (9.5)$$

і контролюють за такими формулами:

$$d_{AB} = \frac{\Delta X}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha_{AB}}, \quad (9.6)$$

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 1. За координатами початкової точки $A (X_A, Y_A)$ дирекційним кутом α_{AB} та відстанню d_{AB} , визначити координати точки $B (X_B, Y_B)$.

Дано: $X_A = -599,200$ м, $Y_A = 700,800$ м; $\alpha_{AB} = 272^\circ 24'$; $d_{AB} = 529,26$ м.

Знайти: $X_B - ?$ $Y_B - ?$

Розв'язання:

Координата кінцевої точки лінії дорівнює координаті початкової точки плюс приросток координат по цій лінії (формули 9.1). Результати обчислень заносимо в таблицю 9.1.

Таблиця 9.1

№	Позначення (елементи формул)	Числові значення
1.	X_A	-599,200
2.	Y_A	700,800
3.	d_{AB}	529,26
4.	α_{AB}	$272^\circ 24'$
5.	$\Delta X = d_{AB} \times \cos \alpha_{AB}$	$0,041875653 \times 529,26 = 22,163$
6.	$\Delta Y = d_{AB} \times \sin \alpha_{AB}$	$-0,99912283 \times 529,26 = -528,796$
7.	$X_B = X_A + \Delta X$	-577,037
8.	$Y_B = Y_A + \Delta Y$	172,004

Приклад 2. За відомими координатами точок $A (X_A, Y_A)$ і $B (X_B, Y_B)$ обчислити дирекційний кут даного напрямку α_{AB} і відстань між ними d_{AB} .

Дано: $X_A = 31975,00$ м, $Y_A = 15881,00$ м; $X_B = 32923,00$ м, $Y_B = 13215,00$ м.

Знайти: $\alpha_{AB} - ?$ $d_{AB} - ?$

Розв'язання:

Рішення даної задачі виконуємо за формулами 9.3–9.6. Результати обчислень заносимо в таблицю 9.2.

Таблиця 9.2

№	Позначення (елементи формул)	Числові значення
1.	Y_B	13215,00
2.	Y_A	15881,00
3.	ΔY	-2666,00
4.	X_B	32923,00
5.	X_A	31975,00
6.	ΔX	948,00
7.	$\operatorname{tg} r = \Delta Y / \Delta X$	2,812236287
8.	r_{AB}	70°25'31"
9.	α_{AB} , 4 чверть, $\alpha_{AB} = 360^\circ - r_{AB}$	289°34'29"
10.	$\cos \alpha_{AB}$	0,335035919
11.	$\sin \alpha_{AB}$	-0,942205355
12.	$d_{AB}' = \Delta X / \cos \alpha_{A-B}$	2829,55
13.	$d_{AB}'' = \Delta Y / \sin \alpha_{A-B}$	2829,53
14.	$d_{AB} \text{ сеп}$	2829,54

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ № 9

Завдання 9.1. За координатами початкової точки A (X_A , Y_A) дирекційним кутом α_{AB} та відстанню d_{AB} , визначити координати точки B (X_B , Y_B). Варіанти завдань в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3

№ варіанту	Координати початкової точки А		Дирекційний кут	Горизонтальне прокладання
	X	Y		
1	-2209.5	-2209.5	230°56'45''	458.2
2	49.9	49.9	130°22'14''	578.9
3	0.0	0.0	330°13'49''	128.89
4	2380.8	2380.8	179°06'13''	3521.90
5	-56.3	-56.3	98°33'25''	2471.9
6	-290.0	-290.0	356°00'55''	362.0
7	456.2	456.2	122°56'43''	78.66
8	-371.99	-371.99	3°06'40''	358.11
9	-9087.2	-9087.2	91°35'00''	127.5
10	-34.2	-34.2	150°07'15''	549.6
11	78 563.0	78 563.0	178°50'36''	907.34
12	-200.0	-200.0	321°07'47''	1207.4
13	571.2	571.2	356°56'56''	44.7
14	-890.23	-890.23	21°57'45''	333.5
15	45.0	45.0	321°43'00''	298.45
16	600.9	600.9	56°39'45''	1268.09
17	-554.8	-554.8	181°43'56''	467.23
18	23 487.9	23 487.9	231°29'17''	479.1
19	-2.8	-2.8	349°54'28''	126.2
20	40.88	40.88	359°00'49''	437.0
21	508.33	508.33	194°39'25''	687.09
22	-990.45	-990.45	227°09'41''	379.12
23	876.23	876.23	101°09'08''	4701.45
24	-890.6	-890.6	194°20'44''	2691.88
25	-553.09	-553.09	300°43'40''	36689.0
26	-87.45	-87.45	1°30'45''	2221.8
27	-543.00	-543.00	66°59'35''	401.23
28	-81.0	-81.0	199°35'40''	468.10
29	100.0	100.0	267°31'39''	950.150
30	-2000.0	-2000.0	255°39'45''	697.12

Завдання 9.2. За відомими координатами точок $A (X_A, Y_A)$ і $B (X_B, Y_B)$ обчислити дирекційний кут даного напрямку α_{AB} і відстань між ними d_{AB} .
Варіанти завдань приведені в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4

№ варіанту	Координати			
	X1	X2	Y1	Y2
1	5789.0	487.41	-1876.09	23 487.9
2	365.9	-848.22	-996.09	-2.8
3	8757.00	-1876.09	1178.4	40.88
4	-389.00	8757.00	-653.00	508.33
5	-1876.09	-389.00	-3461.0	-990.45
6	-594.28	-1876.09	100.0	876.23
7	-996.09	5632.10	-100.0	-890.6
8	1178.4	-996.09	3987.5	-1876.09
9	-653.00	5789.0	-8975.1	-401.23
10	-3461.0	365.9	-653.00	468.10
11	100.0	-8757.00	-3461.0	-950.150
12	-100.0	-389.00	-100.0	-389.00
13	3987.5	-1876.09	3987.5	-1876.09
14	-8975.1	-94.28	-8975.1	-594.28
15	164.0	-996.09	-100.0	-389.00
16	-475.7	-653.00	-401.23	5789.0
17	-1876.09	-3461.0	468.10	365.9
18	-389.00	-100.0	-950.150	8757.00
19	23 487.9	-100.0	-389.00	-389.00
20	-2.8	3987.5	-1876.09	-1876.09
21	40.88	-8975.1	-594.28	-594.28
22	508.33	-100.0	-389.00	-996.09
23	-990.45	-401.23	-996.09	4701.45
24	876.23	-468.10	23 487.9	-2691.88
25	-1876.09	-950.150	-2.8	36689.0
26	-389.00	-389.00	40.88	-2221.8
27	-1876.09	-1876.09	508.33	-401.23
28	-594.28	-594.28	-990.45	468.10
29	-389.00	-996.09	876.23	-950.150
30	654.9	-472.2	-890.6	-4701.45

ТЕМА №10. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ

Для розв'язування цілого ряду інженерно-геодезичних задач необхідно знати площі земельних ділянок та окремих контурів. Площі можна вираховувати за результатами польових вимірювань, їх камеральної обробки або за планово-картографічними матеріалами.

Залежно від розміру та форми ділянок і бажаної точності, площі можна визначати трьома способами: аналітичним; графічним; механічним. Найбільш вживаним і найточнішим способом виступає аналітичний. Точність визначення площ ділянок аналітичним способом відповідає точності вимірювань ліній на місцевості, тобто 1: 1000.

Аналітичний спосіб визначення площ ділянок застосовується у випадку, коли ділянка обмежена ламаною лінією і відомі прямокутні координати x та y її вершин (рис. 10.1).

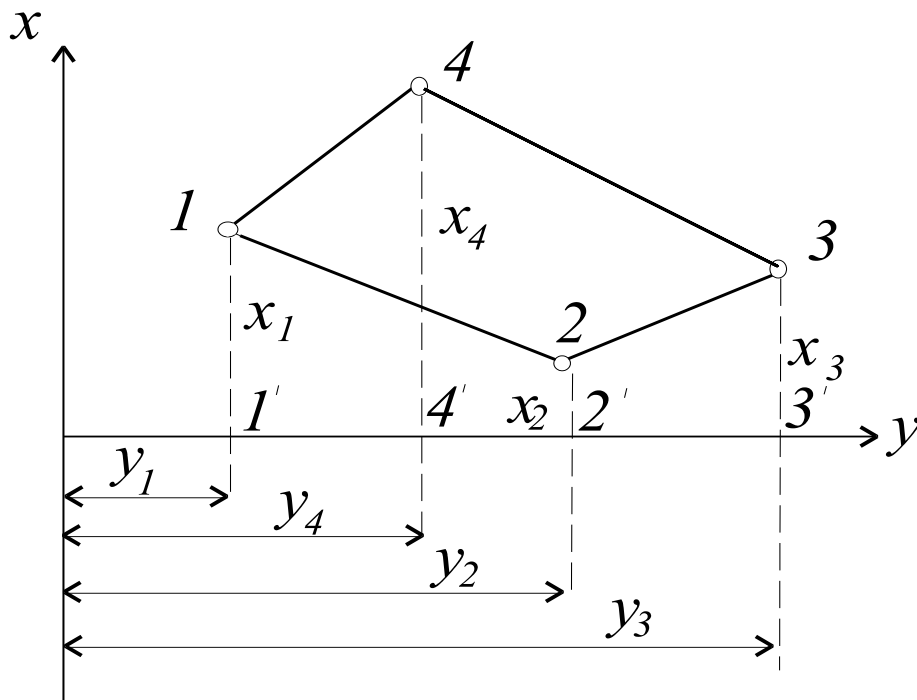


Рис. 11.1. Аналітичний спосіб визначення площі

Площа S полігону 1-2-3-4 можна виразити через площі трапецій:

$$S = S_{1-1'-4'-4} + S_{4-4'-3'-3} - S_{1-1'-2'-2} - S_{2-2'-3'-3}, \quad (10.1)$$

тобто:

$$S = 0,5 \times [(X_1 + X_4) \times (Y_4 - Y_1) + (X_4 + X_3) \times (Y_3 - Y_4) - (X_1 + X_2) \times (Y_2 - Y_1) - (X_2 + X_3) \times (Y_3 - Y_2)], \quad (10.2)$$

Проводячи математичні перетворення, отримаємо дві рівнозначні формули для визначення подвоєної площі многокутника:

$$\begin{aligned} 2S &= X_1(Y_4 - Y_2) + X_2(Y_1 - Y_3) + X_3(Y_2 - Y_4) + X_4(Y_3 - Y_1), \\ 2S &= Y_1(X_2 - X_4) + Y_2(X_3 - X_1) + Y_3(X_4 - X_2) + Y_4(X_1 - X_3). \end{aligned} \quad (10.3)$$

Для многокутника з кількістю вершин n по аналогії можна записати записують:

$$2S = \sum X_n \times (Y_{n+1} - Y_{n-1}), \quad (10.4)$$

$$2S = \sum Y_n \times (X_{n-1} - X_{n+1}).$$

де n – кількість точок полігону; i – номер точки.

X_{n-1} , Y_{n-1} – попередня координата, відносно заданої (відповідно абсциса і ордината);

X_{n+1} , Y_{n+1} – наступна координата, відносно заданої (відповідно абсциса і ордината).

Тобто: подвійна площа багатокутника дорівнює сумі послідовних добутків абсцис (X) на різницю ординат (Y) наступної та попередньої вершин по відношенню до абсциси.

Або: подвійна площа багатокутника дорівнює сумі послідовних добутків ординат на різницю абсцис попередньої і наступної вершин по відношенню до ординати.

Результати обчислення площі за двома формулами 10.4. мають бути однаковими.

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 10.1. Вирахувати площу п'ятикутника за координатами його вершин, які приведені в таблиці 10.1 (колонки 1–3).

Розв'язання: Рішення даної задачі виконуємо за формулами 10.4. Результати обчислень заносимо в таблицю 10.1 (колонки 4– 7).

Таблиця 10.1

№ п/п	Координати		$Y_{i-1} - Y_{i+1}$	$X_{i+1} - X_{i-1}$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$
	X_i	Y_i				
1	2	3	4	5	6	7
1	+46,7	-227,1	+209,4	-237,1	+9 779	+53 845
2	-98,6	-101,2	-153,1	-309,8	+15 096	+31 351
3	-263,1	-74,0	-270,4	+6,6	+71 142	-488
4	-92,0	+169,2	-182,2	+401,6	+16 762	+67 950
5	+138,5	108,2	+396,3	+138,7	+54 888	+15 007
Σ			0,0	0,0	2S' = +167 667	2S'' = +167 665

Сума різниць абсцис та ординат (колонки 4 та 5) повинна бути рівною нулю. Добутки доцільно округлювали до цілих одиниць. Отримані практично однакові суми добутків (колонки 6 та 7) свідчать про правильність обчислень. Остаточне значення площі виражають у гектарах з округленням до 0,01.

Площа полігону аналітичним способом (в гектарах) визначиться як:

$$S = (2S' + 2S'') \div 2 \div 10000. \quad (10.5)$$

$$S = (167667 + 167665) \div 2 \div 2 \div 10000 = 83833 \text{ м}^2 = 8,38 \text{ га.}$$

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ № 10

Завдання 10.1. На ватмані формату А-3 викладач намічає індивідуально кожному студенту 10 точок у вигляді замкнутого багатокутника (полігону). Відповідно до масштабу плану визначити координати всіх 10-ти точок та за цими координатами визначити площу даного полігону аналітичним способом.

Завдання 10.2. Визначити площу багатокутника за координатами його вершин аналітичним способом. Варіанти завдань приведені в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2

Варіанти	№ точок	Координати		Варіанти	№ точок	Координати	
		Х	У			Х	У
1	1	256,3	134,2	6	1	138,2	335,6
	2	352,2	524,0		2	528,3	223,2
	3	212,3	638,3		3	517,6	468,6
2	1	153,2	168,3	7	1	138,2	335,6
	2	249,1	189,3		2	168,3	177,2
	3	232,3	438,6		3	203,6	213,8
	4	163,7	562,3		4	199,1	420,2
					5	176,3	543,6
3		628,2	543,3	8	1	150,2	628,3
		738,2	683,2		2	128,6	123,2
		715,3	842,6		3	423,3	150,6
		650,2	983,3		4	417,6	532,2
4	1	502,1	103,5	9	1	538,6	202,3
	2	843,4	228,3		2	620,2	385,3
	3	828,2	438,3		3	632,4	525,5
	4	552,3	649,2		4	428,2	618,2
	5	322,2	252,6		5	382,2	353,3
					6	286,2	250,6
5	1	121,1	420,	10	1	85,3	101,1
	2	225,3	138,3		2	128,2	122,3
	3	428,6	442,3		3	125,3	223,6
	4	413,3	563,2		4	101,2	238,6
	5	280,6	628,2				

ТЕМА 11. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ГРАФІЧНИМ СПОСОБОМ

Графічний спосіб використовується при визначенні площ невеликих ділянок на плані або на карті з розбивкою ділянок на геометричні фігури або за допомогою палеток.

Графічний спосіб заключається в тому, що площа всієї ділянки розбивається на прості геометричні фігури (рис.11.1), площа яких визначається за відомими математичними формулами. Такими фігурами може бути: квадрат, прямокутник, трикутник, трапеція. При цьому фігури повинні бути по можливості більших розмірів з приблизно однаковими довжинами основ та

висот. На плані вимірюють елементи фігур і за формулами геометрії обчислюють площі таких фігур:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n \quad (11.1)$$

Для контролю площу обчислюють вдруге, використовуючи виміри інших елементів у тих самих фігурах.

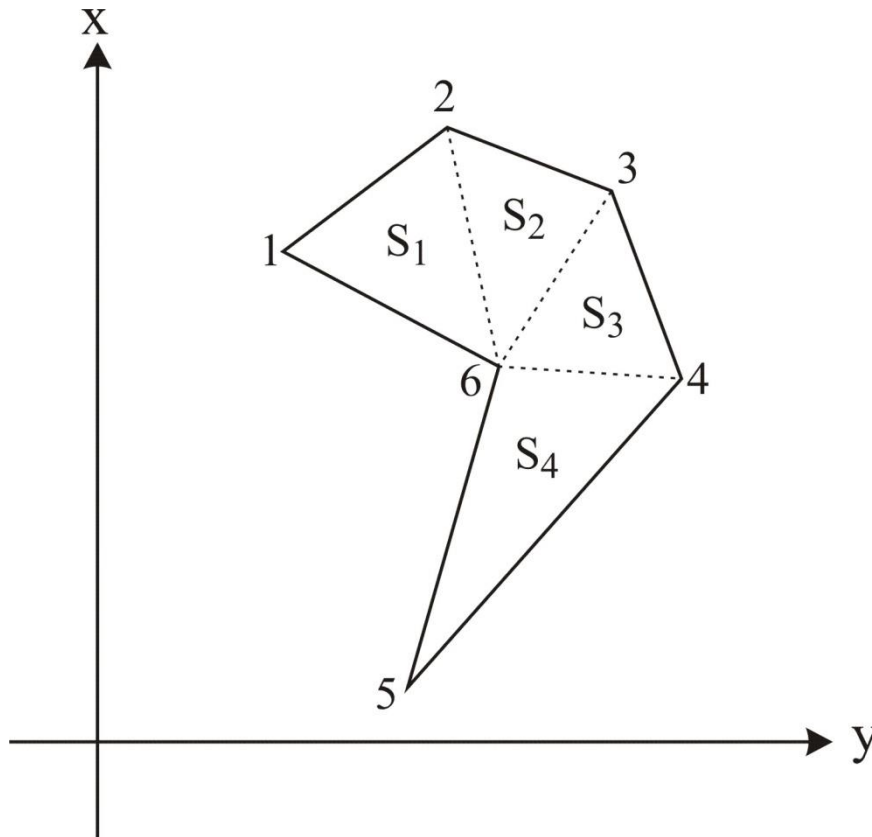


Рис. 11.1. Визначення площ графічним способом

Допустиме розходження Δ_2 між результатами двократних вимірів обчислюють у гектарах за формулою:

$$\Delta_2 = 0,04 \sqrt{S} \cdot \frac{M}{1000} \quad (11.2)$$

де M – знаменник масштабу карти або плану; S – площа ділянки в гектарах.

Якщо розходження в значеннях площі при першому визначенні S' і другому – S'' за абсолютною величиною не перевищує Δ_2 , то за кінцевий результат приймають середнє значення:

$$S = (S' + S'') / 2 \quad (11.3)$$

При криволінійному контурі ділянки поділ її на геометричні фігури виконується з таким розрахунком, щоб сторони фігур по можливості співпадали з цим контуром (рис.11.2).

Точність визначення площ ділянок даним способом становить 1:100 – 1:200.

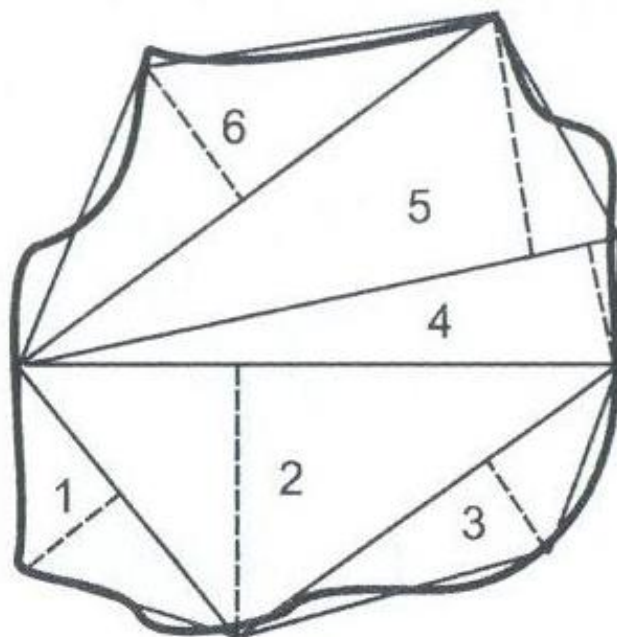


Рис. 11.2. Визначення площ криволінійного контуру графічним способом

Швидше і точніше можна визначити площу фігури, яка має криволінійний обрис, за допомогою *квадратної* або *лінійної палетки*

Квадратна палетка (рис. 11.3) являє собою аркуш з прозорого матеріалу (калька, плексиглас, целулоїд), на який нанесена сітка квадратів зі сторонами від 1 до 5мм. Палетку накладають довільно на контур, площа якого повинна бути визначена, і підраховують кількість повних n_1 квадратів, які накривають цей контур. Далі оцінюють на око кількість неповних квадратів n_2 по межі ділянки, які заповнені більш ніж на половину. Тоді загальна площа контуру буде дорівнювати:

$$S = S_{кв} \times N \quad (11.4)$$

де $S_{кв}$ – площа квадрата палетки; $N = n_1 + n_2$.

Застосування квадратної палетки забезпечує точність визначення площ з відносною похибкою 1:50 – 1:100 вимірюваної площі. Вадю даного способу є можливість помилок при підрахунку числа квадратів палетки.

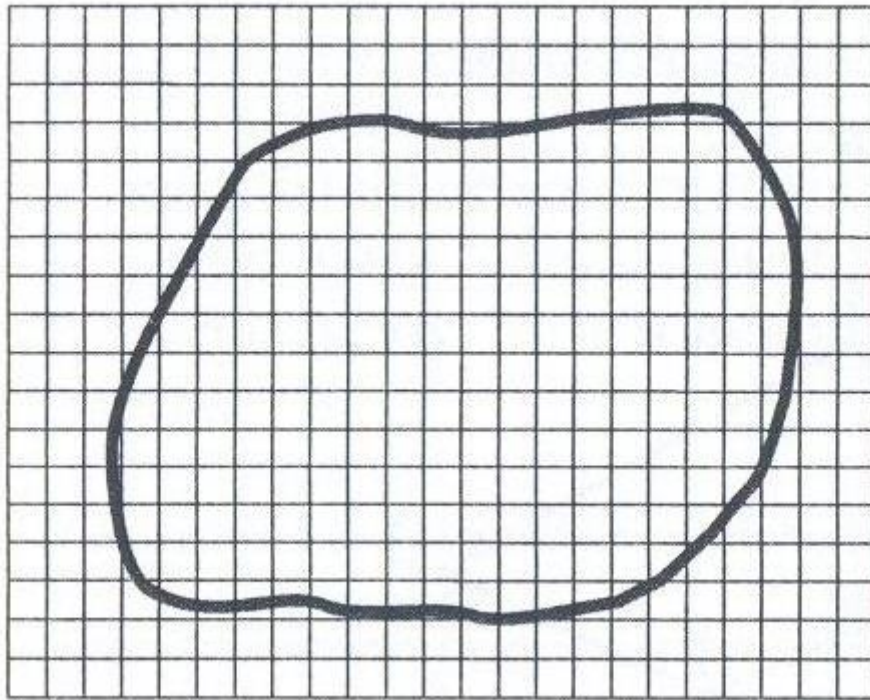


Рис. 11.3. Визначення площ за допомогою квадратної палетки

Застосування *лінійної (паралельної) палетки* дозволяє визначити площу ділянки більших розмірів і зменшує вірогідність грубих прорахунків.

На прозору основу наносять через рівні інтервали ($h = 2-2,5\text{мм}$) ряд паралельних ліній (рис. 11.4). Палетка накладається на задану ділянку таким чином, щоб крайні точки m та n контуру розмістились по можливості по середині між паралельними лініями палетки. Таким чином ділянка буде розділена на фігури, близькі до трапецій, які мають однакові висоти h . Відрізки ab, cd, \dots, kl будуть середніми лініями цих трапецій. Тоді площа ділянки буде дорівнювати сумі площ окремих трапецій, тобто сумі середніх ліній, помноженої на віддаль h між ними:

$$S = h \times (a \times b + c \times d + \dots + \times kl) \quad (11.5)$$

Довжину середніх ліній трапецій можна визначити циркулем-вимірником по лінійному масштабу.

Площі за допомогою палеток визначають двічі. При другому варіанті палетку обертають на 45° або 90° відносно першого вимірювання.

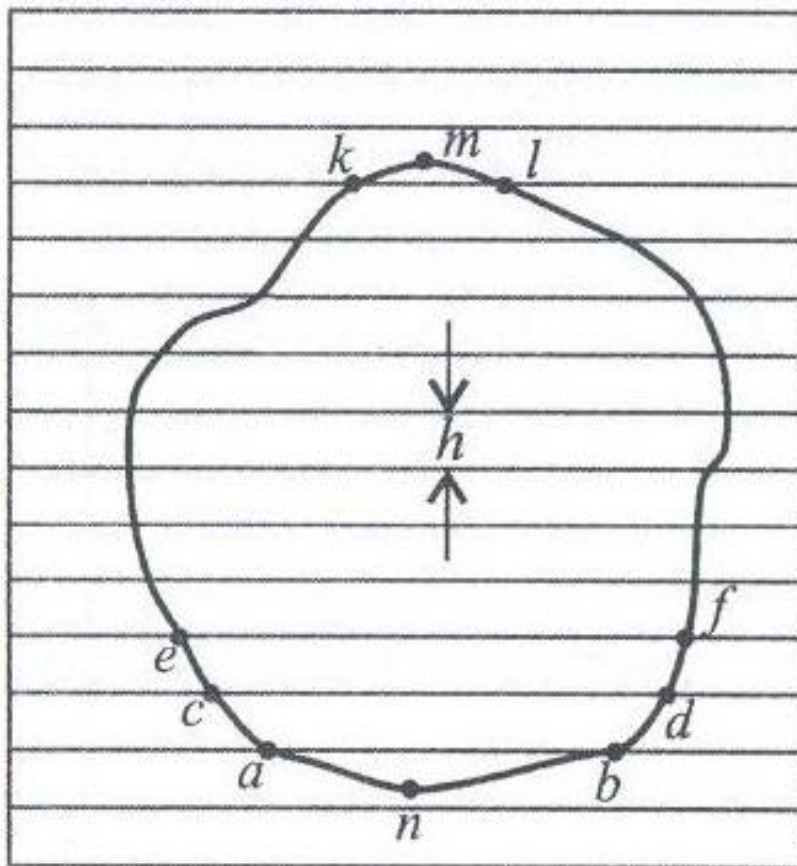


Рис. 11.4. Визначення площ за допомогою лінійної палетки

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 11.1. Визначити площу чотирикутника графічним способом.

Розв'язання:

Чотирикутник розбиваємо на 2 трикутники, рисунок представлений в колонці 1 таблиці 11.1. Далі опускаємо висоти на сторони трикутників і визначає площу кожного трикутника за формулою:

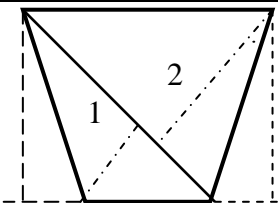
$$2S = a \times h \quad (11.6)$$

де a – основа трикутника; h – висота трикутника.

Результати обрахунків в гектарах заносимо в колонку 6 таблиці 11.1. Для контролю площу обчислюють вдруге, використовуючи виміри інших елементів у тих самих фігурах. Середнє значення площі (колонка 7) і допустиме розходження Δ_z (колонка 8) між результатами двократних вимірів визначаємо за

формулами 11.2–11.2. загальна площа фігури (чотирикутника) буде визначатись як сума площ двох трикутників (формула 11.1) і буде становити 28,76 га.

Таблиця 11.1

Схема фігури	№ фігури	№ вимірів	Основа, м (<i>a</i>)	Висота, м (<i>h</i>)	Подвійна площа, га (<i>2S</i>)	Середнє значення подвійної площі, га (<i>2S_{ср.}</i>)	Допустиме розходження, га (ΔS)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
	I	1	550,0	95,0	5,22	5,22	0,03	
		2	205,0	255,0	5,23			
	II	1	460,0	511,0	23,51	23,54	0,07	
		2	585,0	402,9	23,57			
					2S	$\Sigma = 57,53$	$\Sigma = 28,76$	

Приклад 11.2. Визначити площу фігури на карті масштабу 1:10 000 (рис. 11.3) за допомогою квадратної палетки зі сторонами квадратів 2мм × 2мм.

Розв'язання:

Для визначення площі фігури користуємося квадратною палеткою зі сторонами квадратів 2мм × 2мм. Тоді площа одного квадрата на місцевості буде становити: $S_M = 20\text{м} \times 20\text{м} = 400\text{м}^2 = 0,04\text{га}$.

Кількість цілих квадратів палетки, які містяться в заданій фігурі становить 169, кількість неповних квадратів біля контуру фігури – 20. Загальну площу фігури обчислюємо за формулою 11.4:

$$S = 0,04\text{га} \times (169 + 20) = 7,56 \text{ га.}$$

Приклад 11.3. Визначити площу фігури на карті масштабу 1:2 000 (рис. 11.4) за допомогою лінійної палетки. Відстань між паралельними лініями на карті дорівнює 5мм, довжина всіх середніх ліній трапецій дорівнює 95мм.

Розв'язання:

Для визначення площі фігури користуємося лінійною палеткою з відстанню між паралельними лініями 5 мм, що на місцевості при масштабі 1:2000 буде становити 10м:

в 1 см – 20м, в 1мм – 2 м, 5 мм – 10м.

Довжина всіх середніх ліній трапецій дорівнює 95мм, що в масштабі 1:2 000 на місцевості дорівнює 190м. Площа ділянки визначиться за формулою 11.5:

$$S = 190 \times 10 = 1\,900 \text{ м}^2 = 0,19 \text{ га.}$$

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ № 11

Завдання 11.1. За завданням 10.1 (на ватмані формату А-3 наміченого замкнутого многокутника із 10-ти точок), визначити площу даного полігону графічним способом. Порівняти цю площу з площею, визначеною аналітичним способом (із завдання 10.1).

Завдання 11.2. Графічним способом обчислити площу чотирикутника, вершини якого (*А, Б, В, Г*) задані на карті У-34-2-37-В-в прямокутними координатами:

$$X_A = 60600575; \quad X_B = 6181700; \quad X_V = 6070000; \quad X_\Gamma = 6069425.$$

$$Y_A = 4309250. \quad Y_B = 4311250. \quad Y_V = 4312578. \quad Y_\Gamma = 4311534.$$

Завдання 11.3. Графічним способом обчислити площу чотирикутника, вершини якого (*А, Б, В, Г*) задані на карті У-34-2-37-В-в географічними координатами:

$$X_A = 60600575; \quad X_B = 6181700; \quad X_V = 6070000; \quad X_\Gamma = 6069425;$$

$$Y_A = 4309250. \quad Y_B = 4311250. \quad Y_V = 4312578. \quad Y_\Gamma = 4311534.$$

Завдання 11.4. За допомогою палетки визначити площу: масив лісу «Северний» (68 13), масив лісу «Темний бор» (70 08), озера Чорне (65 13).

ТЕМА 12. МЕХАНІЧНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ

Механічний спосіб визначення площ заснований на застосуванні *планіметра* – приладу, який дозволяє порівняно швидко і точно вимірювати площі ділянок будь-якої конфігурації.

Планіметр – це механічний прилад, який дає можливість шляхом обведення контуру фігури будь-якої форми визначити її площу. Найширше розповсюдження отримали полярні планіметри (рис. 12.1).

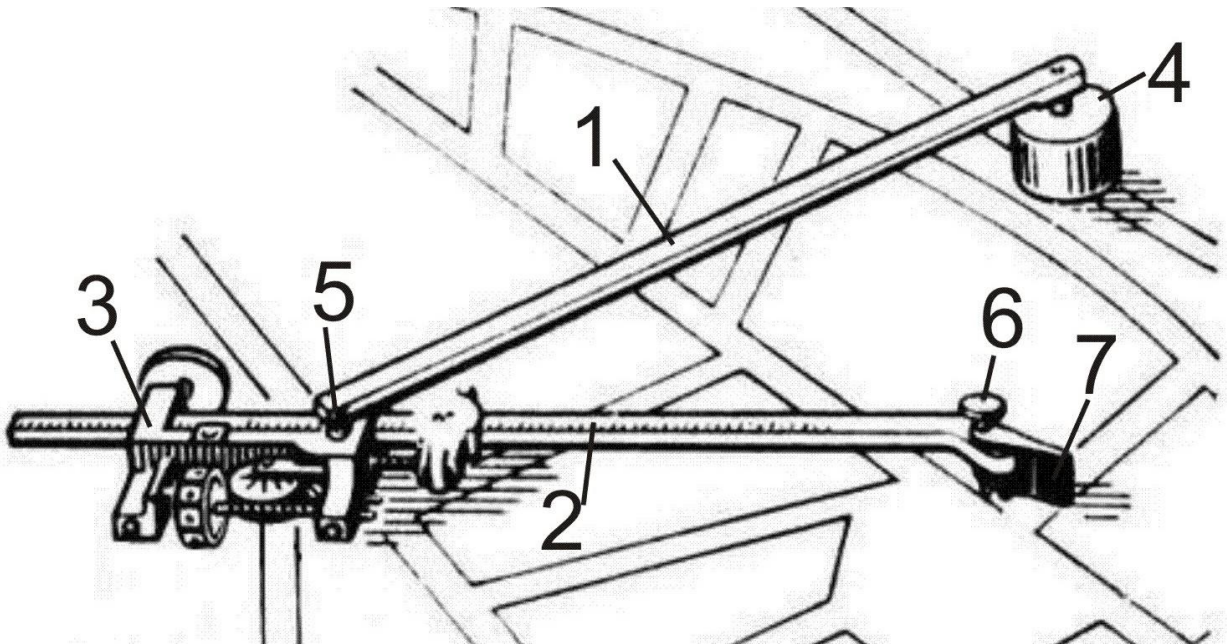


Рис. 12.1. Будова полюсного планіметра

Полярний планіметр складається з трьох головних частин: полюсного важеля (1), обвідного важеля (2) та лічильного механізму – каретки (3).

Полюсний важіль являє собою металевий брусок квадратного перерізу, на одному з кінців якого закріплений тягарець з голкою, який називається полюсом (4) планіметра. Голка призначена для запобігання ковзанню полюса на карті. На другому кінці полюсного важеля знаходиться кульковий наконечник (5), який встановлюється в гніздо каретки обвідного важеля. Кульковий наконечник і гніздо утворюють шарнір, за допомогою якого з'єднуються важелі планіметра. Цей вузол служить віссю обертання обвідного важеля.

Обвідний важіль зроблений з білого металу і має вигляд такого ж бруска, як і полюсний важіль. На одному кінці обвідного важеля змонтовано обвідний пристрій у вигляді тупого штиря (6) або обвідного скла в металевій оправі з точкою у центрі. Обвідний штир або точку обвідного скла переміщують на плані (карті) за допомогою рукоятки (7), обводячи контур ділянки, площу якої необхідно визначити.

На іншому боці обвідного важеля розміщується каретка, яка пересувається по ньому. Від відстані між кареткою і обвідним шпилем залежить ціна поділки планіметра. Довжина обвідного важеля визначається по нанесеній на ньому шкалі за допомогою ноніуса (верньєра) – (5) лічильного механізму (рис. 12.2). *Ноніус (верньєр)* – це допоміжна шкала, за допомогою якої відраховують частки поділок основної шкали пристрою для вимірювань.

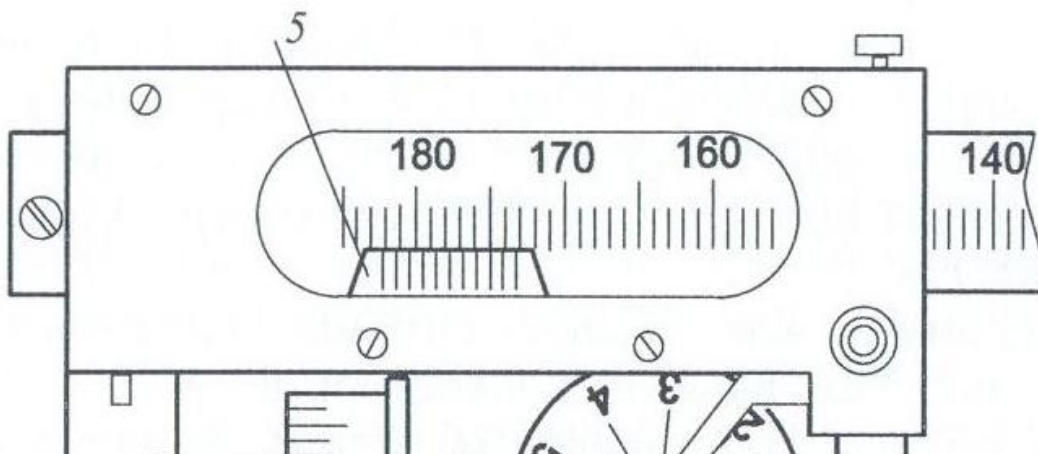


Рис.12.2. Визначення довжини обвідного важеля

Відлік по шкалі 173,2 складається з числа поділок до нульового штриха ноніуса (173), а десяті частки відліку визначаються номером штриха ноніуса, який співпадає зі штрихом шкали обвідного важеля.

В каретці міститься *лічильний механізм* (рис. 12.3). Він складається з циферблата *A*, лічильного ролика *B* та верньєра *C*. Лічильний ролик переміщуючись на плані (карті) показує кількість поділок, пройдених ним під час обводу контуру фігури.

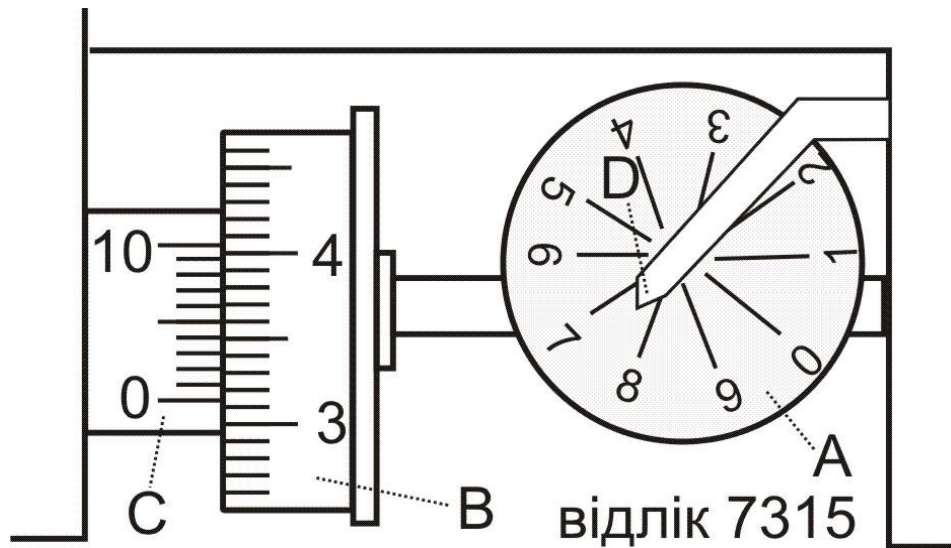


Рис. 12.3. Лічильний механізм планіметра

Циферблат має шкалу, яка розділена на 10 поділок з підписами кожної поділки від 0 до 9 включно. Одна поділка циферблата відповідає одному повному оберту лічильного ролика. Лічильний ролик має кругову шкалу в 100 поділок з підписами кожної десятої поділки. Верньєр дозволяє оцінювати десяті частки поділки шкали лічильного колеса.

У двохкареткових планіметрів марки ПП-2К (планіметр полярний двохкаретковий) на обвідному важелі змонтовано дві каретки однакової будови. Ціна поділки кожної з них різна. Під час вимірювань можна користуватися або лише однією з кареток, або двома, що робиться для контролю вимірювань.

Відлік на лічильному механізмі складається із 4 цифр (рис. 12.3):

- першу цифру читають на циферблаті *A* проти нерухомого покажчика (індекса) *D*, причому знімають меншу з двох (*цифра 7*);
- другу цифру читають на барабані лічильного ролика *B* – це номер меншого підписаного штриха, найближчого до нуля верньєра (*цифра 3*);
- третю цифру також відраховують на барабані лічильного ролика – це кількість непідписаних поділок від підписаного штриха до нуля верньєра лічильного механізму (*цифра 1*);

- четверту цифру читають на верньєрі *C* відлікового механізму – це номер поділки верньєра, рахуючи від нуля, яка точно співпадає з будь-якою поділкою на барабані лічильного ролика (*цифра 5*).

Отже, остаточний відлік становить *7315*.

Максимальний відлік по лічильному механізму планіметра може складати *9999*.

Перед тим як приступити до визначення площ за допомогою планіметра, визначають ціну поділки планіметра.

Ціна поділки планіметра (с) – це кількість гектарів (m^2), яка відповідає одній поділці планіметра. Вона визначається шляхом обводу на плані контуру фігури, площа якої відома. Найчастіше такою фігурою є 2 – 3 квадрати координатної сітки.

Визначення ціни поділки планіметра проводиться перед початком роботи. Встановлюють планіметр так, щоб його полюс знаходився за межею обраного квадрата (квадратів), а полюсний та обвідний важелі утворювали приблизно прямий кут. Виконують швидке обведення контуру для контролю того, що кути між важелями знаходились в межах від 30° до 150° , та лічильний ролик не сходить з плану. Обвідний штир (або центр скла) ставлять на одну з вершин квадрата, знімають відлік u_1 (початковий), обводять контур квадрата і дійшовши до початкової точки знімають другий відлік u_2 (кінцевий). Знаходять різницю відліків за формулою:

$$\Delta u_1 = u_2 - u_1 \quad (12.1)$$

Якщо при обведенні контуру за годинниковою стрілкою другий відлік виявляється меншим за перший, то до нього слід додати *10000*. Для більш точного визначення ціни поділки планіметра обводять квадрат *двічі*. За остаточне значення різниці Δu приймають середнє значення:

$$\Delta u_{сер} = \frac{\Delta u_1 + \Delta u_2}{2} \quad (12.2)$$

Розходження між різницями Δu_1 та Δu_2 не повинне перевищувати двох одиниць для площ до 200 поділок, трьох одиниць – для 200 – 2 000 поділок, чотирьох одиниць – більше 2 000 поділок.

Ціну поділки планіметра у гектарах (m^2) визначають за формулою:

$$c = \frac{S_0}{\Delta u_{сер}} \quad (12.3)$$

де S_0 – площа квадрату (квадратів) кілометрової сітки, які обводились планіметром га (m^2).

Для визначення площі будь-якої фігури полюс полярного важеля розміщують на плані поблизу вимірюваної ділянки і виконують швидко обведення контуру. Після цього обвідний пристрій (штир або центр обвідного скла) встановлюють на будь-яку позначену олівцем точку контуру і на відліковому механізмі знімають перший відлік u_1 (до обведення). Потім обвідним пристроєм обводять контур ділянки до повернення у початкову точку і знімають другий відлік u_2 (після обведення). Різниця відліків ($u_2 - u_1$) дасть площу обведеної фігури у поділках планіметра. Для контролю обводять ділянку *двічі*. За остаточне значення різниці Δu приймають середнє. Площа фігури S у гектарах (m^2) буде визначатись за формулою:

$$S = c \times \Delta u_{сер} \quad (12.4)$$

Вимірювання площ до $400cm^2$ проводиться при положенні полюса поза контуром. Площі надмірно вузьких, витягнутих фігур (дороги, яри, ріки і т.д.) вимірювати планіметром не рекомендується.

У тому випадку, коли ціна поділки планіметра виражається дрібним числом, її можна звести до зручної величини шляхом зміни довжини обвідного важеля, використовуючи при цьому формулу 12.5:

$$R_0 = R \frac{c_0}{c} \quad (12.5)$$

де R_0 – довжина обвідного важеля, яка відповідає бажаному значенню c_0 ціни поділки лічильного механізму;

R_0 – фактичне значення довжини обвідного важеля, при якому ціна поділки лічильного механізму дорівнює c .

Обчислену довжину обвідного важеля встановлюють на його шкалі, після чого знову визначають ціну поділки планіметра.

ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ

Приклад 12.1. Визначити площу озера Біле на топографічній карті масштабу 1:2000 (рисунок представлений в таблиці 12.1, колонка 7).

Розв'язання:

1. Визначаємо ціну поділки планіметра, за результатами обведень квадрата кілометрової сітки, приведених в колонці 3 таблиці 12.1:

- знаходять різниці відліків за формулою 12.1, результати заносять в колонку 4:

$$\Delta u_1 = 4043 - 3054 = 989; \Delta u_1 = 5030 - 4043 = 987;$$

- визначають середнє значення різниць відліків за формулою 12.2, результати заносять в колонку 5:

$$\Delta u_{\text{сер}} = \frac{989 + 987}{2} = 988;$$

- визначаємо площу квадрата кілометрової сітки розміром 10 см \times 10 см при масштабі 1:2000:

$$\text{в 1 см} - 20 \text{ м, в 10 см} - 200 \text{ м. } S_0 = 200 \times 200 = 40000 \text{ м}^2;$$

- визначають ціну поділки планіметра за формулою 12.3:

$$c = \frac{40000}{988} = 40,48582996.$$

2. Визначаємо площі контуру озера Біле, за результатами обведень, приведених в колонці 3 таблиці 12.1:

- знаходять різниці відліків за формулою 12.1, результати заносять в колонку 4:

$$\Delta u_1 = 9138 - 8081 = 1057; \Delta u_2 = 0193 - 9138 + 10000 = 1055;$$

- визначають середнє значення різниць відліків за формулою 12.2, результати заносять в колонку 5:

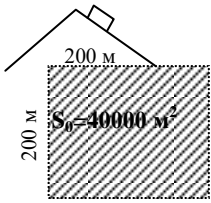

$$\Delta u_{\text{сеп}} = \frac{1057 + 1055}{2} = 1056;$$

- визначають площу земельної ділянки за формулою 12.4:

$$S = 40,48582996 \times 1056 = 42753,04 \text{ м}^2 = 4,28 \text{ га}$$

Таблиця 12.1

Планіметр №2457

№ контуру	Назва угіддя	Відліки u_1 u_2 u_3	Різниця відліків Δu_1 Δu_2	Середнє з різниць відліків $\Delta u_{\text{сеп}}$	Площа, м ²	Схема
1	2	3	4	5	6	7
<i>Визначення ціни поділки планіметра</i>					$c = 40,48582996 \text{ (8) м}^2$	
1	квадрат кіло- метрової сітки	3054 (1) 4043 (2) 5030 (3)	989 (4) 987 (5)	988 (6)	40000,0 (7)	
<i>Обчислення площ ділянок</i>						
2	озеро Біле	8081 (9) 9138 (10) 0193 (11)	1057 (12) 1055 (13)	1056(14)	42768,0 (15)	

Примітка: Позначеннями (1) – (15) показана послідовність запису відліків та обчислень.

Приклад 12.1. Визначити довжину обвідного важеля R_0 для бажаної ціни поділки $c_0 = 0,1 \text{ га}$, якщо при фактичній довжині обвідного важеля $R = 156,7 \text{ мм}$ ціна поділки становить $c = 0,0952 \text{ га}$.

Розв'язання:

Рішення задачі виконуємо за формулою 12.5:

$$R_0 = 156,7 \times \frac{0,1}{0,0952} = 164,6 \text{ мм.}$$

ЗАВДАННЯ ДО ТЕМИ №12

Завдання 12.1. Визначити ціну поділки планіметра, якщо відомо, що при визначенні ціни поділки були обведені два квадрати кілометрової сітки (10x10см) і отримані наступні показники (дані приведені в табл. 13.1).

Таблиця 13.1

Варіанти	Масштаб	Показники планіметра взяті при двох обведеннях	Різниця відліків	Середнє з різниць	Ціна поділки планіметра
1	1:10 000	4793 4998 5205			
2	1:5 000	5618 5677 5737			
3	1:25 000	0299 1554 2811			
4	1:50 000	9457 4427 9399			
5	1:15 000	6209 6709 7213			
6	1:5 000	8435 8498 8563			
7	1:25 000	9940 1376 2814			
8	1:50 000	0025 2810 5649			
9	1:15 000	9002 9565 0131			
10	1:10 000	8260 8474 8690			

Завдання 12.2. Визначити площу контуру в гектарах, коли відомі ціна поділки планіметра та середнє значення площі контуру в поділках планіметра (дані приведені в табл. 13.2).

Таблиця 13.2

Варіанти	Ціна поділки планіметра	Середнє значення площі контуру в поділках планіметра	Площа контуру, в га
1	0.93664772	456	
2	0.89472105	34	
3	0.79837513	258	
4	0.9995318	581	
5	0.8884529	361	
6	1.0043278	81	
7	1.3006522	226	
8	0.9127392	609	
9	0.7992486	55	
10	0.85992054	200	

Завдання 13.3. За допомогою планіметра визначити площу території, розташованої:

- а) між р. Андога і шосе на відрізку міст (67 10) – Іванівка (73 10);
- б) між р. р. Андога і Стача і шосе на відрізку міст (67 10) – Федорівка (64 10);
- в) між р. Андога і шосе на відрізку міст (67 10) – Федорівна (64 10);
- г) між р. Андога, її притоком – р. Стача і західною рамкою карти;
- д) між р. Соть, шосе (Іванівка – Федорівка) і широтою $54^{\circ}43'00''$;
- ж) між р. р. Андога і Соть і широтою $54^{\circ}43'00''$;
- з) між р. Андога, її притоком – р. Голуба.

Завдання 13.4. Визначити довжину обвідного важеля, яка відповідає бажаному значенню ціни поділки лічильного механізму (дані приведені в табл. 13.3).

Таблиця 13.3

Варіанти	Фактичне значення довжини обвідного важеля, мм	Ціна поділки		Довжина обвідного важеля, яка відповідає бажаному значенню ціни поділки лічильного механізму
		фактична	бажана	
1	177.4	0.936147	0.9	
2	169.2	0.089945	0.1	
3	171.3	0.89472105	0.9	
4	180.1	0.79837513	0.8	
5	185.4	0.9995318	1.0	
6	188.0	0.8884529	0.9	
7	178.3	1.0043278	1.0	
8	190.1	0.3006522	0.3	
9	183.2	0.9127392	0.9	
10	175.9	0.09472105	0.1	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамович М. Ф., Славський Я. Є. Геодезія. Частина I : Навчальний посібник. – Львів: Львів с/г ін-т, 1991. – 129 с.
2. Ассур В.Л. Практикум по геодезии / Ассур В.Л., Филатов А.М. – М: Недра, 1985. – 358с.
3. Баканова В.В. Практикум по геодезии / Баканова В.В., Блудова Н.М., Павлова Г.К. – М.: Недра, 1973. – 368 с.
4. Геодезичний енциклопедичний словник // за ред. В. Літинського. – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.
5. Геодезія. Частина перша: Підручник. 3-тє вид., виправл. та доп. / [за заг. ред. Могильного С.Г. і Гавриленка Ю.М.]. – Донецьк: Технопарк ДонНТУ «УНІТЕХ», 2009. – 514 с.
6. Левицкий И.Ю. Геодезия с основами землеустройства / Левицкий И.Ю., Крохмаль Е.М., Реминский А.А. – М.: Недра, 1977. – 256 с.
7. Маслов А.В. Геодезия. Учебник / Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. – М.: Колос С, 2006. – 598 с.
8. Новак Б.І. Геодезія: Підручник, 2-ге вид. переробл. та доповн./ Новак Б.І., Порицький Г.О., Рафальська Л.П. – К.: Арістей, 2008. – 284 с.
9. Островський А.Л. Геодезія.Частина перша. Топографія : навч. посібник/ Островський А.Л., Мороз О.І., Тартачинська З.Р., Гарасимчук І.Ф. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 440 с.
10. Порицький Г.О. Геодезія: підр. / Порицький Г.О., Новак Б.І., Рафальська Л.П. – К. : Арістей, 2007. – 260с.
11. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії, Навчальний посібник, Центр навчальної літератури, 2003. – 208 с.
12. Умовні позначення для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, та 1:500, затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 03 серпня 2001 р., №295. – 232 с.

Малащук Оксана Степанівна
Александровський Іван Романович
Булишева Дар'я Володимирівна
Варфоломеєва Оксана Анатоліївна
Животін Володимир Іванович

ЗБІРНИК ЗАДАЧ ТА ЗАВДАНЬ

З ТОПОГРАФІЇ

Відповідальний за випуск – Булишева Д.В.
Комп'ютерна верстка – Іванова І.І.

Одеський державний аграрний університет
Вул. Пантелеймонівська, 13, Одеса, 65012, Україна
Тел.: (048) 784-57-32, (048) 37-19-27
e-mail: ogsi@te.net.ua
сайт: www.osau.edu.ua

Підписано до друку 24.11.2016 р.
Формат 60x84/16. Папір офсет.
Друк офсет. Ум.-друк. арк. 6,50
Тираж 300 прим.

Видавництво та друк: ФОП Грінь Д.С.
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail dimg@meta.ua
Свід. ДК 4094 від 17.06.2011