

**Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка**

**Тарас Скробач, Георгій Гриник, Микола Шпек**

## **КАРТОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ ТОПОГРАФІЇ**

**Методичні матеріали до проведення  
лабораторних занять**

**Для студентів спеціальності 101 Екологія, 014 Середня освіта  
(Географія)**

**Дрогобич, 2017**

**УДК 528.93(075.8)**

Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка як методичні матеріали до лабораторних занять

(протокол №     від "     " 2017 р.)

**Скробач Т.Б., Гриник Г.Г., Шпек М.П. Картографія з основами топографії: методичні матеріали до проведення лабораторних занять. – Дрогобич: Ред.-вид. відділ Дрогобицького державного педагогічного університету, – 2017. – 77с.**

Методичні матеріали написано відповідно до програми навчальної дисципліни "Картографія з основами топографії" для підготовки фахівців І бакалаврського рівня спеціальності 101 Екологія та 014 Середня освіта (Географія), затвердженої вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (протокол №     від     2017 р). Посібник із виконання лабораторних робіт є складовою частиною курсу " Картографія з основами топографії", містить інформацію про особливості вимірів поверхні землі, будову геодезичних приладів, методики складання планів і карт.

Бібліографія 12 назв.

Рецензенти:

**Коссак Григорій Михайлович** – доцент кафедри біології та хімії, Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка канд. пед. наук;

**Кучманич Неля Геннадіївна** – викладач кафедри екології та географії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, канд. геогр. наук.

Відповідальний за випуск:

Редактор:

Зміст	
Вступ.....	4
Методичні поради до виконання лабораторних робіт та їхнього оформлення.....	5
<b><u>Лабораторне заняття № 1</u></b>	
Вивчення масштабів та умовних позначень топографічних карт.....	6
<b><u>Лабораторне заняття № 2</u></b>	
Вивчення будови, перевірка та вимірювання найпростішими геодезичними приладами .....	10
<b><u>Лабораторне заняття № 3</u></b>	
Обчислення в журналі бусольного знімання. Побудова плану бусольного знімання.....	16
<b><u>Лабораторне заняття № 4</u></b>	
Вивчення будови теодолітів, їх перевірки, вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів та вимірювання азимутів.....	20
<b><u>Лабораторне заняття № 5</u></b>	
Визначення площ на планах та картах різними способами.....	28
<b><u>Лабораторне заняття № 6</u></b>	
Вивчення будови нівелірів, їх перевірки та вимірювання перевищень на станції технічного нівелювання.....	32
<b><u>Лабораторне заняття № 7.</u></b>	
Вимірювання на станції при прокладанні тахеометричного ходу та зніманні місцевості.....	38
<b><u>Лабораторне заняття № 8</u></b>	
Вивчення способів картографічного зображення.....	41
<b><u>Лабораторне заняття № 9</u></b>	
Вивчення елементів карти та особливості їх компонування.....	50
<b><u>Лабораторне заняття № 10</u></b>	
Вивчення картографічної генералізації на географічних картах різного масштабу .....	57
<b><u>Лабораторне заняття № 11</u></b>	
Складання карт екологічних ситуацій.....	62
<b><u>Лабораторне заняття № 12</u></b>	
Розроблення легенд карт різного змісту.....	67
<b><u>Лабораторне заняття № 13</u></b>	
Аналіз і оцінка карт та атласів.....	71
Список літератури.....	77
Додаток.....	78

## ВСТУП

Якісна підготовка вчителів-географів вимагає вміння вільно користуватися картографічними матеріалами. Знання принципів побудови карт і планів є необхідним при проведенні цілої низки навчальних і практичних заходів. Саме картографія і топографія як науки, що вивчають методи створення різноманітних картографічних творів за допомогою вимірювань на місцевості, дає змогу вирішувати питання з планування, благоустрою, будівництва, землеустрою, раціонального використання біоресурсів, меліорації земель та їхнього захисту, моніторингу екосистем.

Топографія та картографія як інженерні науки, опираючись на математику та фізику тісно пов'язані з географією, геологією та геоморфологією, ґрунтознавством, землеробством. Тому засвоєння основ даної дисципліни сприятиме розумінню та повному сприйняттю студентами подальшого навчального матеріалу географічного профілю.

Предмет дисципліни передбачає вимірювання та зображення окремих невеликих ділянок земної поверхні на планах і картах, вивчення методів та способів картографічного зображення.

Метою дисципліни є вивчення методів і прийомів вимірювання ділянок місцевості порівняно невеликих розмірів для складання карт або планів на ці ділянки та формування у студентів систематизованих картографічних знань і вмінь роботи з картографічними творами.

Цей посібник призначений для успішного засвоєння курсу лабораторних робіт, що передбачають вивчення масштабів карт, способів складання планів та карт, визначення площ, ознайомлення студентів із методами теодолітного знімання, нівелювання та тахеометричного знімання територій, набуття навиків роботи з геодезичними приладами, картами, атласами.

Кожна лабораторна робота має теоретичні відомості та контрольні запитання до теми.

## **Методичні поради до виконання лабораторних робіт та їхнього оформлення**

1. Оформлення лабораторних робіт слід здійснювати в робочих зошитах у клітинку, де вказується порядковий номер лабораторної роботи, тема, мета, прилади й матеріали та оформляються відповіді на конкретні завдання, вказані в кінці кожної роботи.
2. Підготовка до лабораторної роботи передбачає опрацювання теоретичних відомостей із поставленої теми, включаючи літературні джерела, запропоновані у списку літератури.
3. Для оформлення розрахунково-графічних робіт слід використовувати необхідне приладдя та матеріали: контурні карти, графітні олівці (різної твердості), лінійки, косинці, транспорир, циркуль, вимірник, гумка, гелева чорна та червона авторучки, цупкий папір (типу ватман формату А4), міліметровий папір.
4. При виконанні планів потрібно дотримуватись таких вимог із оформлення:
  - 4.1. На відстані 5 мм від країв аркуша креслярського паперу проводять рамку суцільною тонкою (0,3) лінією;
  - 4.2. У верхньому лівому кутку рамки, відступивши від кута на 10 мм, записують у два рядки скорочену назву університету та факультету;
  - 4.3. У верхньому правому кутку записують назву дисципліни “Основи топографії”, так, щоб останні літери були на відстані 10 мм від рамки. Для цього рекомендується робити запис у зворотному напрямку;
  - 4.4. У нижньому правому кутку записують групу та автора роботи (за описаними вище вимогами), а у лівому кутку – навчальний рік;
  - 4.5. Місце для назви роботи студент обирає самостійно, шрифт 7 мм великі літери й 5 мм малі, написи описані у пунктах 4.2.-4.4 оформляються шрифтом 5 мм великі літери і 3,5 мм відповідно малі.
5. У додатку наведено зразок оформлення розрахунково-графічної роботи.
6. Захист роботи полягає у знанні відповідей на контрольні запитання, на результат оцінки впливає якість та вчасність виконання робіт.

## Лабораторне заняття №1

### ВИВЧЕННЯ МАСШТАБІВ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ

**Мета роботи:** на основі опрацьованих теоретичних відомостей вивчити види масштабів й умовні позначення карт і планів, що використовуються в топографії.

**Прилади і матеріали:** косинці, лінійки, простий олівець, фрагменти топографічних карт.

#### Теоретичні відомості

**Планом місцевості** називають креслення, що становить зменшене й подібне зображення її проекції на горизонтальну площину.

**Картою** називають побудоване за певними математичними законами зменшене узагальнене зображення на площині всієї Землі або значних її частин із урахуванням кривизни рівневої поверхні.

**Масштабом** називається число, яке показує у скільки разів відбулося зменшення розмірів земного еліпсоїда до розмірів його моделі.

**Масштабом топографічної карти** називають відношення довжини лінії на карті до довжини горизонтальної проекції відповідної лінії на місцевості, або це ступінь зменшення горизонтальних проекцій ліній місцевості при зображенні їх на планах і картах

На картах масштаб показують у трьох видах:

1) **числовий** (чисельний) масштаб (М) виражається дробом, у чисельнику якого одиниця, а в знаменнику – число  $m$ , яке показує ступінь зменшення:  $M=1:m$  (наприклад, 1:1 000, 1:25 000, 1:5 000 000).

2) **іменований** масштаб подається як пояснення до числового й вказує, як співвідносяться довжини ліній на карті та на місцевості, тобто скільком метрам чи кілометрам на місцевості відповідає 1 см на карті. Для числового масштабу 1:1 000 іменований масштаб запишеться так: "1 см на карті відповідає 1 000 см на місцевості", або скорочено: в 1 см – 10 м.

3) **графічний** масштаб має два різновиди – лінійний та поперечний.

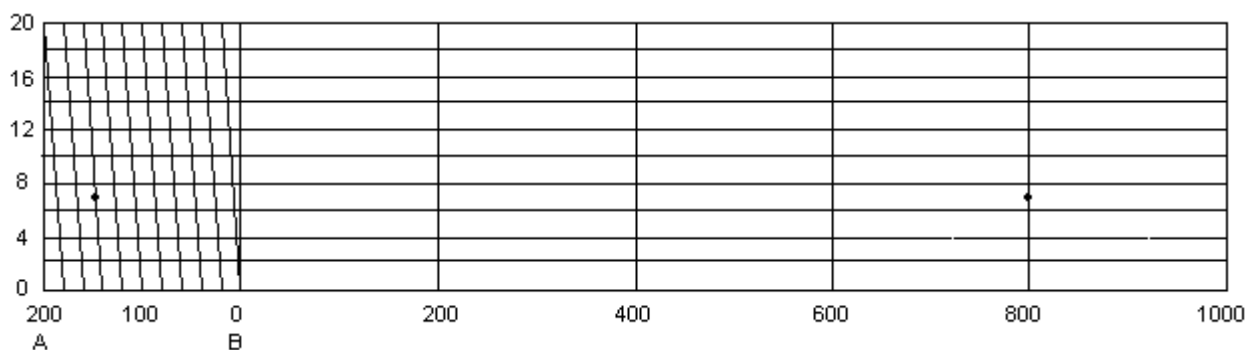
**Лінійний масштаб** – графічна побудова у вигляді двох паралельних ліній, розділених на рівні відрізки; служить для вимірювання довжин прямих ліній на карті або ж їхнього відкладання на карту (рис. 1.1). Рівні відрізки, які відкладаються вправо від нуля (переважно це цілі, кратні десяткам чи сотням, числа), називають основою лінійного масштабу, а відстань на місцевості, що відповідає основі – величиною лінійного масштабу. Для підвищення точності вимірювань відстаней крайній зліва від нуля відрізок (основу) ділять на менші відрізки, які називаються найменшими поділками лінійного масштабу. Відстань на місцевості, яка відповідає найменшій поділці лінійного масштабу, називається його точністю. Лінійний масштаб – це

Бьграфік, який служить для безпосереднього вимірювання за ним відстаней (в кілометрах, метрах), які вимірюються на карті.



**Рис. 1.1. Лінійний масштаб**

Поперечний масштаб – графічна побудова у вигляді паралельних рівновідділених прямих, розділених так само, як і в лінійному масштабі, на рівні відрізки (рис. 1.2). Довжина основи (АВ) може бути 1, 2, 4 або 5 см. Крайню ліву частину масштабу ділять на 5 або 10 рівних частин, а точки поділу з'єднують косими лініями – трансверселями.



**Рис. 1.2. Поперечна шкала**

Для масштабу 1: 10 000 (зображеного на рис. 1.2) горизонтальна основа в 2 см дорівнює на місцевості 200 м, відповідно 1/10 цієї основи дорівнює 20 м (графічний масштаб із основою 2 см називають нормальним). Поділивши цю основу ще на 10 частин по вертикалі, отримаємо ціну однієї вертикальної поділки, що рівна 2 м. Віддаль між позначеними точками на рис.1.2 становить 947 м.

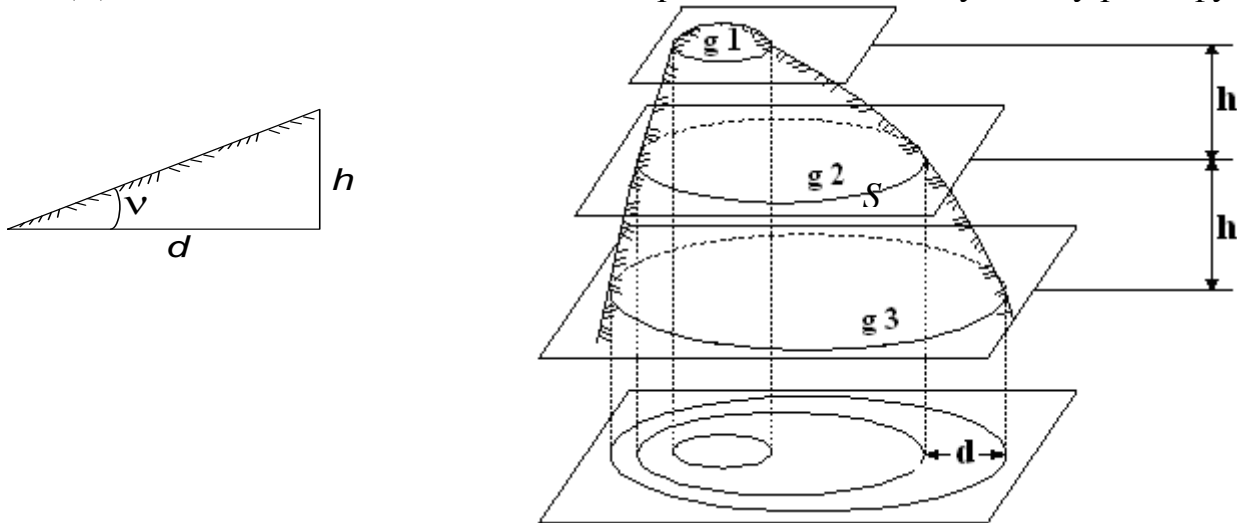
Географічний зміст топографічних карт передається через топографічні умовні знаки – застосовані на карті позначення різних об'єктів із їхніми кількісними та якісними характеристиками. Умовні знаки є системою графічних, кольорових, буквених та цифрових позначень.

Основним способом зображення трьохмірного рельєфу на топокарті (площині) є спосіб ізоліній (чи горизонталей), які доповнюють відмітками висот та умовними позамасштабними знаками окремих елементів та форм рельєфу.

**Горизонталь** – уявна лінія на фізичній поверхні Землі, всі точки якої мають однакову абсолютну висоту, тобто абсолютна висота вздовж кожної горизонталі – постійна.

Горизонталь можна уявити як слід від перетину рельєфу рівневими поверхнями, паралельними між собою (рис. 1.3). Січні площини  $g$  будують через рівні проміжки за висотою, і отримані лінії перерізу проєктують прямовисними лініями на спільну площину (карту). Так на карті отримують зображення рельєфу системою горизонталей у вигляді замкнених кривих ліній. Обриси горизонталей обумовлені зовнішнім обліком форм рельєфу, а їхня кількість на цій карті – найбільшою різницею висот на картографованій території.

Задана відстань між сусідніми січними площинами ( $h$ ) називається висотою перерізу рельєфу (рис. 1.3). Щоб передати закономірності рельєфу, значення ( $h$ ) встановлюється постійним для карт одного масштабу й типу рельєфу.



**Рис. 1.3. Зображення рельєфу горизонталями.**

**Ухилом лінії ( $i$ )** називають відношення перевищення ( $h$ ) до її закладення ( $d$ ). Ухил ( $i$ ) є мірою крутості схилу:

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

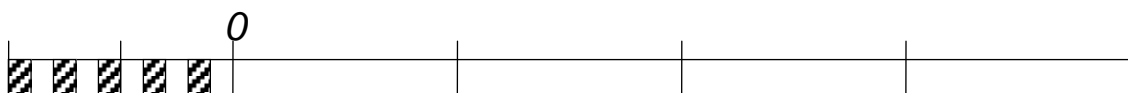
Відстань на карті між сусідніми горизонталями за заданим напрямом називається закладною ( $d$ ). Закладина ( $d$ ) завжди менша, ніж похила відстань ( $S$ ) між двома точками рельєфу.

### Зміст роботи

**Завдання 1.1.** Представити стандартний ряд масштабів у формі іменованого:

1:500 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1:5000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1: 50000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;  
 1: 1000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1: 10000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1: 100000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;  
 1: 2000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1: 2500 – в 1 см \_\_\_\_\_ м;      1: 1000000 – в 1 см \_\_\_\_\_ м.

**Завдання 1.2.** Оцифрувати шкалу нормального лінійного масштабу для плану (карти) масштабу 1: \_\_\_\_\_ (за індивідуальним завданням):

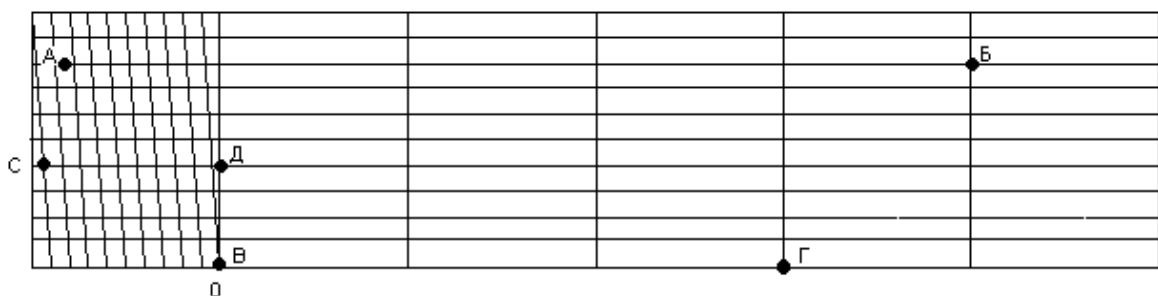


**Завдання 1.3.** Оцифрувати шкалу нормального сотенного поперечного масштабу для плану масштабу 1: \_\_\_\_\_ ( за індивідуальним завданням) та визначити величини горизонтальних проекцій відрізків місцевості, які будуть відповідати відрізкам АБ, СД, ВГ.

Основа – 2 см \_\_\_\_\_ м;  
 0,1 основи – 2 мм \_\_\_\_\_ м;  
 0,01 основи – 0,2 мм \_\_\_\_\_ м;

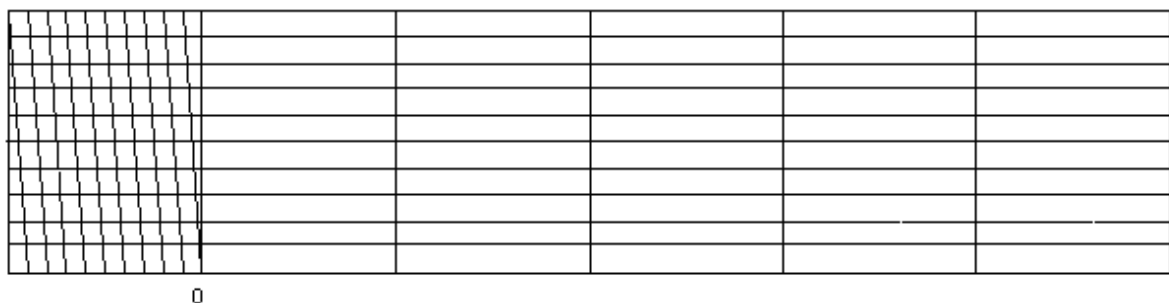
АБ = \_\_\_\_\_ м;  
 СД = \_\_\_\_\_ м;  
 ВГ = \_\_\_\_\_ м.





**Завдання 1.4.** Оцифрувати шкалу нормального сотенного поперечного масштабу для карти масштабу 1: \_\_\_\_\_ (згідно з завданням) та позначити на шкалі масштабу величини горизонтальних проекцій відрізків місцевості:

АБ = \_\_\_\_\_ м; СД = \_\_\_\_\_ м; ВГ = \_\_\_\_\_ м.



**Завдання 1.5.** Відшукати на карті задані викладачем об'єкти та зобразити в робочому зошиті, зробивши біля кожного пояснення.

### Контрольні питання до роботи:

1. Що називають планом, картою, профілем?
2. У чому полягає істотна різниця між планом і картою?
3. Що називають масштабом?
4. Що таке точність масштабу?
5. У якій формі може бути поданий масштаб?
6. Яку функцію виконують умовні знаки топографічних карт і планів?
7. Що таке рельєф місцевості? Які його основні форми?
8. Як розв'язується задача відображення рельєфу на топографічних картах і планах?
9. Що таке горизонталь? Які її властивості?
10. Що таке висота перетину? Закладення схилу?
11. Які функції виконують бергштрих і підписи висот горизонталей?
12. Зобразіть схематично горизонталями основні форми рельєфу.
13. Назвіть кількісні міри, що характеризують крутість схилів.
17. Що таке кут нахилу? Ухил?

## Лабораторне заняття № 2

### ВИВЧЕННЯ БУДОВИ, ПЕРЕВІРКА ТА ВИМІРЮВАННЯ НАЙПРОСТІШИМИ ГЕОДЕЗИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ

**Мета роботи:** ознайомитись з будовою та принципом роботи найпростіших геодезичних приладів, виконати перевірки бусолі.

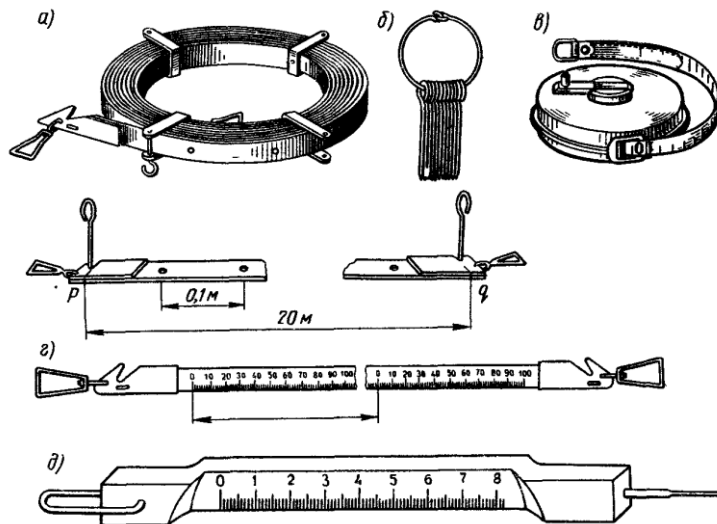
**Прилади і матеріали:** бусоль БС-2, екер, екліметр, мірна стрічка, рулетка.

#### Теоретичні відомості

**Лінійні виміри.** Відстані між точками місцевості можна визначити шляхом безпосередніх вимірів або обчислень через інші обчислені величини. Безпосередні лінійні виміри роблять за допомогою рулеток, стрічок або дротів. Їх виготовляють зі сталі або інвару (сплав: 64 % заліза й 36 % нікелю). Інварні мірні прилади мають дуже малий коефіцієнт лінійного розширення.

Якщо лінія, що підлягає виміру занадто довга, то її необхідно попередньо провісити. Провішуванням лінії називають установку вішок у вертикальній площині, що проходить через кінцеві точки даної лінії. Таку вертикальну площину називають створом. Провішування ліній можна робити на око (на коротких лініях), або за допомогою бінокля чи теодоліта (на довгих лініях). Провішування виконують, якщо довжина ліній перевищує 100 м. При цьому, залежно від ситуації, використовують різні способи провішувань.

Для виміру відстаней використовують мірні стрічки, рулетки й дроти (рис. 2.1.). Найбільше часто при лінійних вимірах для інженерних цілей застосовують мірні стрічки зі шпильками. Довжини мірних стрічок рівні 20, 24 або 50 м.

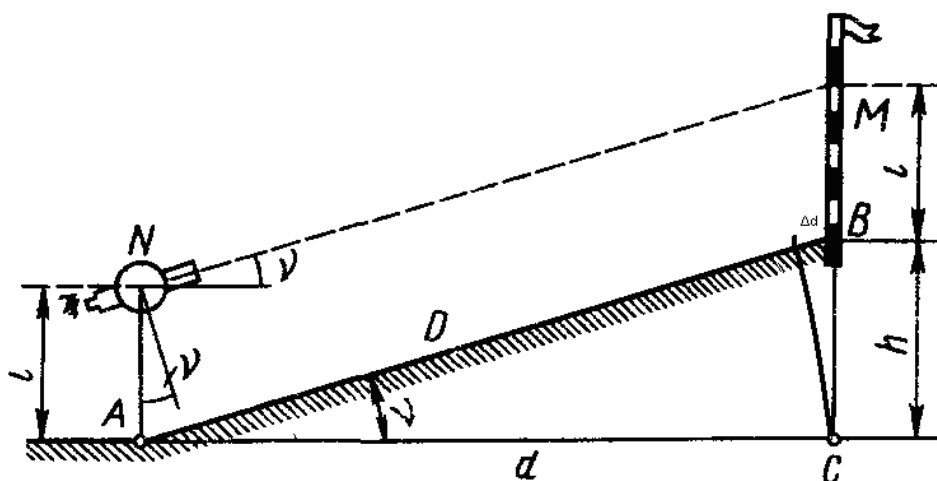


**Рис. 2.3. Прилади для лінійних вимірів:**

*а – штрихова стрічка, б – шпильки, в – рулетка, г – шкалова стрічка, д – шкала мірних дротів*

**Кутові виміри.** Для складання планів місцевості необхідно знати не похилі відрізки ліній, а їхньої проекції на горизонтальну площину (горизонтальні проложення). Горизонтальні проложення відрізків ліній можна одержати, вимі-

рявши кути нахилу  $\nu$  їх до обрію. Ці кути вимірюють теодолітом або екліметрами (з меншою точністю).



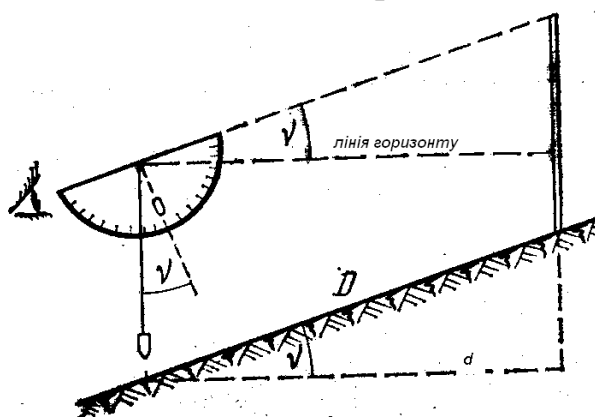
**Рис. 2.2. Вимірювання кута нахилу лінії.**

Кут нахилу  $\nu$  береться з вертикального круга теодоліта чи екліметра шляхом візування на рейку чи віху, відлік з якої чи розмір рівний висоті приладу ( $l$ ). Горизонтальне прокладення  $d$  лінії  $D$  обчислюється з розв'язку трикутника  $ABC$ :

$$d = D \cos \nu$$

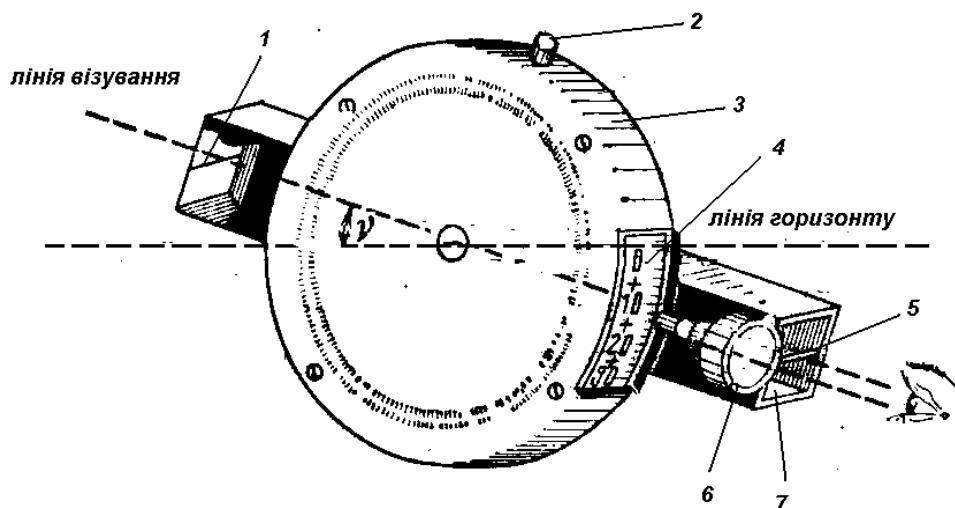
Іншими словами, горизонтальне проложення лінії  $d$  відрізняється від нахиленої віддалі  $D$  на величину  $\Delta d$  (рис. 2.2). Тобто, щоб визначити горизонтальне прокладення лінії слід від нахиленої віддалі відняти поправку  $\Delta d$ . Існують складені таблиці поправок, якими користуються на практиці.

Наближено кут нахилу можна виміряти і за допомогою звичайного транспортира з виском, що прикріплений до центра дуги транспортира. Діаметр транспортира наводять на віху, висота якої дорівнює висоті транспортира, а кут нахилу беруть зі шкали за ниткою з виском (рис. 2.3)



**Рис. 2.3. Вимірювання кута нахилу транспортиром і виском**

За схожим принципом побудовані екліметри, які мають дещо складнішу будову. Вони складаються з корпусу, в якому обертається вертикальний круг з поділками, візирної труби, очного та предметного діоптра.



**Рис. 2.4. Екліметр**

*(1 – предметний діоптр, 2 – фіксатор вертикального круга, 3 – корпус, 4- вертикальний круг з поділками, 5 – очний діоптр, 6 – луна круга, 7 – візирна труба)*

Для вимірювання горизонтальних кутів, які необхідні при для побудові планів малонаселених та лісових територій використовують бусоль або гоніометр. Знімання бусоллю називають напівінструментальним, оскільки для знімання використовують тільки ручні бусолі та землемірні стрічки (рулетки).

Перед зніманням проводять перевірки бусолі:

1. Шпиль, на якому обертається стрілка повинен бути досить гострим, а стрілка добре намагнічена.

Для перевірки даної умови дають стрілці набути стану спокою і знімають відлік з північного кінця. Після цього підносять до стрілки будь яку сталеву річ. Усунувши цю річ, стежать, як швидко зупиниться стрілка і на якій поділці. Якщо стрілка буде енергійно коливатись, але швидко набуде спокійного стану і північний кінець набуде попередній відлік, то зазначені умови вважаються виконаними. У протилежному випадку прилад віддають до спеціальної майстерні.

2. Магнітна стрілка має бути врівноважена.

Перевіряють цю умову встановивши бусоль в горизонтальне положення. Магнітна стрілка повинна бути паралельна дну бусолі. Якщо умова не виконана переміщують муфту у південному кінці стрілки, поки та не набуде горизонтального положення.

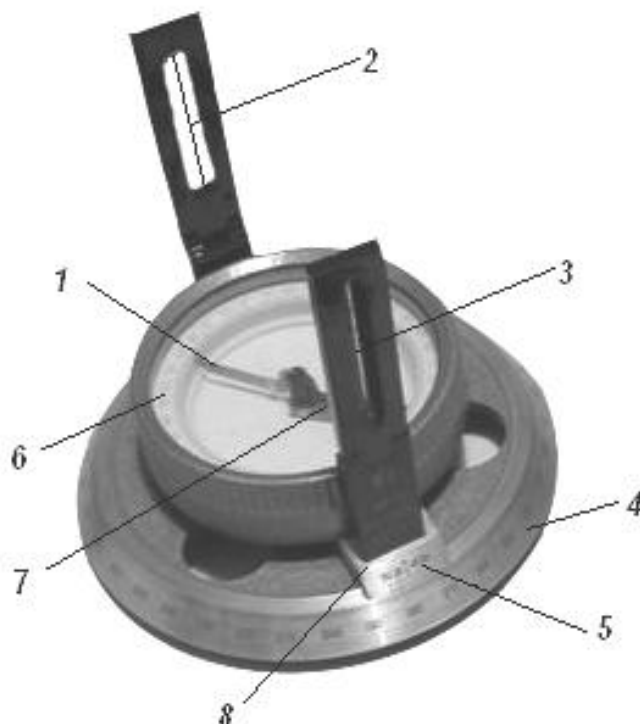
3. Стрілка не повинна мати ексцентриситету.

Дану умову перевіряють за допомогою відліків з двох кінців магнітної стрілки, які повинні співпадати за значенням.

4. Колімаційна площина діоптрів бусолі має проходити через нульовий діаметр кільця ( $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ).

З метою перевірки проектують нитку предметного діоптра на нульовий діаметр. Якщо проекція нитки збігається з вказаним діаметром, то умова виконується. В протилежному випадку переміщують градусне кільце бусолі до необхідного положення.

Для роботи бусоль (рис. 2.5) встановлюється на штативі, відкріплюють аретир (пристрій, що фіксує стрілку), дають заспокоїтися магнітній стрілці, потім суміщають з її кінцем нульовий діаметр румбів.



**Рис. 2.5. Бусоль БГ-1**

*(1- магнітна стрілка, 2 – нитка предметного діоптра, 3 – очний діоптр, 4- градусна шкала лімба, 5 – верньєр, 6- ромбічне кільце бусолі, 7 – аретир, 8 – лінійка алідади).*

Вимірювання слід починати з нульового відліку по лімбу, тоді процес визначення магнітного азимуту зводиться до візування на предмет місцевості крізь проріз очного діоптра ниткою предметного діоптра і взяття відліків на верньєрах. Верньєр як відліковий пристрій являє собою допоміжну шкалу, що має  $(n+1)$  поділок, загальна довжина яких відповідає довжині  $n$  поділок основної шкали. Нульовий штрих верньєра є відліковим.

Відлік за шкалою бусолі беруть так: спочатку визначають ціле число градусів за молодшим з двох штрихів лімба, між якими зупинився нульовий штрих верньєра і простежують всю шкалу верньєра для визначення того штриха, який збігається з яким-небудь штрихом лімба. Перед початком робіт бусоль перевіряють і в разі потреби юстирують.

Магнітні азимути та довжини ліній полігона вимірюють у прямому та зворотному напрямках, результати записують у журнал. Одночасно з вимірюванням ліній та азимутів з точок полігона проводять знімання місцевих предметів. З точок полігона знімання виконується способом азимутальних (кутових) засічок, а з ліній полігона – (у процесі вимірювання довжин ліній) – способом перпендикулярів, або ж полярним способом. Під час роботи на аркуші креслярського паперу ведуть абрис, де схематично зображують місцеві предмети і підписують виміряні відстані та магнітні азимути до них.

Ексерне знімання виконується на невеликій території із нескладною ситуацією. Для цього на ділянці будується знімальний хід із взаємно перпендику-

лярними сторонами (прямокутник). Довжини сторін вимірюються мірною стрічкою, а із характерних точок місцевості опускаються на лінію ходу перпендикуляри (спосіб ординат).

Екери застосовують для побудови на місцевості прямих кутів. Екери бувають 5 видів: хрестоподібні, дводзеркальні, призмненні, циліндричні та восьмигранні. Найпростіший – хрестоподібний екер – на двох взаємно перпендикулярних осях має пару тоненьких цвяшків. Якщо візувати вздовж однієї пари цвяшків, а потім, не зміщуючи екер, дивитися вздовж другої пари, то можна отримати два взаємно перпендикулярні напрями.

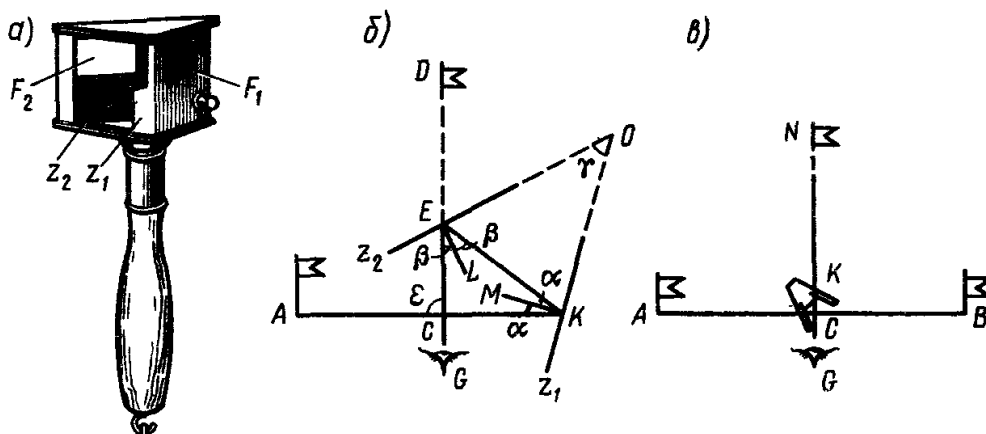


Рис. 2.6. Екер (а – загальний вигляд, б – принципова схема, в – встановлення перпендикуляра)

## Зміст роботи

### Завдання 2.1.

Вивчити будову бусолі БС-2, заповнивши таблицю за нижченаведеною формою:

№ вузла	Назва вузла	Призначення вузла

**Завдання 2.2.** Виконати перевірки бусолі і записати результати у таблицю:

Вимога	Перевірка	Виправлення
Шпиль, на якому обертається стрілка повинен бути досить гострим, а стрілка добре намагнічена.		
Магнітна стрілка		

має бути врівноважена.		
Стрілка не повинна мати ексцентриситету.		
Колімаційна площина діоптрів бусолі має проходити через нульовий діаметр кільця ( $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ).		

**Завдання 2.3.** Виконати вимірювання азимутів ліній (згідно індивідуального завдання) та горизонтального кута і записати результат виконання в таблицю:

Точка встановлення бусолі	Точка візування	Напрямок	Значення азимута (відлік)	Горизонтальний кут
1	2	1-2		
1	3	1-3		

### Контрольні питання до роботи:

1. Суть лінійних вимірів.
2. Провішування ліній.
3. Прилади для лінійних вимірювань.
4. Провішування ліній через яр чи пагорб.
5. Вимір ліній мірною стрічкою.
6. Визначення кута нахилу (крутизни) схилу.
7. Прилади для виміру вертикальних кутів.
8. Призначення екліметра та екера.
9. Будова і призначення бусолі.
10. Суть бусольного знімання.
11. Вимір горизонтальних кутів бусоллю.
12. Перевірка бусолі.

### Лабораторне заняття № 3.

## ОБЧИСЛЕННЯ В ЖУРНАЛІ БУСОЛЬНОГО ЗНІМАННЯ ТА ПОБУДОВА ПЛАНУ ЗА РУМБАМИ

**Мета роботи:** вивчити залежність між азимутами та румбами, навчитись розраховувати азимут сторін полігону за азимутом початкової лінії та внутрішніми кутами, навчитись будувати план місцевості за румбами.

**Прилади і матеріали:** аркуші білого ватману формату А4, гумка, прості олівці, косинець, транспорир, циркуль, вимірник, чорна та червона гелева авторучка.

### Теоретичні відомості

Під час бусольного знімання проводять знімання ситуації з ліній, розміщених на межі ділянки, вимірюють внутрішні кути полігону, довжини ліній та їх ухили. Одержані при цьому результати наносяться на абрис, що являє собою схематичну замальовку ситуації яка знімається. Подальша обробка матеріалів бусольного знімання полягає в обчисленні середніх значень азимутів чи румбів.

Азимутом лінії називається горизонтальний кут, що відраховується від північного напрямку меридіана за ходом годинникової стрілки до напрямку даної лінії. Якщо лінія орієнтується відносно астрономічного меридіану, то азимут називають астрономічним, якщо ж відносно магнітного меридіану – магнітним азимутом.

Румбом називається горизонтальний кут, між найближчим (північним чи південним) напрямком меридіана і даною лінією. Назви румбів відповідають чвертям сторін світу, в яких лежить лінія. Зв'язок румбів та азимутів ілюструє рис. 3.1.

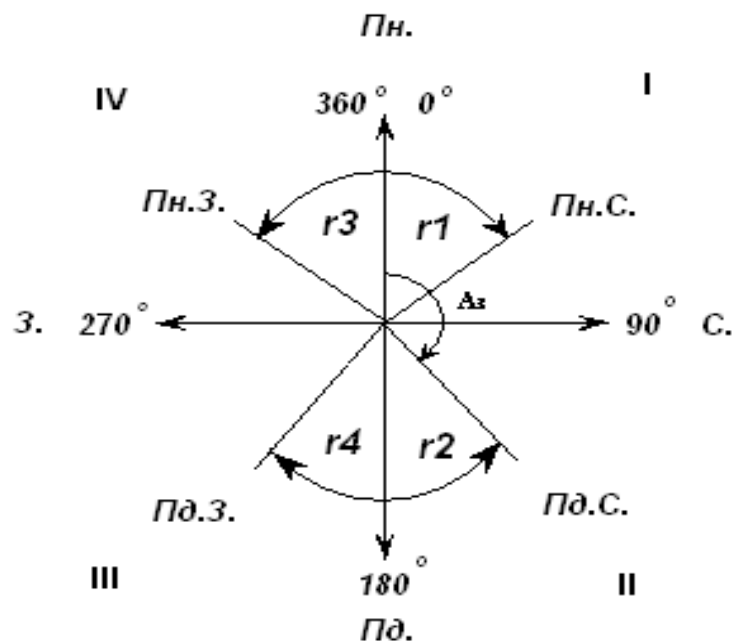


Рис. 3.1. Залежність між азимутами і румбами

Знаючи азимут ліній можна обчислити румби і навпаки (табл. 2).



Таблиця 2

## Залежність між румбами і азимутами

Чверть	Назва румба	Залежність між $r$ і $A_z$
I	Пн. С.	$r_1 = A_z$
II	Пд. С.	$r_2 = 180^\circ - A_z$
III	Пд. З.	$r_3 = A_z - 180^\circ$
IV	Пн. З.	$r_4 = 360^\circ - A_z$

Якщо при зніманні заміряно азимути напряму однієї лінії і всі внутрішні кути полігону, то можна послідовно обчислити азимути наступних ліній за формулою:

$$A_{i+1} = A_i + 180^\circ - \beta,$$

де:  $\beta$  – внутрішній кут,  $A_i$  – азимут початкової лінії.

Приклад розрахунку журналу бусольного знімання наведено в табл. 3.

Таблиця 3

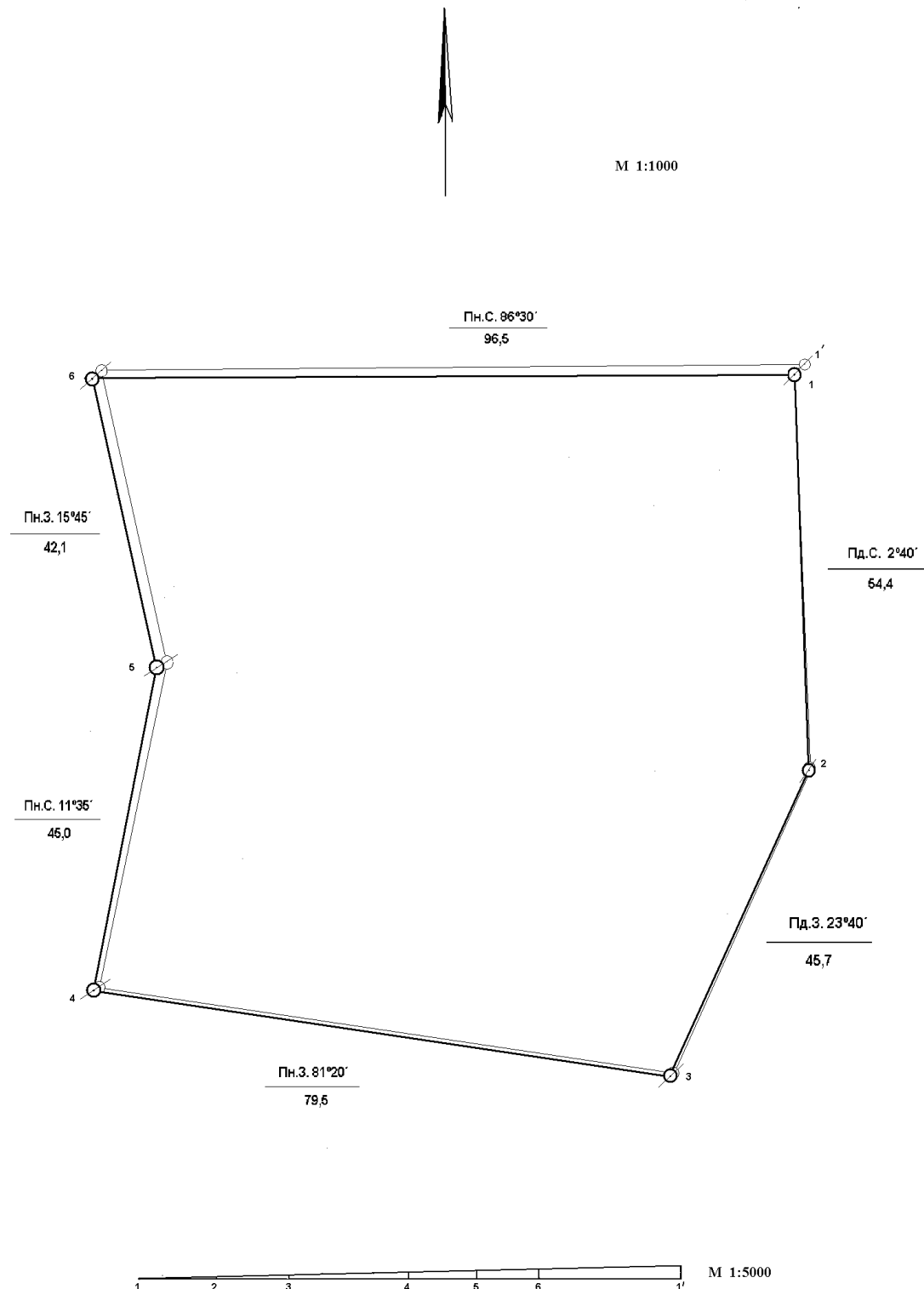
## Журнал бусольного знімання

№ то- чок	Виміряні кути		Азимути		Румби			Горизонталь- ні проекції ліній, м
	°	'	°	'	назва	°	'	
1	89	10						
			177	20	Пд. С.	2	40	54,4
2	153	40						
			203	40	Пд. З.	23	40	45,7
3	105	00						
			278	40	Пн.З.	81	20	79,5
4	87	05						
			11	35	Пн.С.	11	35	45,0
5	207	20						
			344	15	Пн.З.	15	45	42,1
6	77	45						
			86	30	Пн.С.	86	30	96,5
1								

Для складання плану бусольного знімання спочатку на аркуші цупкого паперу наносять точки робочої основи (точки полігону). Полігон будують у масштабі плану за магнітними румбами і довжинами ліній. Щоб не допустити великої похибки під час побудови полігона, роблять так. Посередині аркуша проводять вертикальну лінію, яка утворює напрям магнітного меридіана. Звіряючись з абрисом, визначають положення першої точки з таким розрахунком, щоб увесь полігон розмістився посередині аркуша. Для побудови напряму 1-2 позначають посередині вертикальної лінії точку 0, прикладають до лінії транспортир так, щоб його центр припав на точку 0 доти, доки відлік за його дугою, що відповідає значенню румба лінії 1-2, не збіжиться з вертикальною лінією. За допомогою лінійки та косинця, який пересувають уздовж неї, передають визначений напрям до точки 1 і прокреслюють його олівцем. На побудованій лінії

відкладають у масштабі плану довжину сторони 1-2 і отримують положення точки 2. Потім аналогічно наносять лінію 2-3 та решту сторін полігона.

Похибки у проведенні напрямів і відкладанні довжин ліній можуть призвести до незбігу початкової (1) та кінцевої (1') точок полігона. Величину незбігу називають графічною неув'язкою. Неув'язку вважають допустимою, якщо її величина в масштабі побудови не перевищує  $1/200-1/300$  периметра полігона.



*Рис. 3.2. План за румбами*

Виправлення положення точок полігона (розподіл графічної неув'язки) проводять методом паралельних ліній. Для цього на прокресленій горизонтальній лінії у довільному масштабі відкладають відрізки сторін полігона. На перпендикулярі до лінії в точці 1 (кінцевій) відкладають відрізок, довжина якого відповідає неув'язці у масштабі побудови полігона. – відрізок  $1-1^1$ . Сполучають початкову точку 1 і точку  $1^1$  прямою, одержуючи прямокутний трикутник  $111^1$ . У кожній позначеній точці прямої  $1-1$  будують перпендикуляри до перетину з лінією  $1-1^1$ . Відрізки між прямими  $1-1$  і  $1-1^1$  є графічними поправками до положення відповідних точок полігона на плані. Потім через кожну точку полігона проводять лінії, паралельні неув'язці  $1-1^1$ . На цих лініях від точок полігона відкладають відповідні графічні поправки у напрямі, за яким слід змістити точку  $1^1$  до її з'єднання з точкою 1. Нові положення точок полігона приймають за остаточні й виконують чистове оформлення побудови.

### **Зміст роботи**

**Завдання 3.1.** Розрахувати журнал бусольного знімання (за індивідуальним завданням початкового азимута) в якому виконати обчислення азимутів та румбів замкнутого бусольного ходу. Значення румбів кожної лінії показати окремою схемою. Приклад розрахунку бусольного знімання показано у табл.3.

**Завдання 3.2.** За даними румбів та горизонтальних проекцій ліній індивідуального завдання побудувати замкнений бусольний хід в масштабі 1:1000 та виконати розподіл лінійної неув'язки способом паралельних ліній побудувавши трикутник поправок у масштабі 1:5000. Приклад побудови плану зображено на рис.3.2. Оформити роботу згідно додатку.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Азимут. Магнітний азимут. Астрономічний азимут.
2. Румб лінії. Зв'язок румбів та азимутів.
3. Яке максимальне значення румба?
4. Обчислення азимутів ліній полігону, при відомих внутрішніх кутах.
5. Контроль в обчисленні азимутів ліній замкнутих полігонів.
6. Чому дорівнює теоретична сума внутрішніх кутів замкнутого полігону?
7. Особливості побудови плану за румбами.
8. Що таке графічна неув'язка?
9. Яка допустима графічна неув'язка при побудові плану за румбами?
10. Метод розподілу графічної неув'язки.
11. Що називають горизонтальною проекцією лінії?
12. Що називають абрисом?

## Лабораторне заняття № 4.

### ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТЕОДОЛІТІВ. ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ.

**Мета роботи:** вивчити будову теодолітів та їх призначення, знати перевірки теодолітів, навчитись вимірювати горизонтальні кути.

**Прилади та матеріали:** теодоліти ТТ- 5 та Т-30, триноги, віхи.

#### Теоретичні відомості

Для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів і відстаней в геодезії використовують теодоліт. Основними частинами даного приладу (рис. 4.1.) є горизонтальний кутомірний круг (7), вертикальний кутомірний круг (3), зорова труба (4), яка кріпиться на колонках, циліндричний рівень (5). Кутомірні круги (лімби) мають співвісні з ними алідади (6), з відліковими пристроями. До алідади кріпиться підставка зорової труби (2).

Теодоліт кріпиться на штативі підставкою із трьома підйомними гвинтами (1). Лімб (7), який служить для вимірювання горизонтальних кутів має рівномірну кутову шкалу. Шкала виконана радіальними штрихами з позначенням градусних поділок за годинниковою стрілкою. Довжина дуги лімба між двома сусідніми штрихами в градусному вимірі має назву ціни поділки лімба.

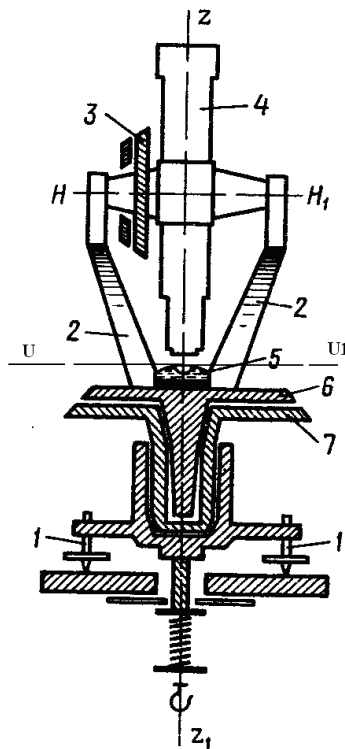
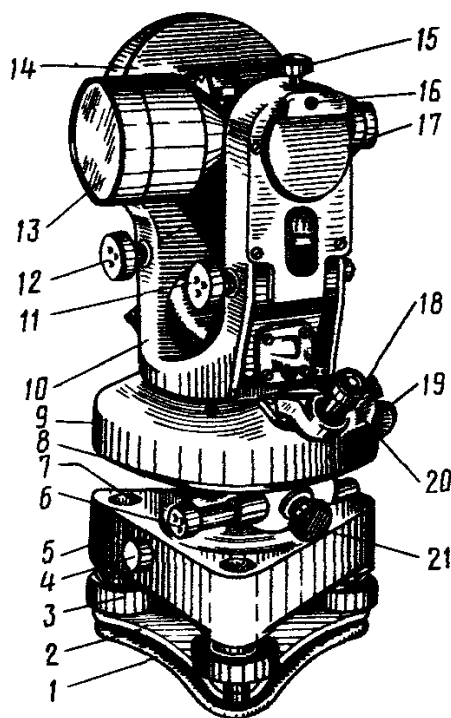


Рис. 4.1. Схема теодоліта

При обертанні зорової труби навколо горизонтально встановленої осі  $HH_1$  відтворюється вертикальна площина, що називається колімаційною. Осі лімба й алідади повинні збігатися, причому вісь обертання алідади  $ZZ_1$  нази-

вається основною або вертикальною віссю приладу. Вісь  $UU_1$  – вісь циліндричного рівня.

Вісь горизонтального круга збігається із вертикальною віссю, навколо якої обертається прилад. Горизонтальна вісь з'єднує зорову трубу і вертикальний круг з алідадою, при цьому труба і круг насаджені на вісь наглухо, а алідада з відліковим пристроєм – вільно. Зорова труба обертається навколо осі через зеніт, тому вертикальний круг може знаходитися справа від труби (це положення "круг право" – КП) та зліва (положення "круг зліва" – КЛ). На рис. 4.2. зображено теодоліт ТТ-5 в положенні КП.



**Рис. 4.2. Теодоліт ТТ-5**

*1- пластинка для піднімальних гвинтів; 2 – пружна пластинка, 3 – піднімальний гвинт; 4 – закріпний гвинт; 5 – тригер; 6-навідний гвинт лімба; 7– гайка піднімального гвинта, 8 – лімб; 9 – кожух; 10 – підставка горизонтальної осі зорової труби;*

*11 – навідний гвинт зорової труби; 12 – те ж, алідади вертикального кола; 13 – об'єктив зорової труби; 14 – вертикальний круг; 15 – закріпний гвинт зорової труби; 16 – отвір для кріплення коробки орієнтир-бусолі; 17 – окуляр; 18-19 – закріпний і навідний гвинти алідади горизонтального кола; 20 – нерухлива луна; 21 – закріпний гвинт лімба.*

Лімб закріплюється затискним гвинтом, а мікрометричним або навідним гвинтом наводиться точно на потрібну точку. Аналогічно є затискний та мікрометричний гвинти алідади.

Зорова труба закріплюється затискним гвинтом, а мікрометричним наводиться точно на предмет у вертикальній площині. Спеціальним кільцем проводиться фокусування. До кожуха вертикального круга може кріпитись бусоль. Труба служить для розглядання предметів, розташованих на відстані. Складовими частинами труби є об'єктив та окуляр. В сучасних приладах застосовано внутрішнє фокусування, завдяки чому труба герметична і в процесі фокусування не змінює своєї довжини. Установку зорової труби для спостереження (фокусуван-

ня) виконують "по оку" обертанням окулярного кільця до отримання чіткого зображення сітки ниток і "по предмету" зміною положення фокусуєної лінзи за допомогою кремальєри до отримання чіткого зображення об'єктів спостереження. Розташування кремальєри залежить від конструкції приладу: у теодоліта Т5 – це ребристе кільце на зоровій трубі, у теодолітів Т5К, Т30 – гвинт кремальєри через порожнисту горизонтальну вісь приладу виведений на колонку. У передній фокальній площині окуляра розташована сітка ниток, яка дає змогу окрім візування напрямів визначати відстані за допомогою ниткового віддалеміра.

Вертикальний круг приладу має подібну будову до горизонтального. Вісь обертання лімба та алідади співпадають.

Верхня частина теодоліта з'єднана із алідадою, на двох протилежних секторах якої нанесена шкала верньєра (ноніус). Верньєр і частина лімба спостерігається у спеціальних віконцях. Відліки беруться за допомогою спеціальних луп (див. рис. 4.2).

Відліковий пристрій алідади має можливість визначати положення відлікового індексу на поділках лімба та збільшити зображення шкали для полегшення зняття відліків. Під відліком розуміють величину дуги між нульовим штрихом шкали лімба і відліковим індексом алідади. Загалом відліковий індекс займає положення між штрихами лімба, один із яких називають молодшим, другий – старшим. Відлік по лімбу складається із суми цілих поділок лімба від початку шкали до молодшого штриха та частини поділки між молодшим штрихом та відліковим індексом.

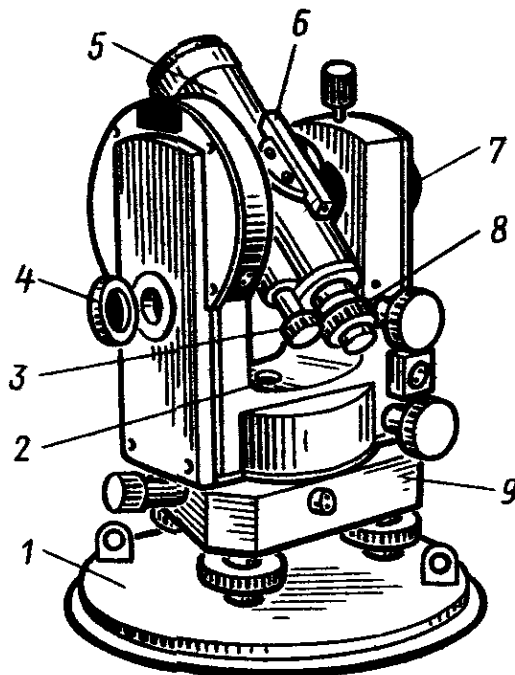
Верньєр служить для точнішого вимірювання кутів. На лімбі горизонтального круга нанесені поділки (на теодоліті ТТ-5 – через 20'). Підписані тільки десятки градусів (за ходом годинникової стрілки). На верньєрі нанесена певна кількість поділок (на ТТ-5 – їх двадцять). Відліки знімаються одночасно на двох верньєрах: на першому – градуси, хвилини та секунди (наприклад,  $40^{\circ}09'00''$ ), на другому – тільки хвилини та секунди ( $10'0''$ ). Із отриманих двох значень береться середнє ( $40^{\circ}09'30''$ ). Зорова труба служить візиром для наведення на предмет (віху чи рейку). Влаштована за астрономічним принципом. Вона складається із окуляра, об'єктива і системи лінз. Об'єктив дає дійсне, обернене зображення. Сітка ниток складається із однієї вертикальної та трьох горизонтальних ліній.

Нові модифікації теодолітів, які випущені у період з 1970 р. до 1990 р., є оптичними і влаштовані так, що зображення шкал із горизонтального та вертикального скляних кругів передаються на мікроскоп, який знаходиться поруч із зоровою трубою (рис. 4.3.). Це підвищує точність і зручність у роботі з приладом – у полі зору мікроскопа спостерігаються відліки одразу із двох кругів

Оптичні теодоліти зручні в експлуатації, забезпечують більше високу продуктивність, менше стомлюють спостерігача у процесі роботи.

Теодоліт Т-30 – це оптичний теодоліт (рис. 4.3). Підставка теодоліта (1), з якою скріплений тригер (9), одночасно служить дном футляра. Це не тільки знижує масу інструмента, але й створює додаткові зручності в експлуатації, тому що дає змогу закривати прилад футляром, не знімаючи його зі штатива при переході із точки на точку.

Зорова труба (5) обладнана оптичним візиром (6) для наближеного наведення труби на спостережуваний предмет. Фокусування зорової труби здійснюється обертанням кремальєри (7). Установку зорової труби до ока здійснюють обертанням діоптрійного кільця (8).



*Рис. 4.3. Теодоліт Т-30*

Теодоліт Т-30 не має рівня при вертикальному колі. Його заміняє рівень при горизонтальному колі, розташований перпендикулярно осі обертання труби.

Для центрування теодоліта використовують зорову трубу, що встановлюють вертикально (об'єктивом долілиць) і через отвір (2) візують на знак закріплення вершини кута.

Зорову трубу можна переводити через зеніт обома кінцями.

Поруч із окуляром зорової труби розташований мікроскоп (3). Для висвітлення відлікового пристосування використовують дзеркало підсвічування (4).

На рис. 4.4.а. показане поле зору відлікового мікроскопа Т-30 У верхню частину поля зору, відзначену буквою В, проєктуються штрихи вертикального кола, а в нижню, відзначену буквою Г, штрихи горизонтального кола. Штрихи обох кіл розділені перемичкою. Відлік по вертикальному колу на рис. 4.4.а. дорівнює  $358^{\circ}48'$ , відлік по горизонтальному колу –  $70^{\circ}05'$ .

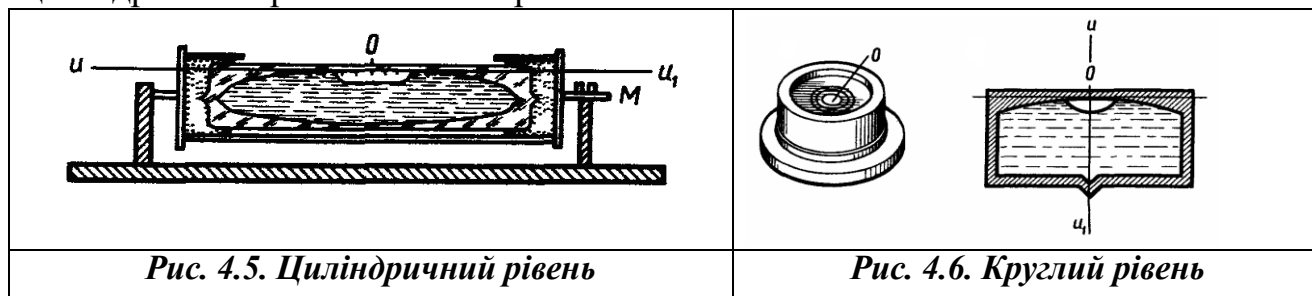
Теодоліт Т-15 – оптичний шкаловий теодоліт (рис. 4.4.б.). Відліки по кутомірних колах роблять за допомогою мікроскопа по одній стороні кутомірного кола. Середня квадратична погрішність виміру горизонтальних кутів з одного прийому становить  $15''$ , а вертикальних- $20''$ . У поле зору мікроскопа видні одночасно зображення штрихів обох кутомірних кіл. Кутомірні кола розділені через  $1^{\circ}$ , кожний штрих оцифрований. У верхній і нижній половинах поля зору мікроскопа перебувають дві шкали, що мають по 60 основних розподілів і по 2 додаткові. Похибка відлічування по шкалах становить близько  $0/1(6'')$ .

На рис. 4.4.б. по горизонтальному колу значення дорівнює  $174^{\circ}55'$ , а по вертикальному –  $2^{\circ}05'$ .



**Рис. 4.4. Поле зору теодолітів: а) Т-30; б) Т-15**

Для встановлення теодоліта (або його окремих частин) у правильне положення відносно горизонтальної площини служить система рівнів. Рівні бувають циліндричні (рис 4.5.) та круглі (рис. 4.6.). Теодоліти обладнані переважно циліндричними рівнями. Амбула такого рівня являє собою заповнену сірчанним ефіром або етиловим спиртом скляну трубку з веретеноподібною внутрішньою поверхнею. Пара заповнюючої рідини утворює бульбашку рівня. З зовнішнього боку ампули наносять шкалу з ціною поділки від 1" до 2'. Центр шкали вважають за нуль-пункт. Якщо бульбашка рівня знаходиться у нуль-пункті, то вісь циліндричного рівня займає горизонтальне положення.



Круглий рівень застосовують лише на деяких типах теодолітів, де він відіграє допоміжну роль установчого рівня.

За точністю теодоліти поділяються на ряд груп: технічні, точні, високоточні. У топографічних роботах широкого застосування набули технічні теодоліти, які дають змогу визначати кути з середньою квадратичною похибкою від 10" до 30". До цієї групи належать вітчизняні теодоліти Т15, Т30, 2Т30 та інші. Похибки вимірювання кутів точними теодолітами становлять від 2" до 10", високоточними – від 0,5" до 1". Використовують ці прилади при побудові державної геодезичної мережі.

За конструкцією відлікових пристроїв всі сучасні теодоліти оптичні. Вони замінили верньєрні прилади, в яких відлік визначався безпосередньо за шкалою лімба за допомогою вставлених у певних місцях луп.

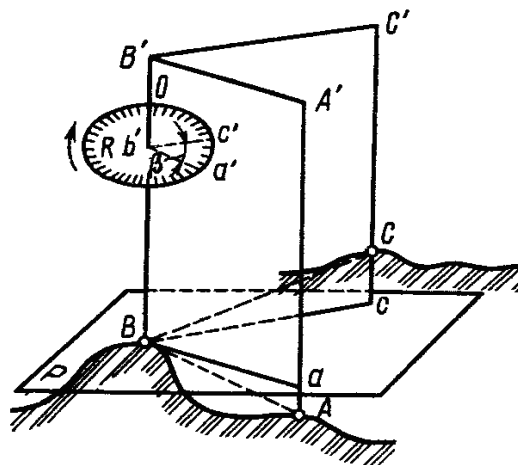
Виділяють також групу спеціалізованих теодолітів, до яких відносяться лазерні теодоліти, кодові теодоліти, гіртеодоліти, радіотеодоліти, кінотеодоліти та прилади супутникової геодезії. Лазерні скануючі теодоліти дають змогу автоматично виконувати ряд операцій, до яких входить пошук цілі та наведення на неї, реєстрація та обробка результатів вимірювань. Швидкість вимірювань



досягає кількох сот за секунду і практично не залежить від числа цілей, які спостерігаються. Кодові теодоліти містять перетворювач "кут-код". Результати вимірювань кутів, подані у вигляді визначеного коду, реєструються на табло, перфострічці або магнітній стрічці, пристосованих для безпосереднього введення їх до ЕОМ. В гіртеодоліті конструктивно поєднані гіроскоп, який є датчиком напрямку географічного меридіана, та кутомірний прилад.

Перед початком польових робіт виконують перевірки теодоліта, тобто встановлюють, чи відповідає стан приладу основним геометричним умовам. Якщо геометричні умови не витримуються, проводять юстирування (регулювання) приладу

Горизонтальні кути в топографії вимірюють переважно методом прийомів. Вимірювальний кут позначають на земній поверхні трьома точками, наприклад  $A$ ,  $B$  і  $C$  (див. рис. 4.7), які закріплюють кілками із забитими в торець цвяхами, що саме й визначають положення точок на місцевості. Точки  $A$  і  $C$  вибирають так, щоб забезпечити видимість головок цвяхів при наведенні на них зорової труби теодоліта, встановленого у точці  $B$ . За точками  $A$  і  $C$  (відносно точки  $B$ ) у створі вимірюваних напрямів ставлять віхи для швидкого відшукування закріплених точок.



**Рис. 4.7. Схеми виміру горизонтального кута**

Для вимірювання горизонтальних кутів:

- 1) інструмент встановлюється (центрується за допомогою виска; вістря виска повинно майже дотикатися до головки цвяхка; на сучасних теодолітах – за допомогою кругового рівня) над закріпленою на місцевості точкою – вершиною попередньо створеного теодолітного полігона (багатокутника);
- 2) горизонтальний круг приводиться в горизонтальне положення за допомогою трьох підйомних гвинтів нижньої частини теодоліта і орієнтується за бусоллю за магнітним меридіаном;
- 3) закріплюється лімб;
- 4) відпускається затискний гвинт аліади і прилад наводиться на точку справа ( $A$ ), береться відлік з горизонтального круга;
- 5) відпускається аліада і наводиться на точку зліва ( $C$ ) і береться інший відлік з горизонтального круга; за різницею двох відліків (при візуванні на точку  $A$  і точку  $C$ ) отримують горизонтальний кут між точками –  $CBA$ ; При цьому вертикальний круг теодоліта знаходився справа від спостерігача (КП – круг

справа). Цим завершився перший напівприйм у визначенні горизонтального кута;

б) нижня частина приладу – лімб – збивається на певний кут (приблизно на  $10^\circ$ ), труба приладу переводиться через зеніт; при цьому вертикальний круг опинився зліва від спостерігача (КЛ – круг зліва);

7) аналогічно знімаються відліки на точку справа (А) і на точку зліва (В). За різницею цих двох відліків отримують горизонтальний кут;

8) із двох отриманих кутів – при КП і КЛ – беруть середнє значення.

Результати виміру кута методом прийомів ілюструє табл. 4.1.

**Таблиця 4.1**

**Вимірювання кута методом прийомів**

Номер прийому	Точка стояння	Точка спостереження	Кут	Відліки з горизонтального круга	Горизонтальні кути	
					виміряні	середній
1	С	А	КП	113°49'	81°38'	81°38,5'
		В		32°11'		
		А	КЛ	295°17'	81°39'	
		В		213°38'		

**Зміст роботи**

**Завдання 4.1. Вивчити будову теодоліта Т -30, результати оформити у вигляді таблиці**

№ вузла	Назва вузла	Призначення вузла

**Завдання 4.2.** Ознайомитись з розташуванням геометричних осей в теодолітах, замалювати у робочий зошит принципову схему розташування основних осей теодоліта.

**Завдання 4.3.** Виконати перевірки теодоліта і записати результати виконання у таблицю за формою:

Вимога	Перевірка	Виправлення
1. Перевірка установчого циліндричного рівня		
2. Перевірка візирної осі зорової труби		
3. Перевірка осі обертання зорової труби		
4. Перевірка сітки ниток зорової труби		

**Завдання 4.4.** Встановити теодоліт у робоче положення, взяти встановлені викладачем відліки, виміряти горизонтальний кут (за

індивідуальним завданням). Результати вимірів записати в журнал вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів за формою:

Станція	Точки наведення	Положення горизонтального круга	Відліки з горизонтального круга		Горизонтальний кут		Середнє значення кута	
			°	'	°	'	°	'

### Контрольні питання до роботи:

1. Призначення теодолітів та їх точність.
2. Основні частини теодоліта.
3. Осі теодоліта та правильність їх положення.
4. В чому полягає суть виміру горизонтального кута.
5. Суть методу прийомів.
6. Перевірка циліндричного рівня теодоліта.
7. Колімаційна помилка та її виявлення.
8. Підготовка теодоліта до роботи.
9. Лімба та його призначення.
10. Призначення аліади теодоліта.
11. Особливості та призначення зорової труби.
12. Особливості будови теодоліта Т-30.
13. Призначення верньєрів.
14. Вимірювання магнітного азимута бусоллю.

## Лабораторне заняття № 5.

### СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ

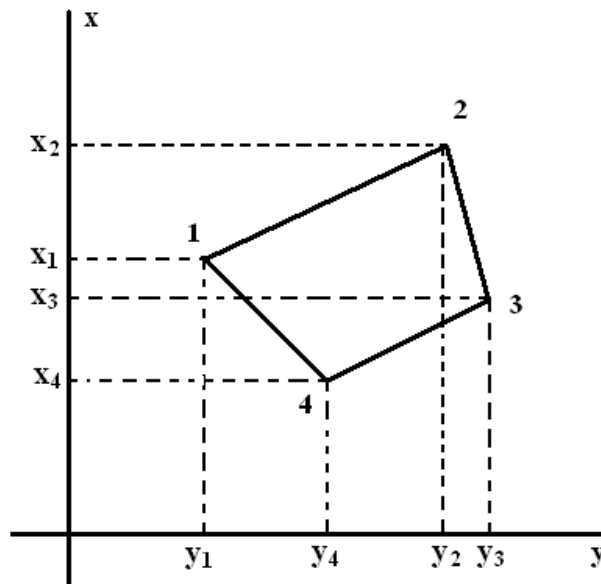
**Мета роботи:** вивчити способи визначення площ на картах і планах.

**Прилади і матеріали:** полярний планіметр, косинець, лінійка, простий олівець, калькулятор.

#### Теоретичні відомості

Залежно від господарського значення ділянок і контурів, їх форми, розмірів, наявності планів і карт застосовують такі методи визначення площ:

1. **Аналітичний** – суть методу полягає у визначенні площ за результатами вимірювань ліній та кутів на місцевості з використанням геометричних формул. Тобто великі ділянки розбивають на прості геометричні фігури і визначають загальну площу як суму площ окремих фігур. Площі великих ділянок можна вирахувати використовуючи координати вершин полігону (рис. 5.1.)



*Рис 5.1. Обчислення площі аналітичним способом*

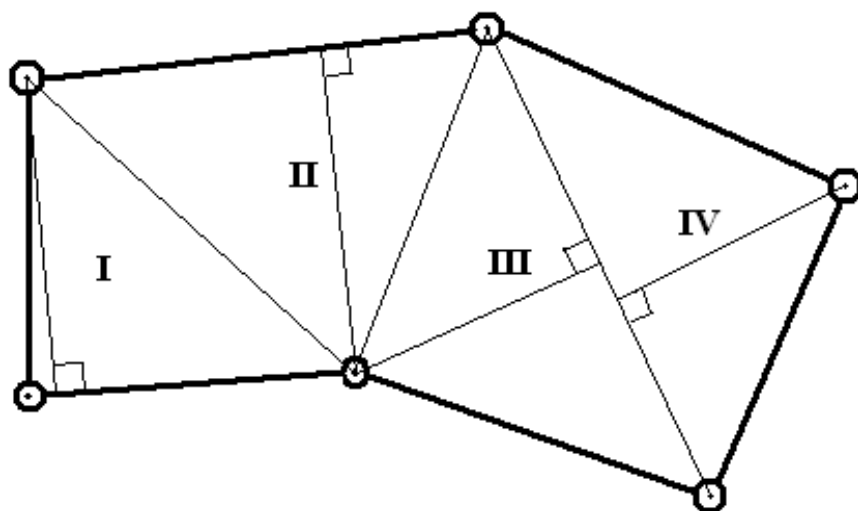
Для обчислення площі полігону з відомими координатами користуються наступною формулою:

$$2S = \sum_{i=1}^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1}),$$

де: подвоєна площа полігону ( $S$ ) дорівнює сумі добутків кожної ординати ( $y_i$ ) на різницю абсцис попередньої ( $x_{i-1}$ ) і наступної ( $x_{i+1}$ ) точки.

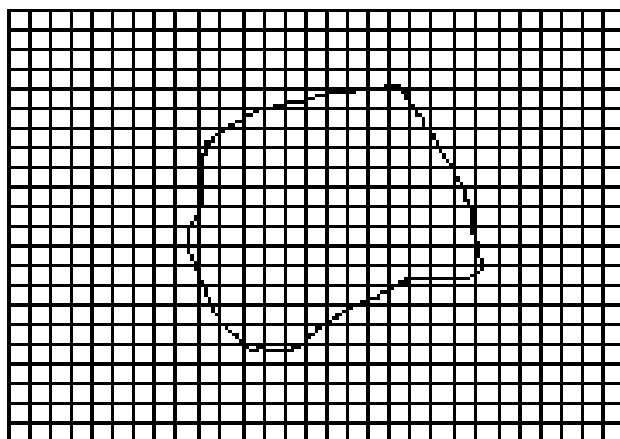
Даний спосіб є найбільш точним, оскільки на точність впливають лише похибки вимірювань на місцевості, а не похибки при складанні планів чи карт, деформація паперу.

2. **Графічний** – площі визначають за результатами вимірювань ліній з плану чи карти. Ділянка, що зображена на карті чи плані розбивається на прості геометричні фігури I, II, III, IV (рис. 5.2), переважно трикутники, з подальшим визначенням їх площ. Сума площ простих фігур дає площу всієї фігури.

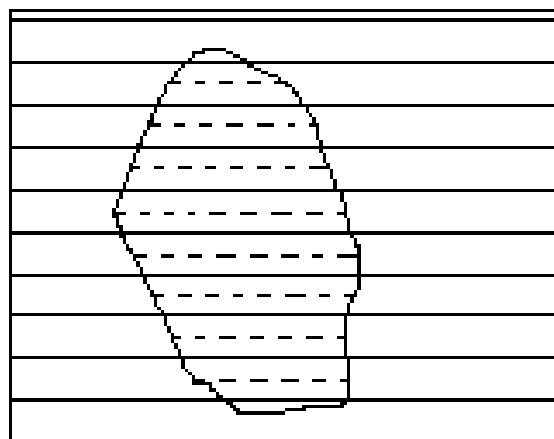


**Рис. 5.2. Визначення площі ділянки на плані графічним способом**

До графічного способу відноситься також спосіб з використанням палетки. Даний спосіб використовують коли ділянки мають не прямолінійні контури. Використовують квадратні та паралельні палетки (рис. 5.3). Квадратна палетка представляє собою сітку взаємно перпендикулярних ліній нанесених на восковому папері чи прозорій плівці через 1 чи 2 мм. Площа ділянки розраховується як сума клітинок, що попали на план при накладанні палетки. Частини клітинок, що розсікаються контуром ділянки враховуються на око.



а)



б)

**Рис. 5.3. Визначення площі ділянки з допомогою квадратної (а) та паралельної палетки (б)**

Суть обчислення площі ділянки з допомогою паралельної палетки зводиться до вимірювання середніх ліній трапецій, що утворюють паралельні лінії палетки і контур ділянки. Площа ділянки розраховується як добуток віддалі між паралельними лініями палетки (який є сталим) на суму середніх ліній трапецій плюс площа відтинків контура, що не утворюють трапецій.

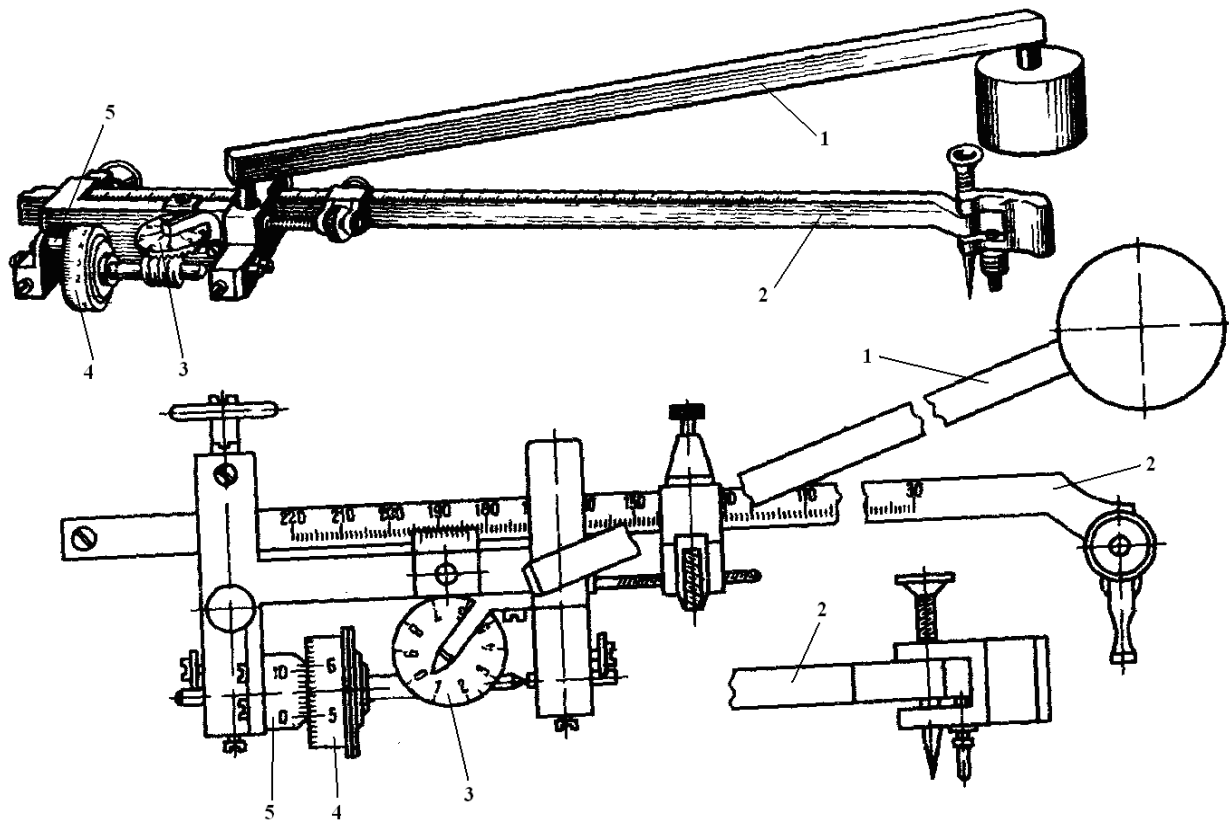
**3. Механічний спосіб** – полягає у визначенні площ за планом чи картою з допомогою спеціальних приладів – планіметрів.

Полярний планіметр складається з двох важелів – полюсного (1) і обвідного (2) та обчислювального пристрою (рис. 5.4). Обчислювальний пристрій

складається з циферблата (3), що поділений на 10 поділок, лічильного ролика (4), циліндрична поверхня якого поділена на 100 частин, і ноніуса (5), за допомогою якого беруть відлік в десятих частках поділки лічильного ролика. При одному оберті лічильного ролика циферблат повертається на одну поділку, тобто відлік з лічильного пристрою являє собою чотиризначне число. На рис. 5.4 відлік дорівнює 0498. Для визначення площі ділянки користуються наступною формулою:

$$S = \tau(n_k - n_n),$$

де:  $n_k$ ,  $n_n$  – відповідні відліки до і після обведення всього контуру;  $\tau$  – ціна поділки планіметра.



**Рис. 5.4. Полярний планіметр**

Ціну поділки планіметра визначають шляхом обведення контуру ділянки, площа якої може бути обчислена за правилами геометрії (квадрат, круг тощо). Звідси:

$$\tau = \frac{S}{n_k - n_n}.$$

Перед початком роботи планіметр перевіряють. Він має відповідати таким вимогам:

1. Лічильний ролик планіметра має вільно і плавно повертатись без бічних коливань, а простір між барабаном ролика і ноніусом не повинен бути більшим за товщину тонкого паперу. Регулювання виконують спеціальними гвинтами.

2. Площина лічильного ролика має бути перпендикулярною до осі обвідного важеля.

Перевірку виконують обведенням однієї і тієї самої площі при двох положеннях планіметра: коли шарнір важелів розміщується від лінії полюса і обвідного шпильки праворуч і коли шарнір знаходиться від цієї лінії ліворуч. Різниця відліків в обох випадках не повинна перевищувати 2-3 поділки. Якщо вказана різниця недопустима, то такий прилад слід виправити у спеціальній майстерні.

### **Зміст роботи**

**Завдання 5.1.** Ознайомитися з будовою полярного планіметра.

**Завдання 5.2.** Визначити площу плану за румбами (з лабораторної роботи № 3) графічним способом та за допомогою палетки в м<sup>2</sup> та га.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Методи визначення площ.
2. Суть аналітичного методу визначення площ.
3. Палетки та їх використання.
4. Суть графічного способу визначення площ.
5. Визначення площі за допомогою паралельної палетки.
6. Механічний спосіб визначення площ.
7. Будова полярного планіметра.
8. Взяття відліків з відлікового пристрою планіметра.
9. Перевірки планіметра.

## Лабораторне заняття № 6.

### ВИВЧЕННЯ БУДОВИ НІВЕЛІРІВ, ЇХ ПЕРЕВІРКИ ТА ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ НА СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО НІВЕЛЮВАННЯ

**Мета роботи:** ознайомитись з будовою нівелірів Н-3 та НЗК, навчитись визначати перевищення на станції технічного нівелювання.

**Прилади та матеріали:** нівеліри Н-3 та НЗК, триноги, нівелірні рейки.

#### Теоретичні відомості

Положення точки на земній поверхні визначається плановими координатами (в системі географічних чи прямокутних координат) та однією висотною. На топографічних картах показуються абсолютні висоти, тобто висоти відносно поверхні геоїда. Для проведення висотного знімання створюється державна висотна мережа. Комплекс вимірювальних робіт з визначення висотних характеристик топографічної поверхні чи роботи із визначення перевищень на місцевості називають нівелюванням. Воно застосовується: для отримання висот опорних точок державної геодезичної мережі; визначення висот точок місцевості при будь-яких дослідженнях; будівництві всіх видів; проведенні планово-висотного знімання.

Основними видами нівелювання є геометричне (виконується нівеліром, ватерпасом), тригонометричне (виконується екліметром, вертикальним кругом теодоліта, полягає у визначенні перевищень між точками за виміряними між ними відстанями й кутами нахилу з використанням тригонометричних формул) та фізичне (останнє поділяється на барометричне, яке виконується барометром-анероїдом, гідростатичне, механічне та аерорадіонівелювання).

У нівелірний комплект, що призначений для геометричного нівелювання входять нівелір тієї чи іншої конструкції, штатив, дві нівелірні рейки, нівелірні п'яти.

Нівеліри (від франц. *niveau* – рівень) за своїми конструктивними особливостями поділяються на дві групи: 1) із циліндричним рівнем (рівневі нівеліри); 2) із компенсаторами (пристрій у якому система лінз автоматично встановлює лінію візування в горизонтальне положення).

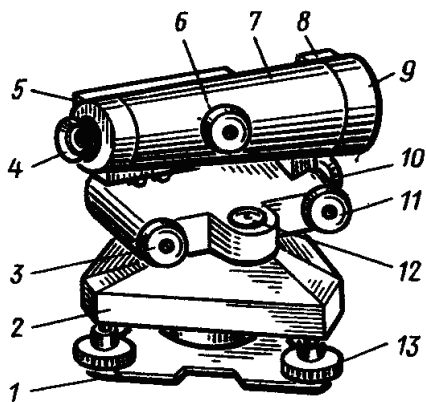
Нівелір (рис. 6.1) складається із трьох основних частин: зорової труби із сіткою ниток для зняття відліків; пристрою, головною частиною якого є циліндричний рівень, який дає горизонтальне положення лінії візування; підставки (триніжки) із підйомними гвинтами для приведення нижньої частини приладу в робоче, горизонтальне положення за допомогою круглого рівня (ампула круглого рівня має поділки, нанесені у вигляді кіл із загальним центром, що має назву нуль-пункт; ціна поділки – 2' і більше).

Нівелір Н-3 має збільшення зорової труби  $30\times$ , поле зору  $1^{\circ}20'$ , ціну розподілу циліндричного контактного рівня 15" на 2 мм. Його використовують для нівелювання IV класу й технічного нівелювання.

Для роботи нівелір Н-3 установлюють на штативі й закріплюють становим гвинтом. Круглий рівень 12 служить для приведення осі обертання приладу



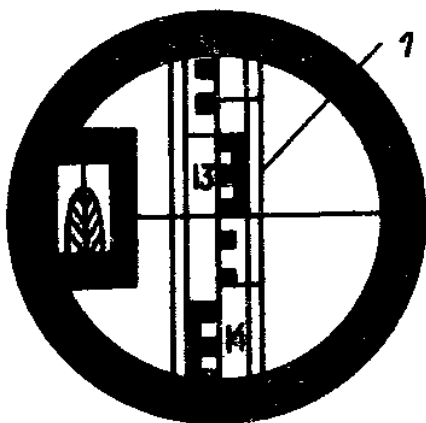
6. Найменша відстань візування становить 2 м.



**Рис. 6.1. Нівелір Н-3**

(1 – сталеві пластина підіймальних гвинтів; 2 – підставка; 3 – елевацийний гвинт; 4 – окуляр зорової труби; 5 – коробка циліндричного рівня; 6 – кремальєра; 7 – зорова труба; 8 – мушка зорової труби; 9 – об'єктив зорової труби; 10 – закріпний гвинт рівня; 11 – навідний гвинт; 12 – циліндричний рівень; 13 – підіймальний гвинт.)

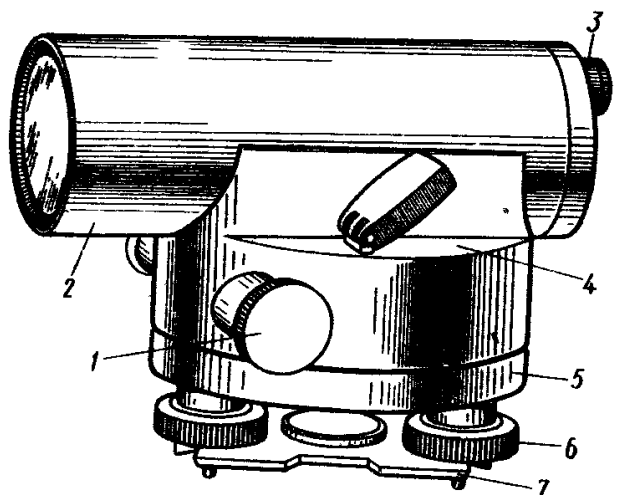
Приведення візирної осі в горизонтальне положення роблять за допомогою елеваційного гвинта 3 і циліндричного рівня, укладеного у коробку 5. Над рівнем розташований призмовий пристрій, що передає зображення бульбашки рівня у поле зору труби (рис. 6.2). У такий спосіб спостерігачу одночасно видно контактний рівень і нівелірну рейку, з якої береться відлік. При цьому зображення половинок кінців бульбашки рівня будуть утворювати у верхній частині один овал (сполучені) тільки в тому випадку, коли пухирець рівня перебуває в нуль-пункті (у середині). При нахилі осі рівня контакт порушується.



**Рис. 6.2. Поле зору нівеліра Н – 3 (1- нівелірна рейка)**

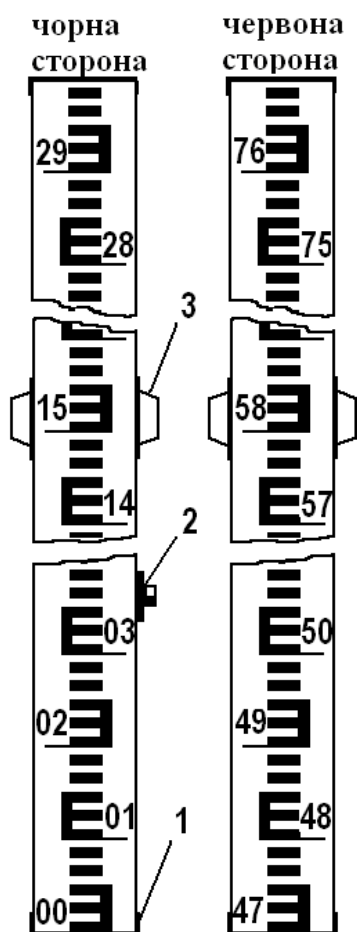
Нівелір Н-ЗК (рис. 6.3.) має основні параметри ті ж, що й нівелір Н-З. Вісь обертання приладу у приблизно стрімке положення приводиться за допомогою настановного круглого рівня. Точне приведення візирної осі в горизонтальне положення здійснюється компенсатором, основними частинами якого є

дві призми. Верхня призма закріплена нерухомо, а нижня підвішена на чотирьох сталевих нитках, що надає візирному променю горизонтальне положення.



**Рис. 6.3. Нівелір Н – 3К**

(1 – навідний гвинт; 2 – зорова труба з компенсатором; 3 – окуляр, 4 – круглий рівень із виправними гвинтами; 5 – підставка нівеліра; 6 – піднімальний гвинт, 7 – пружна пластина із втулкою.)



**Рис. 6.4. Нівелірна рейка**

Межа роботи компенсатора не менш 15'. Час загасання коливань підвісної системи не більше 2 с. Попереднє наведення візирного променя нівеліра на рейку здійснюється від руки, а точніше – обертанням нескінченного навідного гвинта. Наявність компенсатора підвищує продуктивність праці, а також дає можливість здійснювати нівелювання на хитких ґрунтах. Однак компенсаторні нівеліри досить чутливі до впливу різного роду динамічних навантажень (вібрацій).

Для нівелювання, крім нівелірів необхідними є нівелірні рейки (рис. 6.4.), які виготовляють з дерева чи спеціального сплаву – інвару. Нижню частину рейки, укладену в металеве обкуття, називають п'ятою 1 з якою звичайно збігається початок рахунку розподілів. Рейка має ручки 3, а для установки її у прямовисне положення – круглий рівень 2. Рейки називають одnobічними, якщо розподіли нанесені на одній стороні, і двосторонніми при наявності розподілів на двох сторонах.

Залежно від того, яке зображення дає зорова труба нівеліра (пряме чи обернене) використовують рейки з прямим чи оберненим циферблатом. Під час нівелювання відліки, для контролю беруть з обох сторін рейки. Різниця відліків з двох сторін однієї рейки величина стала.

Суть геометричного нівелювання полягає у визначенні перевищень між відповідними точками поверхні за допомогою горизонтального променя нівеліра за відліками з рейок, що встановлюються вертикально в точках, між якими визначають перевищення.

Розрізняють два способи геометричного нівелювання: із середини й вперед.

Для визначення перевищення точки  $B$  над точкою  $A$  (рис. 6.5, а) геометричним нівелюванням із середини встановлюють на них вертикально рейки  $R_1$  і  $R_2$ , а між ними по можливості на однаковій відстані від рейок-нівелір. Послідовно візуючи на рейки середньою горизонтальною ниткою зорової труби, беруть відліки: по задній рейці  $R_1$  відлік  $a$  й по передній  $R_2$  відлік  $b$ . Тоді з малюнка видно, що перевищення  $h$  між точками  $A$  і  $B$  дорівнює:

$$h = a - b,$$

тобто, якщо вважати точку  $A$  задньою, а точку  $B$  передньою, то перевищення дорівнює відліку по задній рейці мінус відлік по передній рейці.

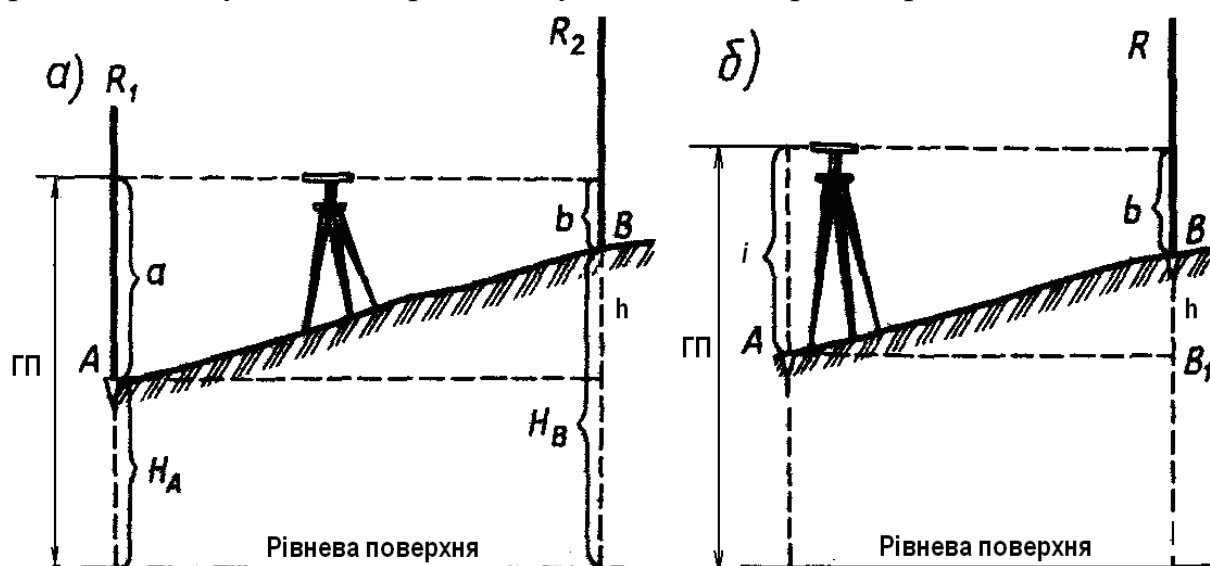


Рис. 6.5. Схема способів нівелювання (а – з середини, б – вперед)

Перевищення буде зі знаком "+" при  $a > b$  і зі знаком "-" при  $a < b$  і відповідно передня точка вище або нижче задньої. Знаючи висоту точки  $A$ , та перевищення точки  $B$  над точкою  $A$ , можна отримати висоту точки  $B$ :

$$H_B = H_A + h,$$

Тобто, висота наступної точки дорівнює висота даної точки плюс перевищення між ними.

Для визначення перевищення між точками методом вперед (рис. 6.5, б), нівелір встановлюють над точкою  $A$  таким чином, щоб окуляр зорової труби знаходився над цією точкою, а рейку встановлюють над точкою  $B$ . В точці  $A$ , за допомогою рейки чи рулетки визначають висоту приладу  $i$ . Після приведення візирної осі у горизонтальне положення беруть відлік  $b$  з рейки встановленої в точці  $B$ . З рисунка, видно, що

$$h = i - b,$$

тобто, перевищення дорівнює висота нівеліра мінус відлік з рейки.

Висоту точки В можна також отримати за допомогою горизонту приладу, тобто вертикальної віддалі від рівневої поверхні до візирної осі нівеліра. Горизонт приладу:

$$\text{ГП} = H_A + i \text{ або } \text{ГП} = H_B + b,$$

тобто горизонт приладу дорівнює висоті точки плюс висота приладу, або висота точки, на котрій стоїть рейка, плюс відлік з неї.

Знаючи горизонт приладу, визначають висоту точки, для якої був зроблений відлік з рейки. До прикладу:

$$H_B = \text{ГП} - b,$$

тобто висота точки дорівнює горизонту приладу мінус відлік з рейки на даній точці. За допомогою горизонту приладу зручно визначати висоти в тих випадках, коли з однієї станції (точки стояння нівеліра) знімають відліки з рейки в кількох точках.

### Зміст роботи

#### Завдання 6.1.

Вивчити будову нівелірів Н-3 та НЗК, оформивши таблиці за формою:

№ вузла	Назва вузла	Призначення вузла

#### Завдання 6.2

Ознайомитись з конструктивними особливостями нівелірних рейок та їх шкал. Навчитись брати відліки з рейок відносно основного горизонтального штриха сітки ниток нівеліра. Записати взяті відліки з рейок.

#### Завдання 6.3.

Встановити нівелір у робоче положення та виміряти перевищення між двома точками, заданими викладачем. Результати записати в журнал вимірювання перевищень на станції нівелювання за формою:

№ станц.	Точки спостереження	Відліки з рейок, мм			Перевищення, мм	Середнє перевищення, мм
		задні	передні	проміжні		

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Призначення нівеліра.
2. Будова нівеліра Н-3 та Н-3К.
3. Суть геометричного нівелювання.
4. Способи нівелювання.
5. Основні види нівелювання
6. Призначення компенсатора.
7. Будова та призначення нівелірних рейок та порядок зняття відліків з них.
8. Призначення елеваційного гвинта та кремальєри.
9. Визначення перевищення на станції нівелювання.
10. Що таке горизонт приладу?
11. Як визначити висотне розміщення точки?
12. Що таке перевищення між точками і як його визначити?
13. Що входить в нівелірний комплект?
14. Яку умову називають головною умовою нівеліра?
15. Перевірка круглого рівня нівеліра.

## Лабораторне заняття № 7.

### ВИМІРЮВАННЯ НА СТАНЦІЇ ПРИ ПРОКЛАДАННІ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ ТА ЗНІМАННІ МІСЦЕВОСТІ

**Мета роботи:** опанувати методику тахеометричного знімання місцевості, навчитись складати абрис полігону.

**Прилади і матеріали:** теодоліт, тринога, нівелірна рейка.

#### Теоретичні відомості

Основною особливістю тахеометричного знімання є сумісне визначення планового та висотного розміщення точок поверхні Землі. Таке знімання виконують з вершин тахеометричних ходів полярним способом.

Тахеометр (від грецьк. *tachys* – швидкий + *metreo* – вимірюю) – прилад призначений для вимірювання на місцевості горизонтальних кутів, відстаней та перевищень.

До числа тахеометрів відносять звичайний 30-секундний теодоліт з вертикальним кругом і віддалемірними штрихами в зоровій трубі. Є також редуційні тахеометри – автомати, які дають змогу безпосередньо визначати горизонтальні положення нахилених відстаней та перевищень за допомогою відліків з механічних і оптичних пристроїв. Тахеометри-автомати дають змогу вимірювати відстані з точністю 1: 500-1: 700, а перевищення – з точністю від 2 до 20 см залежно від відстаней.

Особливістю тахеометричного знімання є те, що віддалі вимірюють далекоміром, а перевищення визначають нахиленим променем (рис. 7.1).

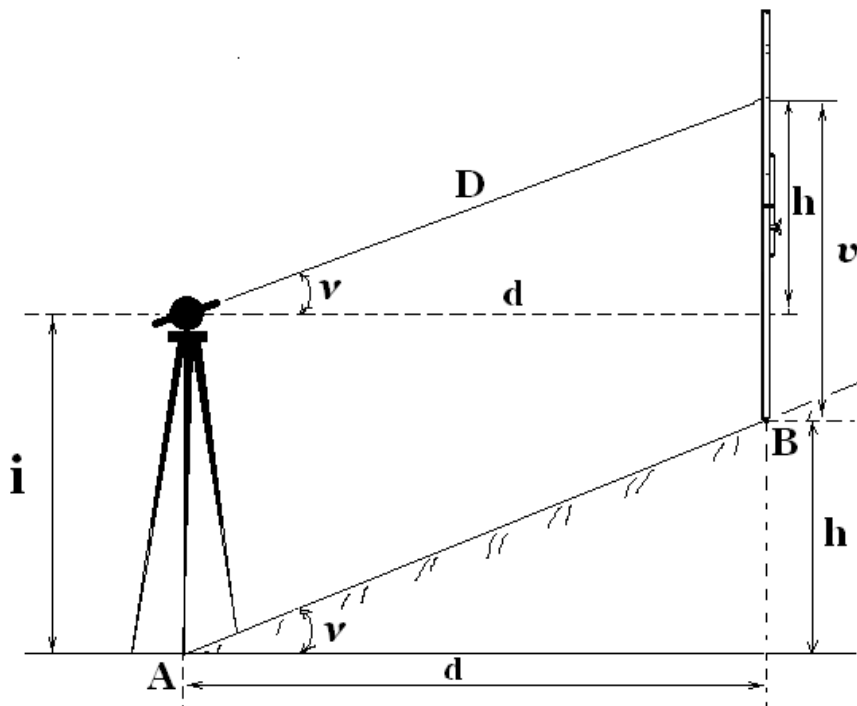


Рис. 7.1. Визначення віддалей та перевищень тахеометром

Якщо, при визначенні горизонтального прокладення лінії  $AB = d$ , центр сітки ниток тахеометра наводити на відлік з рейки  $v$ , що дорівнює висоті прила-

ду  $i$ , то відлік з вертикального круга  $i$  буде кутом нахилу лінії до горизонту  $v$ . Відповідно горизонтальне прокладення лінії АВ:

$$d = D \cos v,$$

де:  $D$  – віддаль від приладу до рейки (визначається за допомогою віддалемірних штрихів візирної сітки зорової труби та віддалемірної рейки);  $v$  – кут нахилу лінії до горизонту.

У геодезичних приладах, в яких зорові труби з внутрішнім фокусуванням,  $D$  визначають за формулою:

$$D = K \cdot n,$$

Шуканий кут нахилу у тахеометрів з поділками від 0 до 360 ° за годинниковою стрілкою дорівнюватиме:  $v = \frac{\Pi - \mathcal{L}}{2} - 180$ ,

$$\text{а місце нуля: } M0 = \frac{\Pi + \mathcal{L}}{2} - 180.$$

Визначивши місце нуля кут нахилу визначають:

$$v = \text{КП} - M0; v = M0 - \text{КЛ}$$

Перевищення  $h$  з врахуванням висоти приладу  $i$  та точки наведення на рейці  $v$  визначають за формулою:

$$h = D/2 \sin 2v + i - v$$

Плановою та висотною основою для тахеометричного знімання служать теодолітні та нівелірні ходи, що базуються на пунктах опорної геодезичної мережі. Знімання ситуації та рельєфу виконують з точок (станцій) тахеометричних ходів, що прокладаються між пунктами теодолітній ходів. Планове положення та висоти рейкових точок визначають з станцій полярним способом, вимірюючи горизонтальні та вертикальні кути і відстані. При зніманні ситуації та рельєфу на кожній станції ведеться абрис, на якому схематично показують точки тахеометричних ходів, номери рейкових точок, контури угідь, місцеві предмети і назви. Числові результати вимірювань записують у тахеометричному журналі. При застосуванні тахеометрів-автоматів становлять станційні топографічні плани безпосередньо на місцевості. На підставі таких планів в камеральних умовах становлять план всієї ділянки місцевості, на якому рельєф зображують горизонталями.

Польові роботи на станції виконують в такому порядку. Над точкою ходу встановлюють теодоліт-тахеометр і приводять його в робоче положення. Рулеткою з точністю до 0,01 м вимірюють висоту приладу  $i$ , а після правий за ходом горизонтальний кут, віддалемірну відстань до задньої і передньої станції, вертикальні кути на цій станції.

Вертикальні кути як і довжини ліній вимірюють у прямому і зворотному напрямках. Знімання ситуації та рельєфу виконують способом полярних координат, при цьому рейки встановлюють на точках повороту контурів, кутів будинків і споруд, на перехрестях і розвилках доріг, вершинах висот, сідловинах і котловинах, на лініях перегинів схилів, хребтових і водороздільних лініях, в точках їх поворотів.

До кожної рейкової точки вимірюють віддалеміром відстань, горизонтальні і вертикальні кути. Горизонтальний і вертикальний кути вимірюють одним півприйомом. Для спрощення обчислень середню горизонтальну лінію наводять на висоту рейки, що дорівнює висоті приладу.

Результати вимірювань, виконуваних при зніманні ситуації місцевості, заносять до тахеометричного журналу, в якому обчислюють перевищення і горизонтальні прокладення ліній. Роботу на станції завершують оформленням абрису. При цьому уточнюють, чи всі зняті на станції об'єкти показані: схематично зображують рельєф (двома – трьома горизонталями і стрілками, що показують напрями схилів); перевіряють, чи однаковими номерами позначені на абрисі і в журналі зняті точки.

При камеральному графічному оформленні результатів тахеометричного знімання в першу чергу наносять у відповідному масштабі вершини ходів (станції), після чого за допомогою транспортира та лінійки наносять рейкові точки, згідно абриса та журналу, та наносять їх висоти. Далі наносять горизонталі одним із способів інтерполяції.

### **Зміст роботи**

**Завдання 7.1.** Визначити віддаль до заданої викладачем точки за допомогою віддалеміра та рейки.

**Завдання 7.2.** Визначити М0 приладу та перевищення заданої викладачем точки. Записати формули розрахунку та отримані результати.

**Завдання 7.3.** Оформити абрис заданої викладачем ділянки місцевості.

#### **Контрольні запитання до роботи:**

1. Суть тахеометричного знімання.
2. Чим відрізняється тахеометричне знімання від теодолітного?
3. Якими приладами виконують тахеометричне знімання?
4. Місце нуля та його визначення.
5. Вимірювання вертикальних кутів.
6. Визначення горизонтальних проекцій нахилених ліній, виміряних далекоміром.
7. Визначення перевищень тахеометром.
8. Що таке станції та рейкові точки при тахеометричному зніманні.
9. Порядок роботи на станції при тахеометричному зніманні.
10. Що таке журнал та абрис тахеометричного знімання.
11. Складання та викреслювання тахеометричного плану.



## Лабораторне заняття № 8.

### ВИВЧЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ УМОВНИХ ЗНАКІВ ТА СПОСОБІВ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ.

**Мета роботи:** ознайомитись із умовними знаками картографічних творів та способами картографічного зображення.

**Прилади й матеріали:** контурні карти України, шкільні атласи України, кольорові олівці, лінійки.

#### Теоретичні відомості.

На картах і планах місцевість зображують за допомогою умовних знаків. **Умовні знаки карти** — це графічні символи, за допомогою яких на карті відображають вигляд, розташування, форму, розміри, характеристики об'єктів. Графічний символ стає умовним знаком лише тоді, коли йому надають певного змістового значення. Перші умовні знаки — це видозмінені перспективні зображення предметів, якими користувалися ще первісні люди. Картографічні умовні знаки є особливою мовою, яка дає змогу не лише подати певні відомості про об'єкти картографування, а й наочно передати їх просторове розміщення, з чим не справляються інші мовні системи (вербальна, або описова, математична тощо). Система умовних знаків дає можливість показати одночасно різні об'єкти, їх стан, особливості розміщення і взаємозв'язки між ними та змодельовати просторовий образ відображеної на карті геосистеми чи її частини. Найпростіші з графічних змінних — **форма, розмір, орієнтування, лінії, штрихи, колір**. З них складаються графічні символи, різні за складністю рисунка та особливостями використання. При цьому використовують обов'язкові для всіх установ стандартні умовні знаки. Умовні знаки поділяють на **позамасштабні, масштабні (контурні), лінійні й пояснювальні**.

**Позамасштабні** умовні знаки застосовують для зображення об'єктів, невеликі розміри яких не дозволяють виразити їх у масштабі карти, наприклад, дорожні покажчики, окремі дерева, стовпи, свердловини та ін.

**Масштабні (контурні)** умовні знаки складаються із зовнішнього контуру, що обмежує даний об'єкт, і умовних знаків всередині контуру. Масштабні (контурні) умовні знаки застосовують для зображення об'єктів, що виражаються в масштабі карти або плану, наприклад, будівлі, майдани, угіддя, болота, озера та ін.

**Лінійні** умовні знаки застосовують для зображення витягнутих об'єктів, ширина яких не може бути виражена в масштабі карти або плану, наприклад, інженерні мережі, дороги.

**Пояснювальні** умовні знаки використовують як додаткову характеристику об'єкта, наприклад, назви населених пунктів, позначки, довжина, ширина і вантажопідйомність мостів, матеріал стін, кількість поверхів будинків, напрямок і швидкість течії річок.

Графічні символи певної групи можуть різнитися за **формою** (наприклад, коло, трикутник, стилізований рисунок), **розміром** (наприклад, кружки різних діаметрів, лінії різної товщини), **структурою** (наприклад, круг,

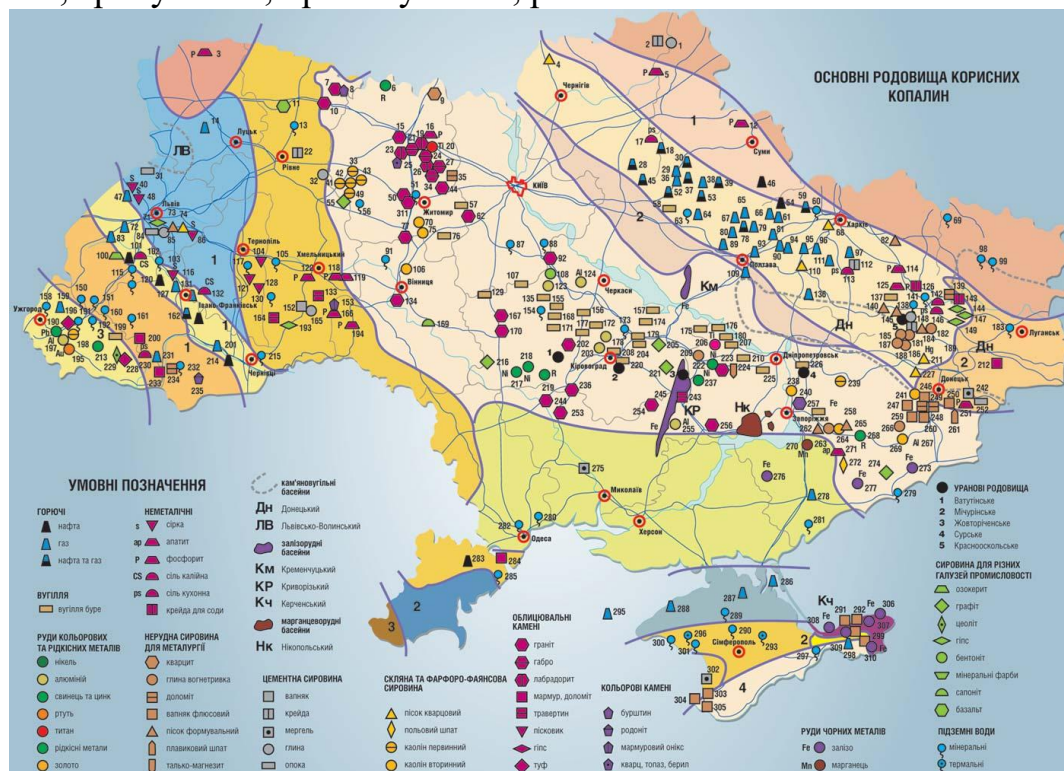
поділений на сектори), **орієнтуванням** (наприклад, прямокутники, видовжені знизу вгору і зліва направо).

Колір (основний зображувальний засіб) використовують для формування графічних символів усіх згаданих вище груп. Незважаючи на великі можливості створення найрізноманітніших за графічним виконанням умовних знаків, на картах застосовують досить сталий їх набір, простих за формою, легких для зорового сприйняття та запам'ятовування, зручних для креслення. Донедавна умовні знаки карт були статичними. Нині з появою електронних карт впроваджують динамічні умовні знаки (зміни кольору, рухомі стрілки).

**Способи картографічного зображення** - система умовних позначень, що застосовуються для передачі об'єктів та явищ різних за характером просторової локалізації та розміщення.

У даний час при складанні карт застосовуються такі способи картографічного зображення.

**Спосіб локалізованих значків.** Застосовується для зображення об'єктів, розміри яких не дозволяють відтворити їх у масштабі карти. Такі об'єкти займають у натурі площу, меншу ніж умовний знак. Серед локалізованих значків найбільш уживані геометричні фігури – кола, квадрати, трикутники, прямокутники, ромби.



**Рис.8.1. Приклад способу локалізованих значків**

Вони прості за виконанням, точно вказують місце розташування об'єкта, займають мало місця, легко порівнюються за величиною і добре запам'ятовуються. Кількість фігур відносно невелика, але їх можна урізноманітнити, змінюючи внутрішній малюнок значка або використовуючи різні кольори.

Буквені значки менш поширені, гірше порівнюються за величиною і не визначають точного місця розташування об'єкта. Але в деяких випадках можуть бути корисні, наприклад, для позначення хімічних сполук, що викидаються в навколишнє середовище.

Наочні значки зовні нагадують зображуваний об'єкт. Вони добре запам'ятовуються, але не зовсім зручні для локалізації і порівняння об'єктів. Значки мають не лише різну форму. Однакові за формою, вони можуть відрізнятися за розміром, кольором, внутрішнім рисунком тощо. Використання цих властивостей умовних знаків допомагає збагатити їх змістове навантаження, одним значком передати кілька відмінностей об'єкта: якісних, кількісних, змін у часі тощо. Кількісні характеристики, наприклад, чисельність жителів у населених пунктах, передають за допомогою внутрішнього рисунка і розміру значків. Для цієї мети розробляють шкалу розміру значків, що міститься в легенді. При екологічному картографуванні значки застосовують для показу пунктів моніторингу та місць відбору проб та інші об'єкти невеликі за розміром але важливі для змісту карти. Структурними значками позначають об'єми і склад викидів і скидів забруднених речовин від міст та промислових підприємств.

**Спосіб лінійних значків.** Лінійні знаки застосовують для подання на карті реальних або абстрактних лінійних об'єктів ширина яких не відображається в масштабі карти (більшість річок, канали, шляхи сполучення тощо); які практично не мають ширини (кордони, межі політико-адміністративного поділу, вододільні й берегові лінії, межі природного районування тощо); лінії, що підкреслюють основні напрямки об'єктів зі складною будовою (осі хребтів, антикліналей тощо).

Головний зображувальний засіб — лінія, яка добре показує на карті місцезнаходження об'єкта, своєрідність його форми (звивистість річок, берегів; прямолінійність автострад тощо). Змінюючи рисунок лінії (вона може бути суцільною, пунктирною, одинарною, подвійною тощо), її ширину, колір, показують якісні відмінності об'єктів (клас шляхів сполучення, типи берегів тощо), ієрархічну підпорядкованість (кордони держави, межі областей тощо). Кількісні відмінності можна відобразити зміною товщини ліній (головні та інші канали тощо), додатковими до основного знака графічними елементами (кількість колій залізниці тощо), іншими засобами. Лінійними знаками можна показати зміну положення об'єкта з часом (лінія фронту на різні дати тощо). Лінійні знаки на карті розміщують за певними правилами. Найчастіше вісь знака збігається з віссю лінійного об'єкта. У деяких випадках розташування об'єкта подають простою за рисунком лінією, а якісні особливості — більш широкою лінією ускладненого рисунка (стрічкою або смужкою) вздовж основної лінії (так характеризують, наприклад, типи морських берегів). В екологічному картографуванні спосіб лінійних знаків застосовується для показу лінійних джерел впливу на довкілля: автодоріг, залізниць, трубопроводів, ЛЕП та інших транспортних комунікацій.

**Спосіб якісного фону.** Це спосіб відображення явищ, що мають якісні відмінності явищ суцільного поширення. Територію поділяють за обраними ознаками на ділянки, кожна з яких потім заповнюють певними зображувальними засобами. Може бути використано різноманітне штрихування. Штрихування можна замінити фарбуванням різними кольоровими тонами. Цей спосіб застосовують для характеристики об'єктів суцільного поширення на всій земній кулі (ландшафт, природні зони, кліматичні пояси тощо) або на значних її площах (зона лісів тощо). Він придатний для відображення об'єктів розосередженого, але масового поширення (населення). Його застосовують тільки для тих явищ, які можна чітко розмежувати в просторі. Спосіб якісного фону в екологічному картографуванні застосовується найчастіше. Він утворює основний зміст на картах оцінки екологічних ситуацій, використовується на комплексних екологічних картах для показу розповсюдження ландшафтів і характеру використання земель, стійкості до техногенного навантаження, поширення різних типів ґрунтів тощо.

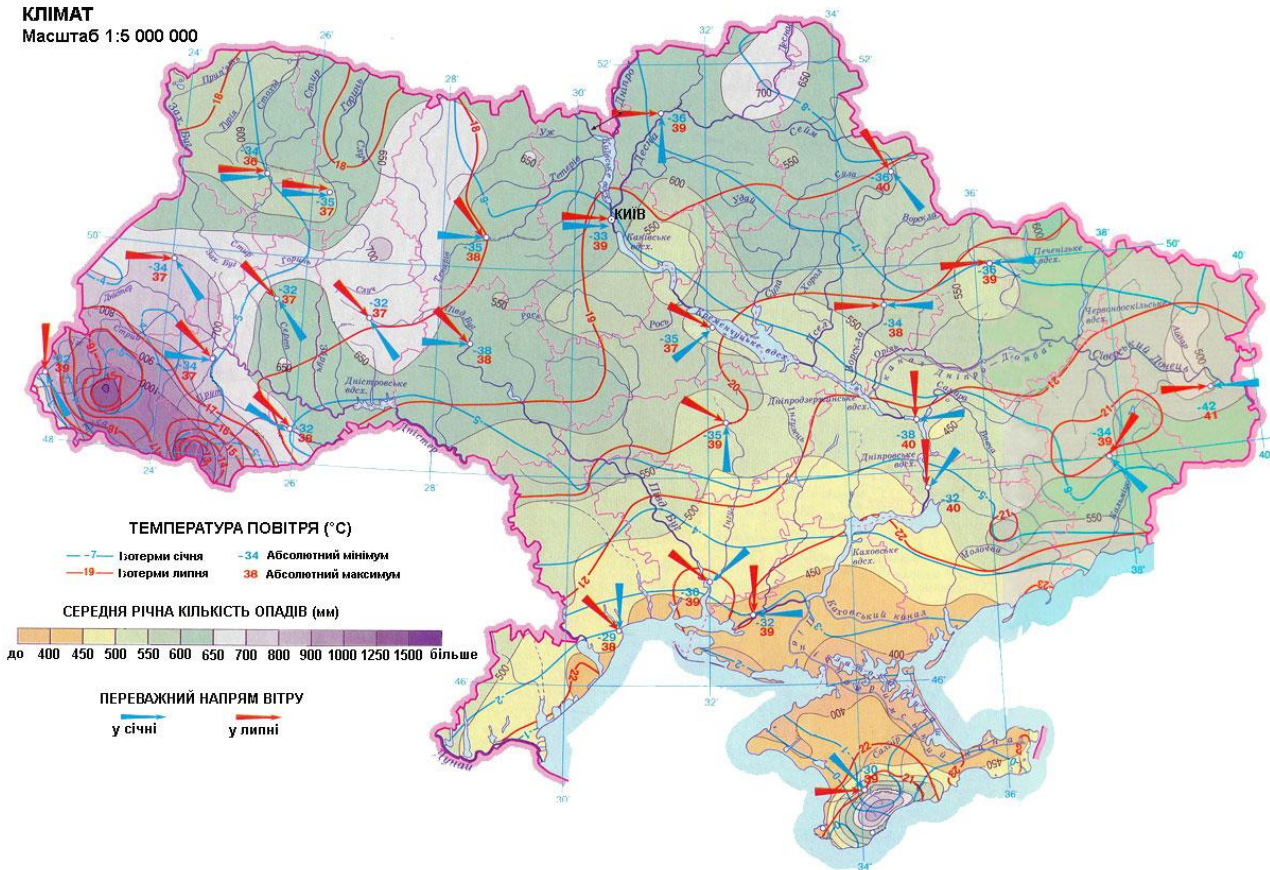
**Спосіб кількісного фону.** Це спосіб відображення на карті кількісних відмінностей усієї картографічної території, поділеної за обраними ознаками на частини, кожна з яких потім виділяють певним зображувальним засобом. Цим способом передають кількісні відмінності як природних, так і соціально-економічних об'єктів (наприклад, крутість схилів, глибину розчленування рельєфу, рівень економічного розвитку території тощо). Поділ території може бути органічно пов'язаний з поділом за якісними змінами об'єкта (наприклад, кількість мікроелементів у ґрунтах показують у межах їх типів, модуль стоку — в басейнах річок) або зі зміною за певними правилами кількісних показників об'єкта (наприклад, на карті крутості схилів виділяють ділянки з різними кутами нахилу). Поділ здійснюють за однією ознакою. Кількісні показники можуть бути абсолютними і відносними. Кількісні зміни об'єкта найчастіше передають зміною насиченості кольору або щільності штрихування. Спосіб застосовують для картографування явищ й об'єктів на поверхні Землі, в її надрах і в атмосфері, а також на обмежених за певними ознаками територіях.

**Спосіб ізоліній.** Спосіб ізоліній — загальна назва кривих, які відображають відмінності об'єктів картографування. Рельєф зображають горизонталями, магнітне схилення — ізогонами, кількість опадів — ізогіетами, глибину морів — ізобатами, температуру повітря — ізотермами тощо. Ознакою способу є те, що характеристику об'єкта подають не окремою ізолінією, а їх сукупністю, системою, що характеризує як реальні об'єкти (рельєф), так і абстрактні (густоту населення). Спосіб ізоліній дає узагальнене зображення об'єкта. Це пов'язане з особливостями проведення ізоліній: їх положення визначають інтерполюванням між точками з відомими значеннями, припускаючи, що значення показника змінюється від точки до точки поступово і рівномірно, хоча в дійсності такої зміни не спостерігають.



**КЛІМАТ**

Масштаб 1:5 000 000

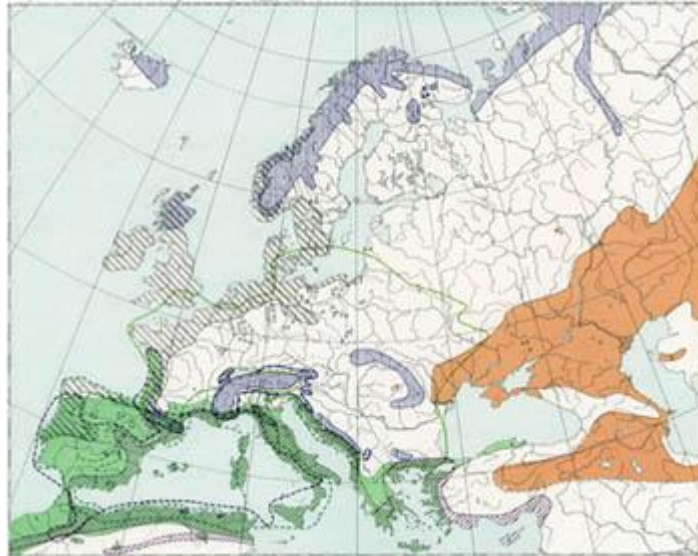


**Рис. 8.2. Приклад способу кількісного фону, ізоліній та знаків руху**

У ГІС ізолінії проводять автоматизовано на основі цифрових моделей і спеціальних алгоритмів. Особливістю способу ізоліній є наявність системи узгоджених між собою ліній, які мають певні числові значення (їх підписують на кінцях та в розривах ізоліній). Для більшої виразності зображення проміжки між ізолініями фарбують або штрихують так, щоб насиченість обраного кольорового тону або густота штрихування змінювались зі зміною кількісного значення ізоліній.

**Спосіб ареалів.** Він полягає у зображенні на карті ділянки (ареалу) поширення об'єктів чи явищ. Як приклад можна назвати ареал певного виду рослин або тварин, корисних копалин, безстічну зону, територію з населенням певної національності, район з несприятливими природними умовами тощо. Розміщення об'єкта в межах ареалу може бути різним: безперервним (суцільним) — зледеніння, чи розосередженим — сади. Ареал називають абсолютним, коли він відображає конкретну площу, на якій розміщується об'єкт картографування (райони покладів корисних копалин). Ареал є відносним, якщо він показує площу, на якій можлива наявність певного об'єкта (район поширення зайців). Ареали можуть мати чіткі межі, що, наприклад, збігаються з природними межами (гірськими вододілами, тектонічними розломами тощо), і нечіткі, або приблизні (такими, наприклад, є межі площі, заселеної певними морськими тваринами). Ареал позначають різними зображувальними засобами: заповнювальними, лінійними,

значковими, буквеними. Ареал можна лише окреслити, його площу можна зафарбувати або заштрихувати, заповнити рівномірно розміщеними графічними елементами і виділити написом, не вказуючи меж, тощо. Вибір способу оформлення ареалу залежить переважно від масштабу карти та її призначення.



**Рис. 8.3. Спосіб ареалів, для позначення поширення видів рослин**

**Точковий спосіб.** Цей спосіб застосовують для зображення на карті масових розосереджених об'єктів кількістю точок однакового або кількох розмірів, кожна з яких відображає певне числове значення (вагу). Наприклад, одна точка може позначати 1000 га посівів сільськогосподарської культури тощо. Розміщують точки на карті відповідно до поширення і концентрації відображеного об'єкту.

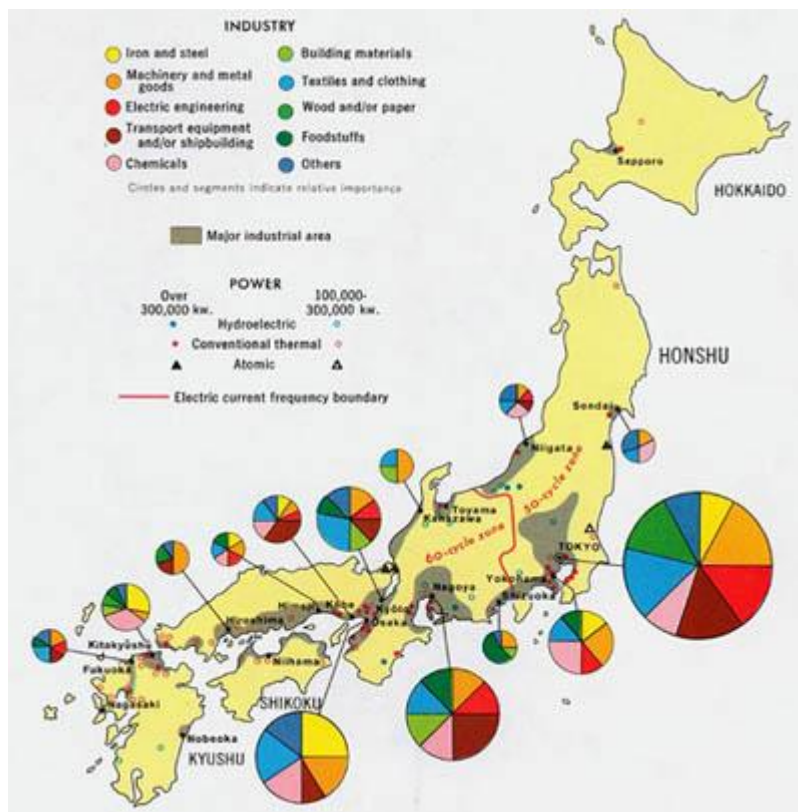


**Рис. 8.4. Приклад точкового способу для позначення поширення етнічних груп населення**

Застосовують спосіб для характеристики населення, особливо сільського, тваринництва тощо. Для представлення різних явищ можна використовувати точки різних за формою і кольором. Можливо також використання точок різної величини.



**Спосіб локалізованих діаграм.** Характеризує об'єкти або явища картографування суцільного чи лінійного поширення за допомогою графіків або діаграм, які розміщують на карті в місцях визначення параметрів цих об'єктів чи явищ. Графіки відображають зміни показника за часовими періодами (декадами, місяцями, сезонами, десятиріччями).



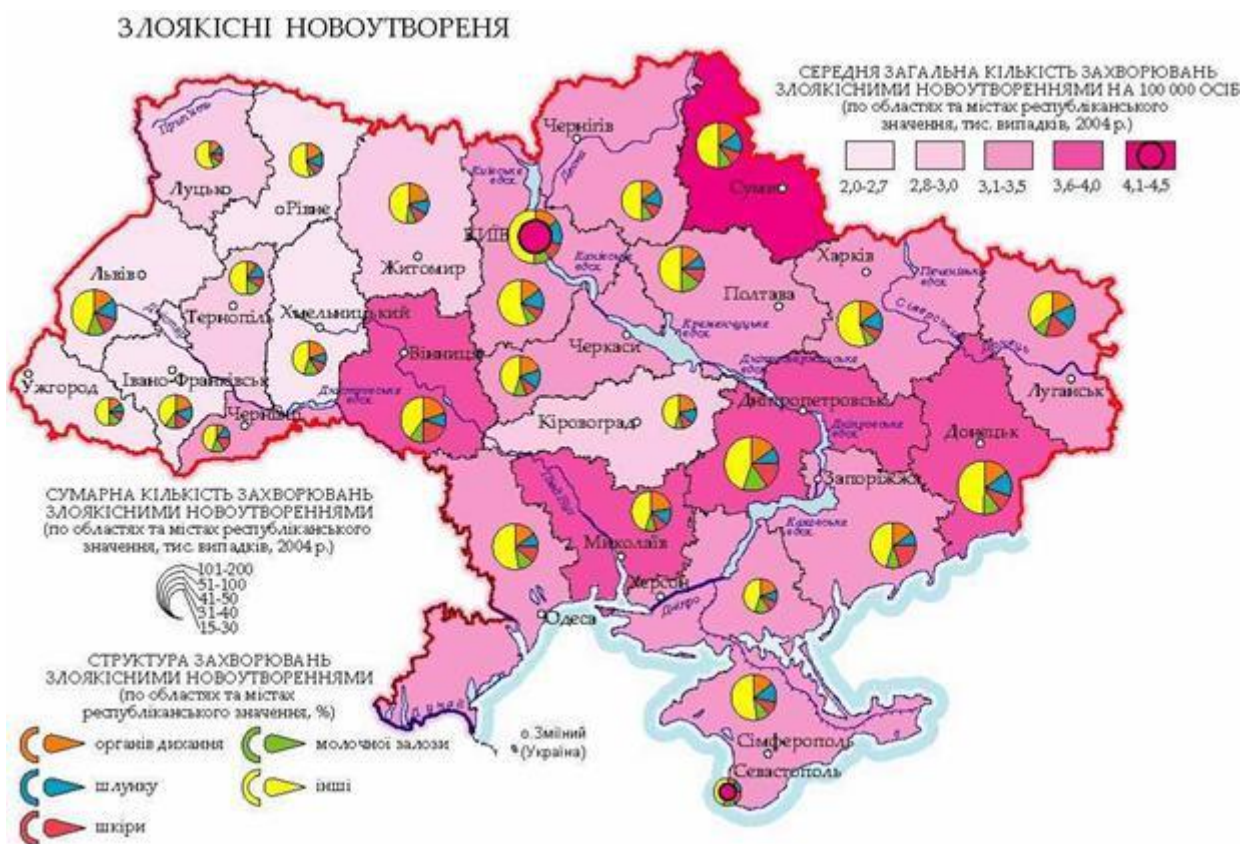
*Рис. 8.5. Спосіб локалізованих діаграм для характеристики промисловості Японії*

Діаграми у вигляді так званих роз (роз-діаграми) передають разом з іншими показниками й характеристику напрямків, за якими об'єкт або явище переміщується чи поширений (тектонічні розломи різної довжини). Діаграми легко поєднують кілька показників об'єкта. Способом локалізованих діаграм на карті подають результати вивчення таких природних явищ, як річний хід температури повітря і тиску, кількість опадів по місяцях або їх сезонні зміни, напрямки і силу вітру тощо.

**Спосіб знаків руху.** Це спосіб відображення на карті різноманітних просторових переміщень об'єктів, як природних, так і соціально-економічних. Прикладом перших є напрямки вітру, морських течій, перельоту птахів; других — шляхи перевезення вантажів, міграції населення, маршрути експедицій, хід воєнних операцій, зв'язки між об'єктами чи їх складовими (транспортні, економічні, торговельні, фінансові, політичні, культурні тощо). Розрізняють два види знаків руху. Одні з них — стрілки — різняться за формою, довжиною, товщиною, внутрішньою структурою, кольором. Найпростіший приклад: червоні стрілки — напрямки

тепліх течій, сині — холодних. Біля знаків руху можна розмістити пояснювальні надписи (наприклад назву експедиції, яку відображено). Інший вид знаків руху — стрічки і смуги — відображають величину вантажних або пасажирських потоків — кількість перевезень відбивається зміною ширини стрічки, тому такі стрічки називають масштабними.

**Спосіб картодіаграм.** Це відображення абсолютних статистичних показників за одиницями територіального поділу діаграмними знаками. Діаграми розміщують на карті в межах кожної одиниці адміністративного поділу. Картодіаграмою називають не тільки спосіб зображення, а й саму карту, укладену цим способом. Одиниці територіального поділу визначають найчастіше за політичним, політико-адміністративним, а також господарським поділом — це держава, область, район. Одиницею поділу може бути також об'єкт природи, наприклад водозбірний басейн річки.



**Рис. 8.6. Приклад картодіаграми захворюваності на злоякісні новоутворення в Україні**

**Надписи на карті** — це всі назви, терміни, пояснення, буквені й цифрові позначення, розміщені на карті. Розрізняють такі види підписів: географічні назви (топоніми), терміни й пояснювальні надписи. Топоніми - найменування географічних об'єктів. Терміни — надписи на карті, які позначають географічні, геологічні, соціально-економічні й інші поняття; загальні терміни іменують об'єкти за їх належністю до певного класу (море, затока, гора, вулкан тощо). Найчастіше їх вживають з власними іменами, інколи самостійно — для виділення на карті важливих об'єктів (колодязі в пустелях). Пояснювальні надписи — різноманітні якісні, кількісні, хронологічні, геодезичні та інші



надписи на карті, що слугують для позначення якісних особливостей об'єктів, які не відображають умовними знаками (позначення переважних порід лісу, матеріалу покриття доріг тощо); кількісні характеристики об'єктів (наприклад, чисельність поверхів будинків, ширина і глибина річок тощо); власні імена й назви, що не належать до географічних об'єктів (наприклад, прізвища капітанів і назви кораблів, подані уздовж маршрутів експедицій).

### **Зміст роботи**

**Завдання 8.1.** Відшукати на картографічних творах приклади позамасштабних, контурних, лінійних і пояснювальних умовних знаків та зобразити їх на контурних картах.

**Завдання 8.2.** Замалювати у контурні карти по одному із запропонованих прикладів картографічного зображення.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Що таке умовний знак карти?
2. Як класифікують умовні знаки?
3. Наведіть приклади лінійних умовних знаків.
4. Які графічні змінні використовують для умовних знаків?
5. Назвіть способи картографічного відображення явищ та процесів.
6. Надайте характеристику способу ареалів.
7. В чому полягає відмінність між способом кількісного фону та якісного фону?
8. Для позначення яких явищ чи процесів використовують спосіб ізоліній?
9. Суть способу локалізованих картодіаграм.
10. Призначення написів на картах.

## **Лабораторне заняття № 9.**

### **ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КАРТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ КОМПОНУВАННЯ.**

**Мета роботи:** вивчити елементи карти та особливості їх komponування, навчитись визначати розташування точок на топографічних картах.

**Прилади і матеріали:** топографічні та загальногеографічні карти, лінійки, калькулятори.

#### **Теоретичні відомості**

Будь-яка сучасна географічна карта складається з трьох груп елементів: математичних, географічних і елементів оформлення карти.

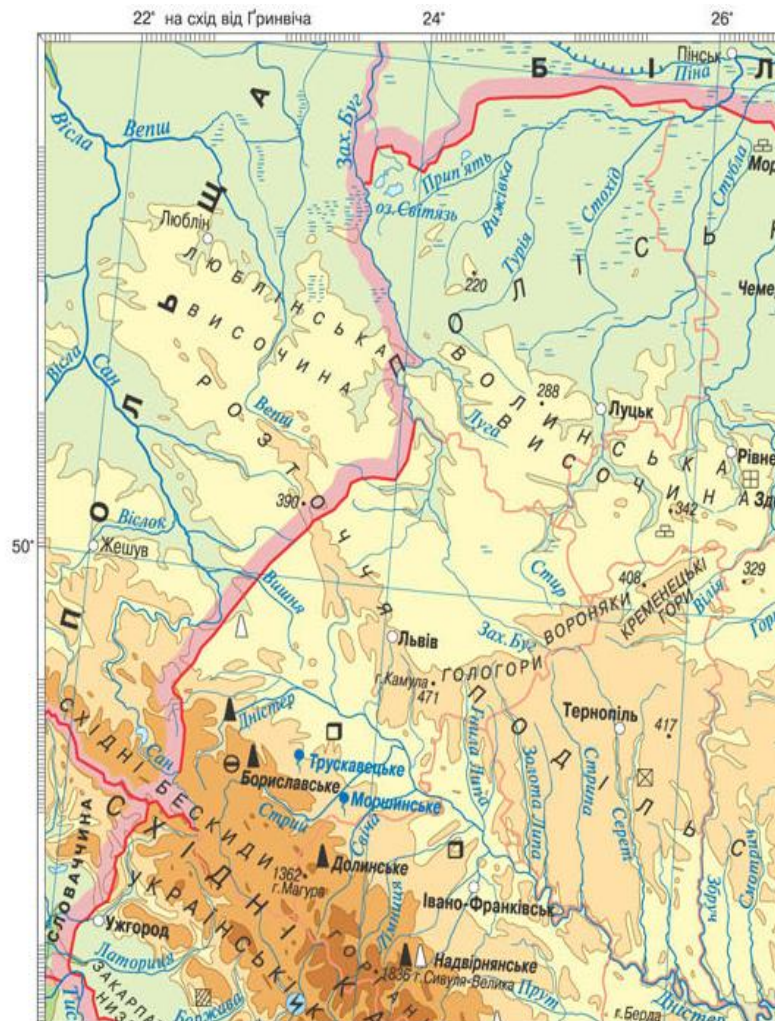
**Математичні елементи** включають:

- а) масштаб карти;
- б) картографічну сітку;
- в) рамку карти;
- г) опорні пункти.

На топографічних картах масштабом можна користуватися в усіх частинах карти, на географічних - тільки на картах невеликих територій. На географічних картах масштаб є змінним і зберігається тільки по певних лініях на карті. Наприклад, по всіх меридіанах або паралелях, або тільки по двох паралелях, або тільки по екватору. Карта однієї і тієї ж території може бути складена в різних масштабах. Від масштабу карти залежить ступінь подробиць, за якими можна нанести географічні елементи. Наприклад, на картах великого масштабу досить докладно зображуються населені пункти, рельєф і гідрографічна мережа, на картах дрібного масштабу все це зображується в узагальненому вигляді. Якщо, наприклад, на карті великого масштабу в населеному пункті зображуються вулиці, провулки та окремі будівлі, то на карті дрібного масштабу той же населений пункт може бути показаний в узагальненому вигляді. Масштаби топографічних карт значною мірою впливають на відбір географічних об'єктів і детальність їхнього показу на карті. Чим дрібніший масштаб карти, тим менша детальність і точність зображення об'єктів місцевості. Ступінь подробиць зображення географічних елементів залежить не тільки від масштабу карти, але і від призначення карти. Так, наприклад, на геологічних картах докладно зображуються рельєф і гідрографія, а населені пункти, дороги і рослинний покрив подаються в дуже узагальненому вигляді.

Картографічна сітка являє собою зображення градусної сітки Землі на географічній карті. Вид сітки залежить від того, в якій проекції складена карта. Картографічна сітка служить для перенесення географічних елементів з топографічної карти на географічну.

Рамкою карти називаються одна або кілька ліній, що обмежують карту, надають їй завершеного вигляду, несуть інформаційне навантаження, що дозволяє визначати планові координати об'єктів (рис.9.1).



**Рис. 9.1 . Фрагмент географічної фізичної карти України,  
масштаб 1: 3 500 000**

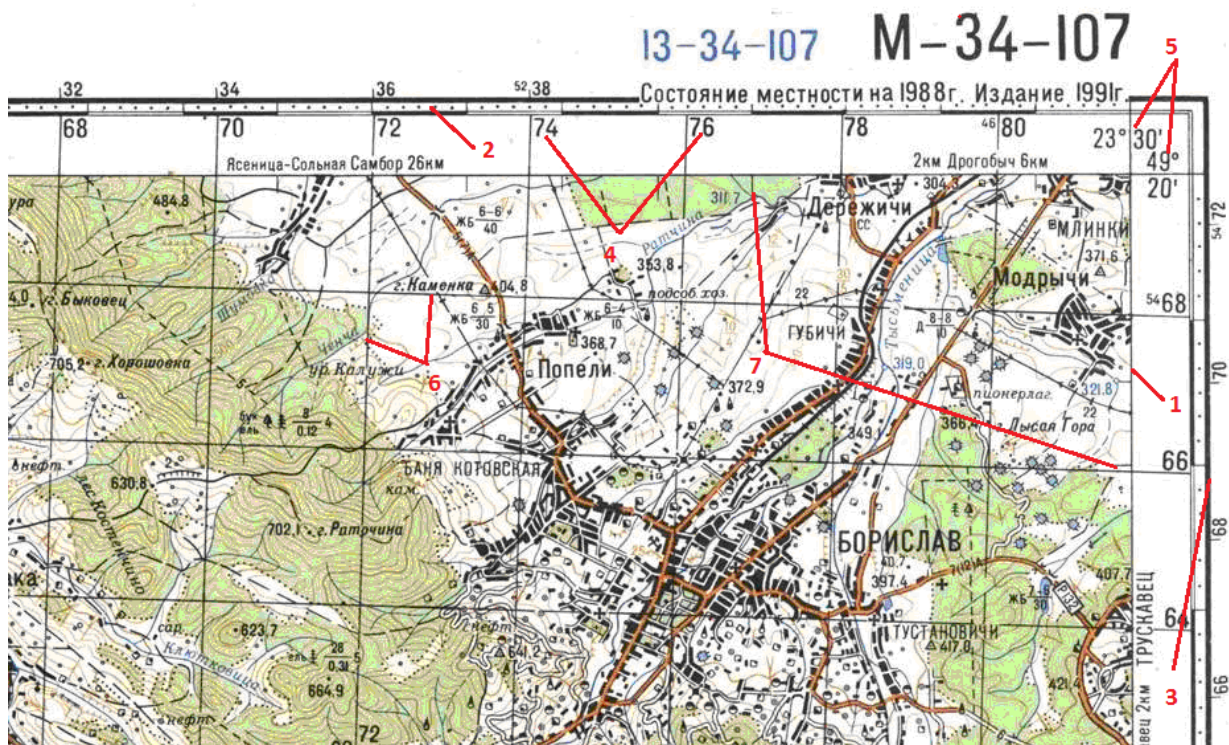
Кожен аркуш топографічної карти обмежований лініями, що утворюють рамку топографічної карти (рис. 9.2) , яка, в свою чергу, складається з:

Зовнішньої рамки — широкої лінії, яка надає карті закінченого вигляду і ніби відокремлює її поле від позарамкового оформлення. Проводиться паралельно до внутрішньої рамки. Зовнішня рамка має вигляд потовщеної лінії.

Внутрішньої рамки — рамки, яка обмежує зображення місцевості на карті. Має вигляд тонкої лінії. Північна і південна сторони рамки — відрізки паралелей, східна і західна — відрізки меридіанів, значення яких визначається загальною системою розграфки топографічних карт. Значення довготи меридіанів і широти паралелей, що обмежують аркуш карти, підписуються біля кутів рамки: довгота на продовженні меридіанів, широта на продовженні паралелей.

Мінутної рамки — рамки топографічної карти, на якій показані виходи меридіанів і паралелей через певну кількість минут. Розташовується між внутрішньою і зовнішньою рамками. Внутрішня решітка — трапеція з вертикальних і горизонтальних ліній, утворена меридіанами і паралелями відповідно. Минуты широти і довготи по чергові позначаються двома паралельними лініями і однією жирною. У свою чергу кожна мінута широти і

довготи поділена точками на шість однакових частин, по 10" (секунд) у кожній. Кількість мінутних відрізків на північній і південній сторонах рамки дорівнює різниці значень довготи західної і східної сторін. На західній і східній сторонах рамки кількість відрізків визначається різницею значень широти північної і південної сторін.



**Рис. 9.2. Елементи математичної основи топографічної карти масштабу 1:100000. Цифрами позначені: 1 – внутрішня рамка, 2 - мінутна рамка, 3-зовнішня рамка, 4 – підписи кілометрової сітки, 5 – підписи значень довготи та широти кутів рамки, 6 – лінії кілометрової сітки, 7 – виходи паралелей та меридіанів**

У розривах середньої частини кожної сторони зовнішньої рамки зазначають номенклатуру суміжних аркушів.

На картах масштабу 1:500 000 і 1:1 000 000 дається картографічна сітка паралелей і меридіанів, а на картах масштабу 1:10000 — 1:200000 — координатна сітка, або кілометрова, так як лінії її проводяться через ціле число кілометрів (1 км в масштабі 1 : 10 000 — 1 : 50 000, 2 км в масштабі 1 : 100 000, 10 км в масштабі 1 : 200 000).

Для того щоб визначити географічні координати будь-якої точки, треба провести через неї дві лінії, що є перпендикулярами до сторін рамки карти і прочитати на ній значення широти й довготи з точністю до секунд. Якщо значення паралелей нарастають із півдня на північ, то це вказує на те, що широта північна (пн. ш.), а якщо навпаки, значення паралелей нарастають із півночі на південь — південна (пд. ш.). Якщо значення меридіанів нарастає із заходу на схід, то це значить, що довгота східна (сх. д.), а якщо із сходу на захід — західна (зх. д.).

Значення кілометрових ліній підписується в проміжках між внутрішньою і мінутною рамками: абсциси на кінцях горизонтальних ліній,



ординати (перетворені) на кінцях вертикальних ліній. Біля крайніх ліній вказується повне значення координат, у проміжках — скорочені (тільки десятки і одиниці кілометрів). Крім позначень на кінцях частина кілометрових ліній має підписи координат усередині аркуша. Біля зовнішньої рамки аркуша, що знаходиться в смузі перекриття, дається положення і значення координатних ліній сусідньої зони.

До опорних пунктів відносяться: астрономічні пункти, тригонометричні пункти або пункти тріангуляції, пункти полігонометрії і марки нівелювання

Опорні пункти служать геодезичною основою для знімання і складання топографічних карт.

#### **Географічні елементи:**

- а) гідрографічна мережа;
- б) рельєф;
- в) ґрунтово-рослинний покрив;
- г) населені пункти;
- д) шляхи сполучення і засоби зв'язку;
- е) політико-адміністративний поділ;
- ж) елементи економіки та культури.

Найскладнішим географічним елементом є рельєф, який зображають за допомогою кольорів та горизонталей (на топографічних картах)

Географічні елементи зображуються на картах настільки детально, наскільки дозволяє масштаб карти і її призначення.

#### **Елементи оформлення карти:**

- а) назва карти;
- б) написи назв держав, населених пунктів, морів, річок, гір і т.д. ;
- в) умовні знаки;
- г) укладачі карти і редактор;
- д) список матеріалів, за якими складена карта;
- е) рік видання, кількість аркушів, тираж видання;
- ж) проекція карти (вказується не завжди)

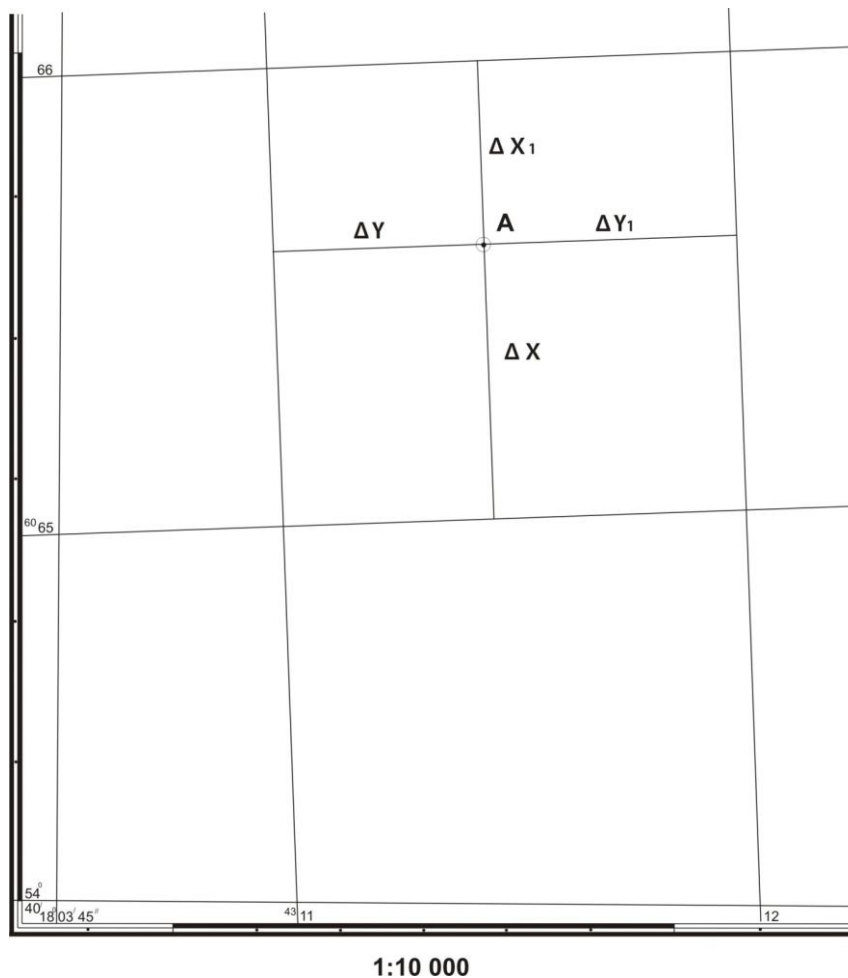
### **Зміст роботи**

**Завдання 9.1.** Визначити прямокутні координати точки на карті.

**Виконання.** Координата  $X$  означає відстань точки від екватора на північ в кілометрах та метрах, а координата  $Y$  – відстань точки від умовного осьового меридіану зони на схід в кілометрах та метрах. Для спрощення визначення координат в кожній координатній зоні будують координатну сітку. Вона являє собою сітку квадратів, утворених лініями, паралельними координатним осям зони. Лінії сітки проводять через ціле число кілометрів. Тому координатну сітку також називають кілометровою сіткою. Лінії координатної сітки мають оцифровку. На топографічних картах значення абсцис і ординат координатних ліній підписують у виходів ліній сітки за внутрішньою рамкою листа, рис. 9.3. Підписи біля горизонтальних ліній координатної сітки означають віддалення цих ліній в кілометрах від екватора. Підписи біля вертикальних ліній означають номер зони (одна чи дві перші цифри) від умовно винесеного осьового меридіана

зони на схід. Так, наприклад, цифри (6065 – ТК М 1:10000 Y-34-37-B-v-4), підписані біля горизонтальної лінії сітки карти пояснюють, що дана лінія віддалена від екватора на північ на 6065 км. Цифра (4311 – ТК М 1:10000 Y-34-37-B-v-4), підписані біля вертикальної лінії пояснюють: 4 – номер зони, 311 – віддалення в кілометрах на схід від умовно винесеного меридіана 4-ї зони.

Координатну сітку на карті використовують для визначення прямокутних координат і нанесення точок на карту по їх координатах, вимірювання дирекційних кутів напрямків, пошуку по карті об'єктів, а також орієнтування карти на місцевості.



**Рис. 9.3. Визначення прямокутних координат**

Для визначення координат точки  $A$  на карті (рис. 9.3) з точки  $A$  опускають перпендикуляри на лінії координатної (кілометрової) сітки. Довжини  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  перпендикулярів вимірюють з точністю масштабу карти. Повні координати т.  $A$  визначають за формулами:

$$X^A = X_0^A + \Delta X, \quad Y^A = Y_0^A + \Delta Y,$$

де  $X_0^A$  – координати південно-західної вершини квадрату, в якому знаходиться точка  $A$ ;  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  – віддалі від точки до південної та західної сторін квадрату в метрах. Величини  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  визначаються за допомогою поперечного масштабу.

Для нашого прикладу  $X_0^A = 6\,065\,000$  м;  $Y_0^A = 4\,311\,000$  м;  $\Delta X = 540$  м;  $\Delta Y = 418$  м. Повні координати дорівнюють:

$$X_A = 6\,065\,000 \text{ м} + 540 \text{ м} = 6\,065\,540 \text{ м};$$

$$Y_A = 4\,311\,000 \text{ м} + 418 \text{ м} = 4\,311\,418 \text{ м}.$$

Для контролю від координати північно-східної вершини квадрату відніmemo виміряні величини  $\Delta X_1$  і  $\Delta Y_1$ . Для нашого прикладу:

$$X_A = 6\,066\,000 \text{ м} - 458 \text{ м} = 6\,065\,542 \text{ м};$$

$$Y_A = 4\,312\,000 \text{ м} - 584 \text{ м} = 4\,311\,416 \text{ м}.$$

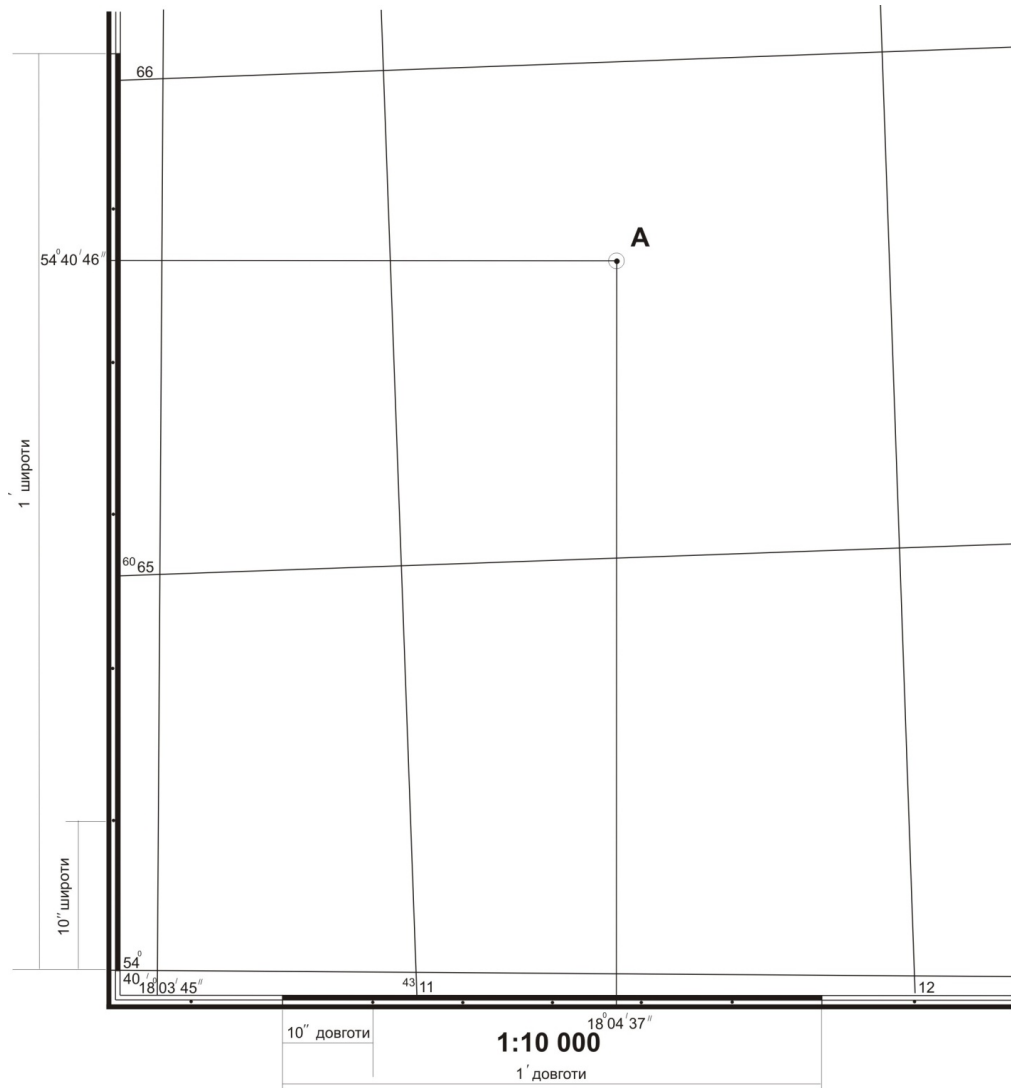
Кінцевий результат:

$$X_A = (6\,065\,540 \text{ м} + 6\,065\,542 \text{ м}) : 2 = 6\,065\,541 \text{ м};$$

$$Y_A = (4\,311\,418 \text{ м} + 4\,311\,416 \text{ м}) : 2 = 4\,311\,417 \text{ м}$$

**Завдання 9.2.** Визначити географічну широту ( $B$ ) і довготу ( $L$ ) точки  $A$ .

**Виконання.** Для визначення географічних координат на топографічних картах нанесена географічна сітка – лінії паралелей і меридіанів.



**Рис. 9.4.** Визначення географічних координат

Паралелі та меридіани, які обмежують зображення поверхні Землі на топографічній карті, утворюють сторони рамки карти. Їх широта та довгота позначені в кутах кожного аркуша карти. На рис. 9.4 широта південної сторони рамки –  $54^{\circ}40'$ ; довгота західної сторони рамки –  $18^{\circ}03'45''$ .

Крім того на карті масштабу 1:10000 викреслюють мінутну рамку (за-темнені та світлі відрізки), проміжки через  $10''$  відзначені крапками.

Для визначення широти та довготи необхідно провести паралель та меридіан через цю точку. Для визначення широти точки до значення широти південної (нижньої) сторони рамки необхідно послідовно додати кількість цілих мінутних проміжків між південною стороною рамки та паралеллю точки, що визначається, кількість десяти секундних проміжків – від останньої цілої міну-ти до паралелі точки на око – кількість секунд.

Для визначення довготи точки до значення довготи (лівої) сторони рам-ки карти треба послідовно додати кількість цілих мінутних проміжків між за-хідною стороною рамки та меридіаном цієї точки, кількість десяти секундних проміжків – від останньої цілої мінути до меридіана точки та на око кількість секунд.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Що включають математичні елементи карти?
2. Які найважливіші географічні елементи карти?
3. Які вимоги до оформлення карт ?
4. Що таке рамка карти?
5. Які особливості рамки топографічних карт?
6. Яку функцію виконують умовні знаки топографічних карт ?
7. Як зображають рельєф місцевості на топографічних картах
8. Що таке мінутна рамка?
9. Що таке координати точки?
10. Як визначити довготу та широту точки на топографічній карті?



## **Лабораторне заняття № 10.**

### **ВИВЧЕННЯ КАРТОГРАФІЧНОЇ ГЕНЕРАЛІЗАЦІЇ НА ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТАХ РІЗНОГО МАСШТАБУ**

**Мета роботи:** вивчити суть поняття картографічної генералізації та її методи.

**Прилади і матеріали:** загальногеографічні карти різного масштабу.

#### **Теоретичні відомості**

Важливою властивістю географічної карт є можливість безпосередньо огляду та вивчення дійсності у просторі будь-якої протяжності і площі. Ця властивість карти зумовлена використанням масштабу та передачею картографованих явищ в узагальненому вигляді.

Карта є зменшеним і узагальненим зображенням земної поверхні, що зумовлює зменшення розмірів усіх об'єктів, які підлягають картографуванню. Втім таке зменшення має певні межі, зумовлені можливостями зорового сприйняття елементів зображення. На карті слід відобразити місце об'єктів, передати властиві їм якісні чи кількісні ознаки, що приводить до застосування умовних знаків, які займають певну площу. Це зменшує місце для інших умовних знаків, тому на карті відображають найголовніші об'єкти. Відбір здійснюють з урахуванням геометричної форми і розміру об'єкта, його значення серед споріднених об'єктів, наскільки він характерний, типовий чи винятковий для картографованої території. Відбір важко здійснювати, якщо не об'єднувати об'єкти за певними ознаками, абстрагуючись від конкретних ознак кожного об'єкта, не встановлюючи ступінь детальності характеристик об'єктів або ступінь узагальнення. І відбір, і узагальнення проводять для того, щоб передати на карті найтипівіші властивості й характерні особливості об'єкта картографування. Процес науково обґрунтованого відбору і узагальнення об'єктів для відображення їх на карті називають **картографічною генералізацією**.

Термін **"генералізація"** походить від латинського **"generalis"** – загальний, головний. За Держстандартом **картографічна генералізація** це - відбір та узагальнення зображених на карті об'єктів відповідно до призначення і масштабу карти та особливостей зображеної території. Основний зміст генералізації – відображення картографованої частини дійсності в її основних типових рисах та характерних особливостях.

Разом з тим розуміння карт як моделей географічних систем чи їхніх частин дає можливість побачити в генералізації засіб виділення в геосистемах їхніх головних елементів чи компонентів, процесів та зв'язків, а також шлях переходу до географічних систем більш високого рівня ієрархії.

У визначенні генералізації вказані основні її фактори.

1. Вплив призначення карти на її зміст, що можна проілюструвати на прикладі двох загальногеографічних карт, одна із яких довідкова, інша – для середньої школи. На довідковій карті значно більше географічних об'єктів, зображених точно, детально, в той же час, як на навчальній – схематичніше,

яскравіше, крупніше. Величина умовних позначень та шрифтів продиктована призначенням карти – демонстрація в класі на значній відстані.

2. Тематика карти безпосередньо вказує на головні, суттєві елементи змісту карти. На загальногеографічній карті та карті земельних угідь є населені пункти та шляхи сполучення, але на другій вони мають значення орієнтирів, а тому зазнали більшого відбору й узальнення.

3. Вплив масштабу карти не обмежується технічними можливостями карти: зменшення загальних розмірів зображення не дозволяє зобразити місцевість і взагалі картографовані явища із збереженням всіх їх деталей. Масштаб карти визначає її просторові межі. Карті великих масштабів зображають на окремих аркушах (порівняно невеликі території), тоді як аркуші дрібномасштабні карти охоплюють великі території. Різне просторове охоплення дає різну оцінку деталей. Те, що для територій малих розмірів (район) є важливою деталлю, для території значно більшої (область, країна) буде другорядною або взагалі втратить своє значення (актуальність). На районній карті можуть детально зображатися навіть ґрунтові дороги, на карті області і країни їх не зображають взагалі, тут пріоритетним є показ доріг обласного, державного і міждержавного значення.



Рис.10.1. Приклад генералізації на картах різного масштабу

4. Особливості картографованої території (картографованого явища). Значення цього фактора легко уявити, згадавши основну мету картографічної генералізації – намагання відтворити на карті із можливою об'єктивністю типові риси та характерні особливості дійсності. Одні і ті ж об'єкти чи їхні властивості по-різному оцінюються в різних ландшафтах, або залежно від своєрідності зв'язків цих об'єктів із іншими явищами. Наприклад, криниці в

середній смузі України на карті не зображаються, на півдні – це важливий елемент їхнього змісту. У горах, де амплітуда висот сягає сотні метрів, висота перерізу рельєфу складає десятки метрів, а на рівнинному Причорномор'ї різниця висот у два-три метри викликає зумовлює зміни в умовах сільського господарства.

5. Джерела інформації, які залучаються для складання карти. При відсутності даних про людність населених пунктів ця ознака не знаходить свого відображення на карті.

6. Система картографічних знаків впливає через мінімальні розміри знаків (особливості наших очей бачити і розрізняти знаки при читанні карти) та від технічних можливостей їх виконання та відтворення.

З точки зору наукової інформації суть генералізації полягає в усуненні зайвої інформації, малозначимої й несуттєвої, при розв'язанні певних завдань.

**Методи генералізації.** Генералізація проявляється у **відборі картографованих явищ**, узагальненні їхньої кількісної та якісної характеристик, узагальненні планових обрисів об'єктів, переході від простих об'єктів до складніших та їх узагальнюючих позначень. Відбір картографованих явищ полягає у обмеженні змісту карти необхідними явищами та об'єктами та виключення інших. Це робиться за допомогою цензів – границь відбору об'єктів різних категорій, які визначаються кількісними чи якісними показниками. Вони встановлюються як *виключаючі*: виключаються річки довщиною менше 10 км, виключаються населені пункти із людністю менше 10 000 мешк.; як *вибіркові*: показуються всі районні центри, незалежно від людності, всі притоки другого порядку, незалежно від довжини.

**Норма відбору** вказує кількість об'єктів, які зберігаються для показу на 1 дм<sup>2</sup> площі карти. Цензи і норми відбору істотно різняться між собою: при цензовому відборі підхід до об'єктів індивідуальний (задовольняє чи ні об'єкт вимоги цензу); норма відбору має статистичний зміст – визначається ступінь представництва сукупності об'єктів. І цензи і норми відбору встановлюються, виходячи із призначення та масштабу карти, а в межах карти змінюються для різних географічних районів, враховуючи особливості території.

**Узагальнення обрисів** означає зняття дрібних деталей зображення, відмовлення від невеликих вигинів контурів, випрямлення меж і т.п. Ця геометрична сторона генералізації виявляється в згладжуванні звивин рік і берегових ліній тощо. Генералізоване зображення неодмінно повинно зберігати географічно правдоподібний рисунок об'єкта.

**Об'єднання контурів** (виділів) – ще один прояв геометричної сторони генералізації, пов'язаний з групуванням, злиттям контурів. Виділи на карті поєднуються, по-перше, у результаті узагальнення якісних і кількісних підрозділів у легенді, по-друге, унаслідок злиття (з'єднання) декількох дрібних контурів в один великий.

**Зміщення елементів** зображення пов'язано звичайно з узагальненням обрисів і об'єднанням контурів, при яких неминучі невеликі зсуви деяких об'єктів щодо їхнього дійсного положення. Наприклад, спрямлення берегової лінії і виключення дрібних заток приводить до того, що деякі узбережні

поселення знаходяться ніби відсунутими від берега. Зміщення часто відбувається при зображенні рельєфу, коли укрупнюють висоту перерізу рельєфу.

Показ об'єктів з перебільшенням, означає, що на генералізованій карті залишають деякі особливо важливі за змістом об'єкти, що через малі розміри, за умовами цензового відбору, варто було б виключити, і при цьому навіть трохи перебільшують їх. Прикладами, можуть бути невеликі, але характерні вигини рік, дрібні озера в засушливих степах, рідкі і невеликі за площею виходи вивержених геологічних порід серед поля осадкових відкладів.

**Узагальнення кількісної характеристики** полягає у переході від неперервної шкали до ступінчастої і далі до укрупнення інтервалів, в межах яких зміна кількісного показника не знайде свого відображення на карті. Наприклад, людність поселень. На топокарті масштабу 1:10 000 дано 4 групи сільських поселень – менше 100, 101–500, 501–1 000, більше 1 000; на карті масштабу 1:1 000 000 – 2 інтервали: менше 1 000, більше 1 000 мешканців.

**Узагальнення якісної характеристики** проводиться з метою скорочення числа якісних відмін в даній категорії об'єктів. Це здійснюється: 1) заміною дрібних класифікацій узагальненими (знак хвойного, мішаного, листяного лісу на топокарті замінюється на дрібномасштабній карті одним знаком – ліс); 2) виключенням низьких ступенів класифікації (при характеристиці населених пунктів за адміністративною ознакою виключаються особливі знаки для сільських і районних рад).

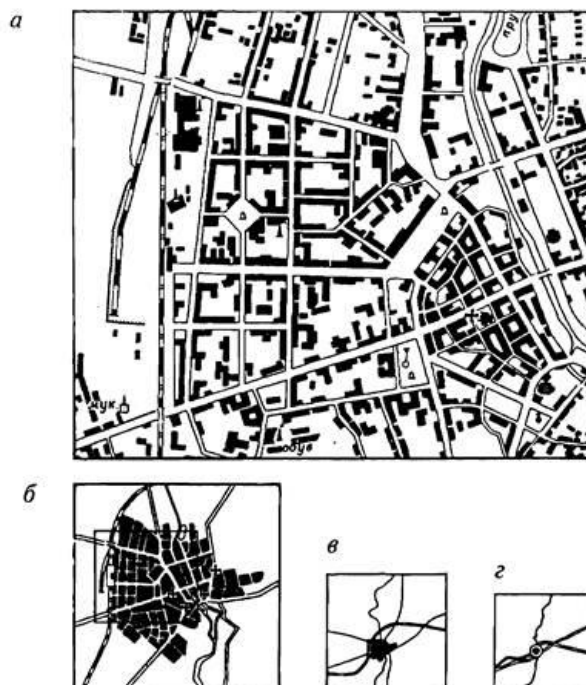


Рис. 10.2. Приклад генералізації населеного пункту (від окремих будівель (а) до пунсона (г)).

**Геометричний бік генералізації** полягає у продуманому спрощенні планових обрисів об'єктів – лінійних і площинних, але при цьому зберігаються

особливості обрисів, характерні для даного об'єкта, та ті, що виділяють його суттєві ознаки. Інколи при цьому втрачаються деякі деталі зображення, збільшуються інші, занадто спрощуються (обриси населеного пункту на крупномасштабній карті замінюються знаком "пунсон" на дрібномасштабних, рис 10.2.).

**Перехід від окремих об'єктів їхнім збірним позначенням** проявляється в заміні знаків окремих об'єктів позначеннями узагальненого поняття (населений пункт: окремі будівлі→квартали→загальний контур→пунсон; нафтопромисли: окремі свердловини→родовище→група родовищ→басейн).

Інший шлях – об'єднання об'єктів різних категорій спільним знаком (заміна суміжних дрібних контурів чагарника і луки спільним знаком "чагарник на луці" без зображення границь окремих контурів).

Виділення вказаних видів генералізації дає можливість уявити можливі шляхи генералізації, враховуючи, що всі види тісно пов'язані між собою і нероздільні. Генералізація на карті призводить до протиріччя між вимогами геометричної точності та вимогами географічної вірності (відповідності).

### **Зміст роботи**

**Завдання 10.1.** На запропонованих викладачем картах України, виконаних у різних масштабах, відшукати основні види картографічної генералізації. Результати з прикладами записати у робочий зошит.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Суть поняття картографічної генералізації.
2. Розкрийте мету картографічної генералізації.
3. Як впливає генералізація на контури зображуваних об'єктів?
4. Які методи генералізації ви знаєте?
5. Шляхи генералізації.
6. Фактори генералізації.
7. Розкрийте суть поняття «ценз».
8. Що таке норма відбору?
9. На яких картах ступінь генералізації вищий – на дрібно чи крупно масштабних?
10. Що таке збірне позначення об'єктів?

## Лабораторне заняття № 11. СКЛАДАННЯ КАРТ ЕКОЛОГІЧНИХ СИТУАЦІЙ

**Мета роботи:** вивчити методи складання карт екологічних ситуацій, дати оцінку рівня забрудненості різних регіонів України

**Прилади і матеріали:** тематичні екологічні карти України

### Теоретичні відомості

Складання карт екологічних ситуацій відноситься до тематичного картографування, яке розвивається в тісному зв'язку із загальногеографічним. Загальногеографічні карти є основою для нанесення тематичних даних, при цьому всі тематичні карти використовують єдину математичну основу. Тематичне картографування в цілому не має єдиної державної установи, що здійснює їх створення. Карти різної тематики створюють багато організацій і установ науково-дослідного й науково-технічного профілю. Звичайно тематику, класифікації і легенди, способи картографування розробляють в академічних інститутах і університетах, а укладають і видають карти на виробничих підприємствах.

Для складання тематичних карт, на відміну від загальногеографічних, додатково використовують літературні й статистичні джерела. Наприклад, для складання карт природи застосовують матеріали польових досліджень, спеціальних знімів з геології, ґрунтів, рослинності тощо. Для складання гідрологічних, кліматичних й екологічних карт використовують опрацьовані результати спостережень, отримані на стаціонарних та пересувних постах. Виявлені картографічні матеріали для складання тематичних карт повинні бути однорідними за використаними показниками, класифікацією об'єктів та масштабом. Складання карт передбачає визначення їх змісту, вибір умовних знаків й способів картографічного зображення. Зміст карти, що проектується, визначається її призначенням, тематикою, масштабом та вимогами основних користувачів.

Проектування змісту карти включає:

- розроблення відповідно до вимог науково-технічного проекту,
- перелік елементів й об'єктів, їх класифікація,
- розроблення легенди карти й вибирання образотворчих засобів.

У широкому розумінні **екологічні карти** відображають взаємодію живих організмів, зокрема людей, із середовищем, у вузькому — взаємодію соціально-економічних і природних геосистем. Цей вид картографування орієнтований на забезпечення державних, регіональних і місцевих програм, проектів природоохоронної діяльності інформацією про стан середовища існування людини та інших біологічних видів, тобто про екологічні умови.

У найзагальнішому вигляді виділені основні групи екологічних карт (за тематикою):

- оцінка стану навколишнього середовища (природних і соціально-

економічних умов) і ресурсів для життя та діяльності людей;

- вплив несприятливих і небезпечних природних процесів і явищ на навколишнє середовище, живі організми, зокрема на людей;
- антропогенні та техногенні впливи на навколишнє середовище і його зміни;
- стійкість навколишнього середовища до несприятливого зовнішнього впливу;
- прогноз стану навколишнього середовища й очікуваного розвитку екологічних ситуацій;
- оцінка наслідків несприятливих впливів на середовище, живі організми, зокрема на здоров'я людей;
- система рекомендованих заходів щодо забезпечення екологічної безпеки, охорона середовища і здоров'я людей від несприятливих впливів, підтримка позитивних тенденцій, у тому числі організація рекреації;
- комплексні екологічні карти.

Картографування екологічних ситуацій - процес складний, особливо при виявленні гострих екологічних ситуацій, вимагає передусім узагальнення великої кількості картографічних матеріалів.

Послідовність етапів розроблення карт екологічних ситуацій включає 5 етапів:

1. Визначення суб'єкта оцінки та картографування, масштаб дослідження;
2. Формулювання мети (постановка завдання, вибір критеріїв оцінки);
3. Визначення територіального каркасу, територіальних одиниць (індивідуальне районування - проблемні ареали), «жорсткий» територіальний каркас (ландшафтні виділи, контури використання земель і т.д.);
4. Оцінка (оцінювання виявлених територіальних одиниць за сприятливістю їх властивостей для даного суб'єкта), розроблення оціночних шкал, проведення оцінювання;
5. Розроблення картографічної моделі, знакових систем, проектування легенди, пояснювальних текстів і т.п.

Розглянемо деякі особливості екологічного картографування геосфер. Картографування забруднення атмосфери складається із:

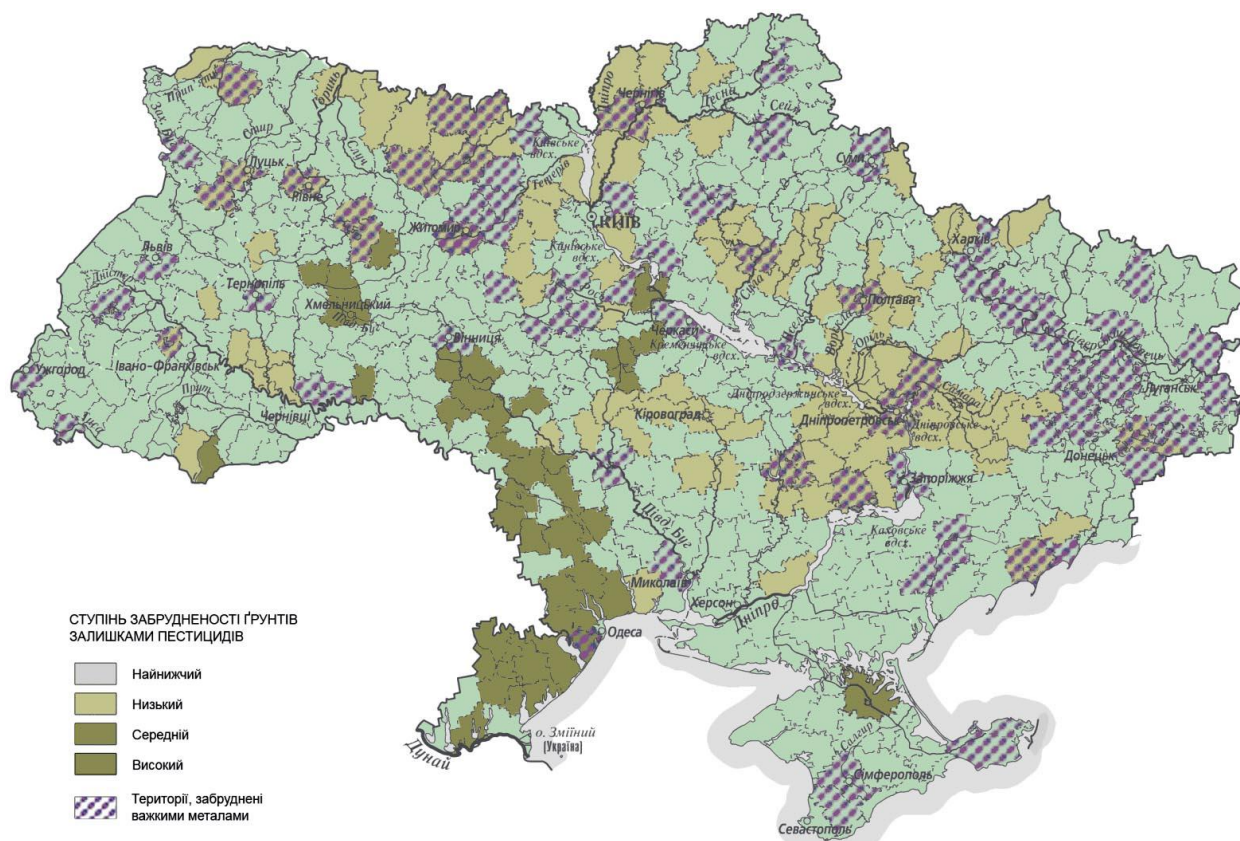
- картографування потенціалу забруднення атмосфери;
- картографування джерел забруднення;
- картографування рівнів забруднення.

Забруднення водних об'єктів, також як і забруднення атмосфери, складний, багатофакторний та досить динамічний процес. Концентрації різних забруднюючих речовин, які присутні у водному середовищі, характеризуються складною часовою динамікою й залежать від:

- інтенсивності надходження у водойми;
- швидкості процесів самоочищення та осадження;
- об'єму, маси, характеру та швидкості її руху.



Проблема забруднення ґрунтів має широке поширення, особливо в промислово розвинутих країнах. Забруднюючі речовини здібні зберігатися у ґрунтах довгі роки та десятиріччя, утворюючи безпосередньо загрозу здоров'ю населення.



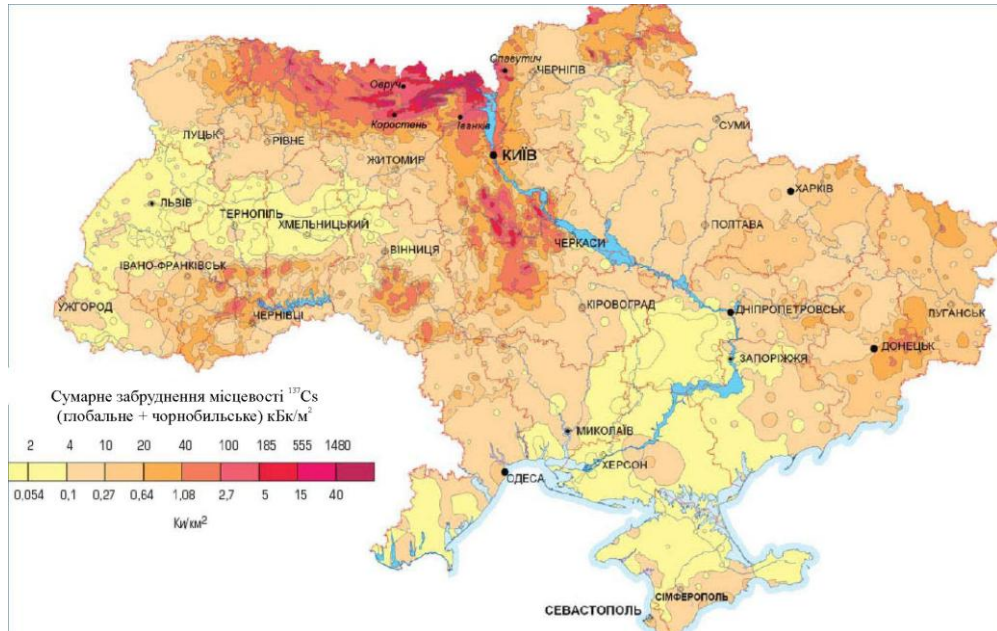
**Рис. 11.1. Ступінь забрудненості ґрунтів залишками пестицидів**

Наявність залишкового забруднення на місцях старих промислових зон, складів, звалищ часто стає причиною конфліктних ситуацій при житловому будівництві та рекреаційному засвоєнні території, при угодах із нерухомістю. Забруднення ґрунтів досліджується в двох аспектах: як самостійна екологічна проблема (рис. 11.1) та як індикатор загального екологічного неблагополуччя території. Забруднення ґрунтів як самостійна екологічна проблема вивчається вибірково, де існують підстави очікування високих рівнів вмісту тих чи інших специфічних речовин, як правило, високих класів небезпеки (радіонуклідів, пестицидів тощо). Дослідження забруднення ґрунтів, які спрямовані на порівняльну оцінку загального рівня екологічного неблагополуччя території, проводяться у великих та середніх масштабах (від 1:200 000 до 1:10 000) та охоплюють територію міст та їх частин, а в окремих випадках цілих регіонів.

До фізичних чинників навколишнього середовища, які піддаються трансформації за результатом діяльності людини та є предметами гігієнічної регламентації, відносять: шумове забруднення, електромагнітні та радіаційні поля. Радіаційна ситуація (рис.11.2) зазвичай характеризується на картах із використанням способу ізоліній. Ізолініями можуть передаватися рівні гамма-фону, вміст окремих радіонуклідів, потужність дози опромінення за визначений період. Аномалії, які не виражаються в масштабі карти, позначаються



значками. В результаті дослідження ізотопного складу радіонуклідів створюються карти радіаційного забруднення, на яких характеризується загальний вміст радіонуклідів у ґрунтах, донних відкладах, зазвичай в кюрі на квадратний кілометр. На спрощених картах, орієнтованих на масову аудиторію, іноді зображуються ареали радіаційного забруднення, в тому числі без кількісної характеристики.



**Рис.11.2 Карта радіоактивного забруднення України**

Висновки із всебічної характеристики, що включають порівняльні оцінки та зазвичай викликають найбільшу загальносуспільну та практичну зацікавленість, належить зображати на окремій узагальнюючій карті.



**Рис. 11.3 Сумарна забрудненість природного середовища України**

Особливості комплексного екологічного картографування найбільше повно розкриваються у створенні комплексних екологічних карт (рис.11.3). Сьогодні виділяють три різновиди комплексних екологічних карт:

- інвентаризаційні;
- інвентаризаційно-оціночні;
- комплексні оціночні.

### **Зміст роботи**

**Завдання 11.1.** За представленими картами екологічних ситуацій України, зробити висновки про найбільш забруднені та найсприятливіші в екологічному аспекті регіони, оцінити стан водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Що таке тематична карта?
2. Що є основою для складання тематичних карт?
3. Які джерела інформації використовують для складання тематичних карт?
4. Які групи екологічних карт ви знаєте?
5. Що виступає об'єктом картографування екологічних карт?
6. Охарактеризуйте етапи розроблення карт екологічних ситуацій.
7. Які є труднощі у картографуванні забрудненості поверхневих вод?
8. Яке значення екологічних карт?
9. Хто є виконавцем карт екологічної тематики?
10. Які існують різновиди комплексних екологічних карт?

## **Лабораторне заняття № 12.**

### **РОЗРОБЛЕННЯ ЛЕГЕНД КАРТ РІЗНОГО ЗМІСТУ.**

**Мета роботи:** освоїти вимоги до легенд карт та навчитись створювати легенди до карт різного змісту

**Прилади і матеріали:** загальногеографічні та топографічні карти України, контурні карти України, кольорові олівці, лінійки

#### **Теоретичні відомості**

До основних елементів загального оформлення карт відносяться: назва карти, рамки (зовнішня та внутрішня); **легенда карти**; додаткові карти (карт-врізки); діаграми, графіки, профілі, фотографії, художні рисунки; пояснювальні тексти (вказівки масштабу, вихідні дані); поля карти. Велике значення для композиції елементів загального оформлення карт мають розмір та конфігурація регіону картографування. Зокрема, при картографуванні території України її конфігурація обумовлює розміщення легенди під південним кордоном контуру. Контур регіону займає центральне положення в межах аркушу.

**Легенда** – це зведення використаних на карті умовних знаків і текстових пояснень до них, що розкривають її зміст. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їх підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають існуючим науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди. Легенда карти – головний елемент компоновки. Її місце в загальній композиції визначається в першу чергу.

Основні умови при розміщенні легенди: зручність її читання, чітка приуроченість картографічному зображенню; відокремлення легенди і її частин від додаткового змісту (карт-врізок, діаграм, графіків); компактність розміщення. Виконання двох перших умов забезпечується різними оформлювальними прийомами, наприклад, обмеження єдиною рамкою контуру регіону і легенди або виділення її серед інших додаткових елементів рамкою з подвійними лініями. Наочним прикладом, який полегшує єдине і чітке сприйняття карти і легенди, є їх оформлення на єдиному кольоровому фоні (наприклад білому, рис.13.1.), на відмінну від інших елементів, які відображаються на іншому фоні (сірому, світло-жовтому). Такий прийом вдало застосований на багатьох комплексних науково-довідкових атласах. Складніше зберегти приуроченість легенди до карти на аркуші, який вміщує декілька карт. При різних темах кожна карта має свою легенду, які розміщується безпосередньо біля карти. Для карт із взаємопов'язаними сюжетами, які мають повторення позначень, доцільно давати єдину зведену легенду. Компактність розміщення легенди пов'язана з її графічним виглядом, який у свою чергу залежить від типу карти, складності тематичного змісту. Різні типи географічних карт обумовлюють різнобічні легенди за їх графічним виглядом, об'ємом, складністю побудови.

Раціональні прийоми оформлення легенди – розміщення знаків у визначеній послідовності, вибір шрифтів для заголовків різних рангових груп, розрахунок відстаней між таксономічними категоріями, що забезпечить наочність і розуміння загальної структури легенди, які стосуються безпосередньо її внутрішньої композиції, але і в той же час впливають на компоновку карти в цілому.

Не викликає особливих ускладнень компоновка легенди елементарних карт. Вони прості й не займають великих площ на аркуші карти. На галузевих економічних картах легенди можуть обмежуватися досить коротким поясненням: «одна точка – 2500 га» - для карти посівних площ. На багатьох кліматичних картах, які використовують спосіб ізоліній, легенда представляє нескладну кольорову шкалу, яка складається із декількох ступенів. Але при наявності на цих картах великого числа додаткового змісту (карт-врізок, діаграм, профілів) важливо, щоб легенда основної карти чітко виділялась і не була відірвана від картографічного зображення.

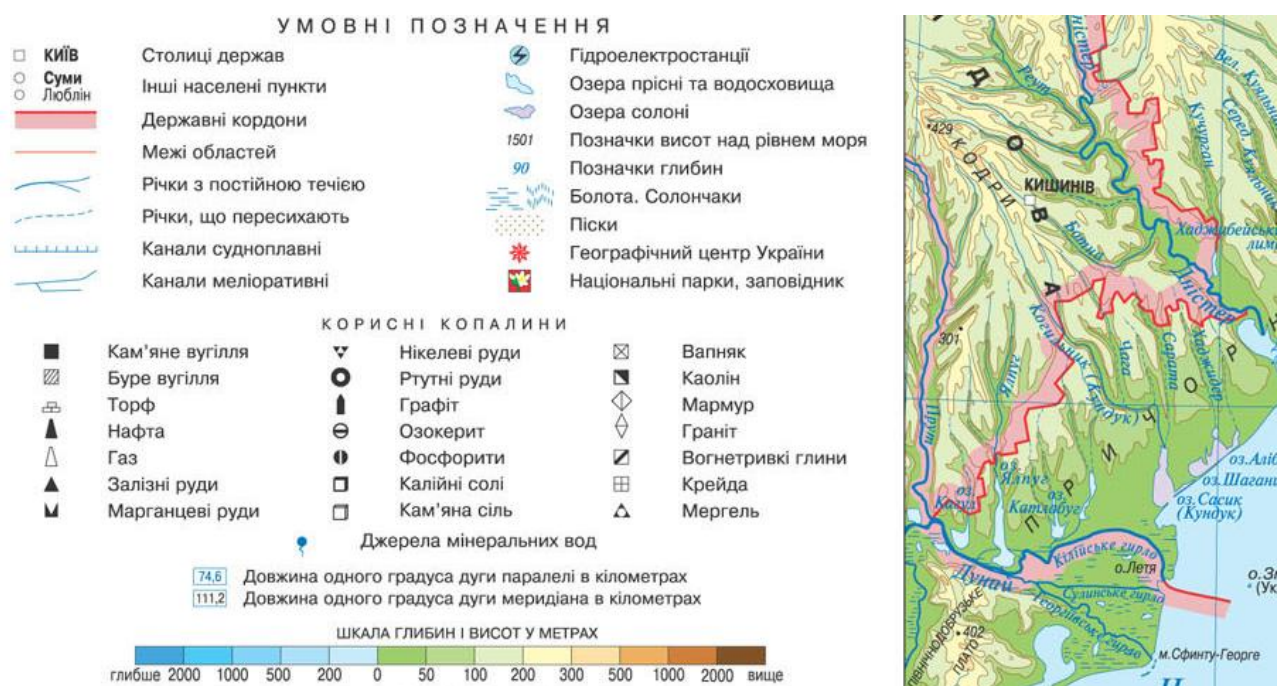


Рис.12.1 Приклад оформлення легенди фізичної карти України

Легенди тематичних карт, які вміщують ряд якісних і кількісних характеристик, мають більш складну графічну побудову. Нерідко при громіздкості легенд виникають труднощі у розміщенні їх на одному аркуші. Тому можливе розчленування легенди і розміщення в різних місцях вільного поля аркушу, але при збереженні послідовності читання взаємопов'язаних показників «зліва направо» і «зверху вниз». У цьому випадку легенди створюють визначену свободу в композиції аркуша карти, полегшують отримання врівноваженості та стрункости її загального вигляду. Без великої втрати наочності та єдності сприйняття розділяють легенди комплексних карт, де показники, що відображуються можуть вивчатися послідовно.



Найбільша складність виникає при розміщенні типологічних і синтетичних легенд карт. Складні за змістом і великі за об'ємом легенди цих карт відображують багатокомпонентний взаємопов'язаний комплекс показників, які практично важко розділити на частини. Для них важливим є - цілісне представлення системи прийнятої класифікації, відображення її структури, рангових групувань їх співпорядкованостей.

При громіздкості легенд (особливо ландшафтних карт) не завжди вдається виконати естетично врівноважений композиційний склад, причому додаткові труднощі виникають, якщо картографічне зображення займає на аркуші значно менше місця, ніж легенда. Нерідко легенди такого типу розміщують на окремій сторінці, наприклад на розвороті аркушу, де ліва сторона зайнята картою, а права – легендою. Гірший варіант для роботи з картою, коли легенда розміщується на зворотній стороні її аркушу.

У легенді карти застосування картографічних шрифтів пов'язане з особливостями її структури, характером пояснень умовних значень:

- детальний або скорочений опис знаків;
- визначальні підписи, що містять класифікаційні назви рангових категорій;
- системи індексів, цифрові буквені позначення.

Проектування систем умовних знаків та конструювання легенди карти є основними завданнями оформлення карти. Основні вимоги до розроблених умовних знаків: знаки системи повинні чітко розрізнятися між собою; знаки кожної підсистеми повинні зберігати певну схожість; відношення між знаками повинні відображати відношення між картографованими об'єктами; знаки повинні легко читатися і розпізнаватися.

Графічний вигляд умовних знаків конкретної карти залежить від обраного способу картографічного зображення. В цілому ж слід намагатися, щоб передати зміст карти якомога меншою кількістю умовних знаків. Для легенди обов'язковим є: точна відповідність знаків у легенді і на карті, стислість, ясність та однозначність пояснень. Легенди карт різняться за змістом, складністю, обсягом та структурою.

**Елементарні** легенди будують для карт вузької теми з односторонньою характеристикою окремих об'єктів. Це найпростіші легенди.

**Комбіновані** елементарні легенди складаються з кількох показників чи характеристик, що взаємопов'язані.

**Типологічні** легенди базуються на наукових класифікаціях. Систематизуючи об'єкти виділяють їх типи, види, класи.

**Комплексні** легенди властиві комплексним картам з різносторонньою характеристикою об'єкта. Умовні знаки в легенді слід групувати у послідовності до співвідношення елементів на карті.

**Синтетичні** легенди відображають цілісну інтегральну характеристику зображуваних об'єктів з урахуванням системи показників.

Різні за змістом і складністю легенди мають різну графічну форму: **рядкові, шкальні й табличні**. Рядкові легенди є традиційною формою, за якою всі картографічні знаки та пояснення до них розміщуються рядками.

Шкальні легенди містять шкалу у вигляді безперервної смуги, поділеної на частини (ступені), межі яких служать поділками шкали. Шкальні легенди мають карти, на яких застосовано спосіб ізоліній з пошаровим фарбуванням. Табличні легенди мають форму таблиці, в якій приведені в певну систему елементи змісту. Розрізняють табличні легенди з класифікаційним розграфленням і легенди-графіки. Перші відображають класифікаційний поділ об'єкта картографування системою роздільних ліній; другі мають форму, що дозволяє кожним умовним позначенням подавати дві характеристики. Розробляючи легенду слід приділяти увагу і поясненням до умовних позначень: вони повинні бути повними, виразними і стислими.

### **Зміст роботи**

**Завдання 12.1.** Використовуючи атлас України, на контурних картах створити легенду до кліматичної карти України та карти родовищ корисних копалин.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Що таке легенда карти?
2. Які ви знаєте елементи оформлення карт?
3. Основні вимоги до легенди карти.
4. Які різновиди легенд ви знаєте?
5. Як класифікують легенди за графічною формою?
6. У чому складність створення легенд тематичних та синтетичних карт?
7. Де на картах розміщують легенди?
8. Які вимоги до шкальних легенд?
9. Які вимоги до умовних знаків легенд?
10. До яких прийомів вдаються при громіздкості легенд?

## **Лабораторне заняття № 13.**

### **АНАЛІЗ І ОЦІНКА КАРТ ТА АТЛАСІВ**

**Мета роботи:** ознайомитись з картографічними творами, що використовуються при викладанні курсів географії у середній школі, вивчити їх ознаки.

**Прилади і матеріали:** Навчальні атласи, карти та глобуси різної тематики.

#### **Теоретичні відомості**

У процесі викладання шкільної географії можуть використовуватися такі типи картографічних творів: географічні карти, географічні атласи, глобуси, рельєфні карти, блок-діаграми, профілі та розрізи. Використовуючи картографічні твори на уроках географії слід знати про спільні принципові ознаки, які притаманні зазначеним картографічним творам:

1) здатність передавати просторове розміщення об'єктів і явищ;  
2) можливість відтворювати якісні та кількісні характеристики об'єктів та явищ на основі карто- й морфометричних робіт: характеристика клімату за картами кількості опадів, їх розподілу за сезонами, температура повітря, тиск повітря, напрям і швидкість вітру, протяжність атмосферних фронтів;

3) встановлювати і вивчати зв'язки та залежності між об'єктами і явищами. Зв'язки і залежності між об'єктами і явищами не мають видимих форм, вони "проявляються" аналітично. За картами Африки можна встановити, як впливають морські (теплі та холодні) течії на кількість опадів, формування рослинного покриву і природи загалом. Наприклад, холодна Бенгальська течія "винна" в формуванні пустині Наміб; тепла Гвінейська течія сприяє поширенню зони вологих екваторіальних лісів далеко на північ вздовж узбережжя Гвінейської затоки; тепла Мозамбіцька течія сприяє формуванню вологих тропічних лісів на Мадагаскарі. Таким чином, карта дає змогу комплексно представити знання про географічну дійсність, сприяє формуванню в учнів географічного мислення.

Карта як образно-знакова модель дійсності дає можливість учням вивчати об'єкти і явища, які недоступні для безпосереднього аналізу; це важлива функція карти. яку необхідно використати для формування в учнів уяви про територію чи акваторію.

Карта виступає критерієм географічності: все, що не можна нанести на карту, не має відношення до географії. При аналізі шкільних карт використовують різні класифікації. Як і всі географічні карти, шкільні карти поділяються за:

- змістом: загальногеографічні, тематичні та спеціальні;
- призначенням: для початкових класів, для середніх класів, для старших класів;
- масштабом: дрібномасштабні, середньомасштабні, крупномасштабні (великомасштабні);
- за способом використання: настінні, настільні, текстові.

Зміст шкільних географічних карт пристосовується до відповідного навчального курсу із географії, а він, в свою чергу, орієнтується на певний вік школяра (його психолого-педагогічні особливості). Шкільні карти повинні мати мінімальне необхідне навантаження. Чим молодший вік школяра, тим простішою повинна бути карта, тим більше вона генералізована, тим менше її навантаження. Це пов'язано з тим, що надмірне навантаження карт деталями може перешкодити знаходженню на картах необхідних об'єктів.

Основними вимогами, що пред'являються до шкільних географічних карт, є оглядовість і наочність. Принцип оглядовості досягається не тільки застосуванням дрібного масштабу, але й відповідною генералізацією. На шкільних картах подається деякий додатковий матеріал, який не згадується в підручниках. Особлива увага при цьому приділяється уніфікації умовних позначень: учні не повинні відволікатися на читання легенди карти, а більше уваги приділяти власне змісту карти. Принцип наочності досягається відповідними прийомами зображення (рисунком, знаками, кольорами). Наочність багатьох позначень посилюється застосуванням фонових і штрихових забарвлень, які асоціюються із природними (синім кольором передаються об'єкти гідрографії, зеленим – ліси тощо). Наочність проявляється у двох крайніх формах. Реалістична форма – це передача "живої подібності" об'єктів та явищ – гір, озер, міст, доріг – на основі зовнішньої подібності. Умовна форма – це відображення елементів дійсності відповідними способами – значків, індексів, стрілок – на основі опосередкованого сприйняття.

Важливою особливістю математичної основи більшості географічних шкільних карт є їх дрібний масштаб і пов'язані з цим спотворення, зумовлені переходом від сфероїдальної поверхні земного еліпсоїда до площини (карти). Шкільним картам властиві значні спотворення довжин, площ, кутів і форм. Через це на навчальних картах подається назва проекції, в якій побудована карта.

На шкільних картах подаються числовий, іменований (словесний) та лінійний масштаби. На шкільних картах застосовується мінімальне число картографічних проекцій.

Картографічна сітка представлена на більшості шкільних географічних карт, але її густота зведена до мінімуму. Екватор, нульовий та 180-ий меридіани зображаються потовщеними лініями. На деяких картах (західної та східної півкуль, "фізичній" карті України) вздовж паралелей вказуються величини дуг в  $1^\circ$  (в км, наприклад, на  $60^\circ$  пн. та пд.ш. – 55,8 км). Прямолінійний меридіан розташовується посередині карти. Напрямок "північ–південь" вказують меридіани, а не бічні рамки, як на планах місцевості. На цю особливість карт вчитель повинен звернути увагу учнів. На картах, виданих Укргеодезкартографією в 1988-2001-их, подається спеціальний покажчик на пряму "північ–південь" на кожній карті шкільних атласів.

Назва карти подається над рамкою, як правило, посередині, інколи збоку, записи масштабів – під рамкою, внизу подається також умовні позначення. Часто зображення материків на картах світу розривається як і зображення океанів. Шкільні карти вміщують багато фотографій.



Серії шкільних карт представлені настінними картами. Для кожного материка за часів колишнього СРСР були розроблені серії карт: так звана фізична, кліматична, природних зон, населення, політична, загальноекономічна (економічна). Для світу були розроблені настінні карти масштабу 1:20 000 000: будова земної кори, кліматичні пояси та області, природні зони, рослинності, зоогеографічна, населення, низка галузевих економічних карт – паливно-енергетична промисловість, машинобудування й металообробка, хімічна промисловість, чорна й кольорова металургія, легка промислова, харчова промисловість, транспорт світу. Розроблені нові карти для школи в Україні, серед них: так звані фізичні карти материків, фізична карта України, ґрунтів, ландшафтів, населення й населених пунктів, галузеві економічні карти – паливно-енергетичний комплекс, металургійний комплекс, машинобудівний комплекс, хімічна, нафтохімічна та лісохімічна промисловість, транспортна система тощо.

Чільне місце в шкільній географії посідають географічні атласи як головні посібники для самостійної роботи учнів. Педагогічна мета в роботі із шкільними атласами – не передавати учням знання, а навчити їх самостійно здобувати інформацію. Шкільні атласи – комплексні географічні твори, які вміщують як загальногеографічні, так і тематичні карти. Вони складаються як правило із трьох частин: 1) вступного (тут подається призначення атласу, вихідні дані, дані про авторів та рецензентів карт, склад редколегії тощо); 2) основний (вміщує всі карти); 3) заключний (вміщує додаткові дані, схеми, діаграми, графіки тощо).

Згідно із діючими навчальними програмами в школах України перебувають в обігу такі шкільні атласи, видані в 1996-2000 рр. – "Україна: Географічний атлас. Для дітей молодшого і середнього шкільного віку" (1996), "Наша планета. Атлас для шостого класу" (1996), "Географія світу: Атлас для сьомого класу" (1996), "Географія світу. Атлас для восьмого класу" (1996), "Географія материків і океанів. Атлас: 7 клас" (2000), "Економічна і соціальна географія світу. Атлас для десятого класу" (1997), "Навчальний атлас України для дев'ятого класу" (1998), атласи, видані НВП "Картографія" в кінці 1990-х років – "Атлас: Дивосвіт" [4(3) клас], "Загальна географія. Атлас: 6 клас", "Географія України. Атлас: 8-9 класи", "Економічна і соціальна географія світу. Атлас: 10 клас", а також атласи, видані ЗАТ "Інститут передових технологій" у 2001-2002 рр. – "Наша Батьківщина. Атлас з природознавства для 2-4 класів", "Наша планета. Атлас для шостого класу", "Географія материків та океанів. Атлас: 7 клас", "Географія України: Атлас для 8-9 класів", "Економічна і соціальна географія світу. Атлас для 10-11 класів", а також нове видання навчального атласу "Україна".

Розроблена система контурних карт для кожного класу (у вигляді блоків). Для деяких областей видано навчальні атласи областей серії "Моя мала Батьківщина" (Львівська, Тернопільська та інші області). Значну кількість картографічного матеріалу містять навчальні підручники та посібники з географії рідного краю (Тернопільська, Чернівецька та інші області).

Для забезпечення вивчення географії рідного краю видані навчально-довідкові атласи краєзнавчого типу для Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Рівненської, Тернопільської, Харківської областей, атлас юного натураліста Київської області тощо.

До спеціальних шкільних карт та інших картографічних творів відносять наступні:

а) контурні карти – однокольорові зображення, призначені для нанесення на них різних даних (написів, знаків, об'єктів, явищ, процесів тощо). Вони випускаються у вигляді блоків із узгодженою основою, масштабом, компановкою. Існуючі карти передбачають поступове ускладнення робіт із контурними картами від молодших класів до старших. Інша функція контурних карт – основа для складання тематичних карт чи картосхем при виявленні взаємозв'язків досліджуваних явищ і процесів;

б) індукційні карти – настінні контурні карти, виконані на лінолеумі чи дерматині із незмивними контурами. Використовуються при роботі із учнями на настільних контурних картах, поясненні нового матеріалу;

в) німі карти – звичайні настінні карти, але без написів; призначені для перевірки й закріплення знань учнів біля дошки;

г) напівнімі карти – характеризують об'єкти першими двома-трьома буквами, а наступні букви назв учневі необхідно визначити і дописати;

г) карти-трафарети – викреслені на прозорій плівці для проектування із епідіаскопа на екран; дають можливість накладати ряд плівок; використовуються при вивченні нового матеріалу;

д) ескізні картосхеми – картографічні малюнки, зроблені "на око", без точного дотримання масштабу на дошці; використовуються при вивченні нового матеріалу, коли необхідно сконцентрувати увагу учнів на певному явищі чи процесі;

е) електрифіковані та магнітні карти – звичайні настінні карти, які спеціально обладнані; на електрифікованих картах в певних місцях вмонтовані електричні контакти, куди під'єднуються маленькі електричні лампочки; магнітні карти виконуються на спеціальних металічних листах; умовні знаки на них зроблені із пінопласту із вставленим магнітом;

є) глобуси починають застосовувати на уроках ще в молодших класах для пояснення форми Землі, в наступних – для пояснення форми і розмірів Землі, картографічної сітки, суті паралелей і меридіанів, при визначенні географічних координат (географічних широти та довготи), освітлення Землі Сонцем, руху Землі навколо Сонця і навколо своєї осі тощо. Шкільні глобуси виготовляють у масштабах 1:83 000 000, 1:50 000 000, 1:30 000 000; останній – демонстраційний, перші два – призначені для самостійної роботи учнів; за змістом поділяються на "фізичні", політичні, рельєфні. Поширені індукційні глобуси – на чорному фоні світлою фарбою нанесена градусна сітка. Є глобуси із прозорого пластика із підсвічуванням з середини, розбірні пластмасові і гумові.

В шкільній програмі із географії передбачене використання профілів, розрізів, блок-діаграм, рельєфних карт тощо.

Карта – найбільш використовуваний картографічний твір в шкільній програмі із географії. Вона є найбільш універсальним твором. За картою можна розв'язувати різні творчі завдання. Застосування карт в шкільній географії переслідує три основні задачі, які досягаються в процесі вивчення карти і роботи з нею:

а) розуміти карту – це значить засвоїти основні властивості карти, особливості різних видів карт, їхні умовні позначення, прийоми застосування;

б) читати карту – значить вміти вияснити географічну дійсність за її картографічним зображенням, тобто за умовними позначеннями виявити розміщення взаємозв'язки явищ природи та людської діяльності. Характер читання може бути різним залежить від призначення та можливостей карти: від звичайної довідки (що? де? скільки?) до повного розуміння взаємозв'язку і взаємообумовленості об'єктів і явищ (чому? з яких причин? як?);

в) знати карту – відтворення в пам'яті картографічної інформації, по пам'яті представляти взаємне розташування, відносні розміри, форму і власні назви об'єктів, які вивчаються в шкільному курсі географії.

Картографічна інформація сприяє впорядкуванню географічних знань, при цьому ці знання мають хорологічну (просторову) прив'язку.

Вище згадані цілі за своїм значенням нерівноцінні, але взаємопов'язані. В шкільній географії наголос слід робити саме на читанні карти, яке повинно будуватися на розумінні й знанні карти.

Робота із картою чи іншими картографічними творами є цікавою для школярів, бо включає зорову функцію пам'яті (нервовий зоровий канал вчетверо потужніший, ніж слуховий). Крім того, дітям завжди подобалися подорожі й екскурсії. Це слід використати для "передачі" учням знань. Навчити учнів картографічним словесним методам неможливо, тому для учнів слід підбирати відповідні картографічні твори, а не карти загалом.

У молодших класах учні користуються найпростішими планами місцевості, знайомляться із дрібномасштабною картою при співставленні її із планом місцевості і глобусом. Тут закладаються початкові картографічні знання – про картографічне зображення, масштаб, генералізацію. В шостому класі розширюються картографічні знання про план і карту, картографічну сітку, даються поняття про меридіани і паралелі, географічну широту і довготу, географічні координати загалом, горизонталі, висоту перерізу, абсолютні та відносні висоти. В шкільній програмі передбачено розділ "План і карта".

У сьомому класі теж введено у вступному розділі дані про види тематичних карт, що подаються в шкільному підручнику та шкільному атласі, звертається увага на їх зміст, деякі способи картографічного зображення – якісний (кольоровий) фон, лінійні знаки, знаки руху, ізоліній, ареалів), на взаємозв'язок між явищами на картах.

У 8 і 9 класах в курсах фізичної та економічної географії України картографічні знання поповнюються новими даними про способи

картографічного зображення – картограму, картодіаграму, види тематичних карт, зокрема, соціально-економічних.

У 10 класі при вивченні економічної та соціальної географії світу використовуються вже всі наявні загальногеографічні та тематичні карти і всі наявні картографічні знання.

В шкільній програмі передбачені гурткова та факультативна робота із картографії та топографії.

### **Зміст роботи**

**Завдання 13.1.** Ознайомитись з картографічними творами, що використовуються для викладання дисципліни географія у школі. Зробити аналіз творів, що використовуються у молодших та старших класах на предмет інформативності, складності, доступності, наочності.

### **Контрольні питання до роботи:**

1. Що таке географічний атлас?
2. Які серії карт використовуються у шкільній програмі?
3. Як класифікують шкільні карти?
4. Які існують спеціальні шкільні карти?
5. Які особливості шкільних географічних карт?
6. Основні завдання при роботі зі шкільною картою.
7. Які особливості картографічних творів для молодших класів?
8. У яких класах починають вивчати тематичні карти?
9. Для чого використовуються глобуси у курсі географії у школі?
10. Яка роль контурних карт при вивченні географії?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна:

1. Божок А.П. Картографія. Підручник / А.П.Божок, Л.Є Осауленко, В.В Пастух – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 208 с.
2. Земледух Р.М. Картографія з основами топографії: Навч. Посібник / Р.М. Земледух - К.: Вища школа, 1993. – 456 с.
3. Павлів П.В. Геодезія. Навч. Посібник / П.В. Павлів. – К.:ІЗМН, 1997. – 200 с.
4. Топографія з основами геодезії: Підручник / А.П. Божок. В.Д. Барановський, К.І. Дрич та ін.; За ред. А.П. Божок. – К.: Вища шк., 1995. – 304 с.
5. Маслов А.В. Учебное пособие для вузов / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков – М.: Недра, 1980. – 616 с.
6. Скробач Т.Б. Основи топографії: методичні матеріали до проведення лабораторних занять / Т.Б. Скробач Т.Б., Г.Г. Гриник – Дрогобич: Ред.-вид. відділ Дрогобицького державного педагогічного університету, – 2011. – 42 с.
7. Ковальчук І.П. Картографія. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Видання третє / І.П. Ковальчук, Т.О. Євстюков. – Київ-Львів: Простір-М, 2015. -282 с.
8. Шевченко Р. Ю. Картографія: Електронний підручник / Р.Ю.Шевченко — К.: ЦНМВ «Кий», 2015. — 230 с.

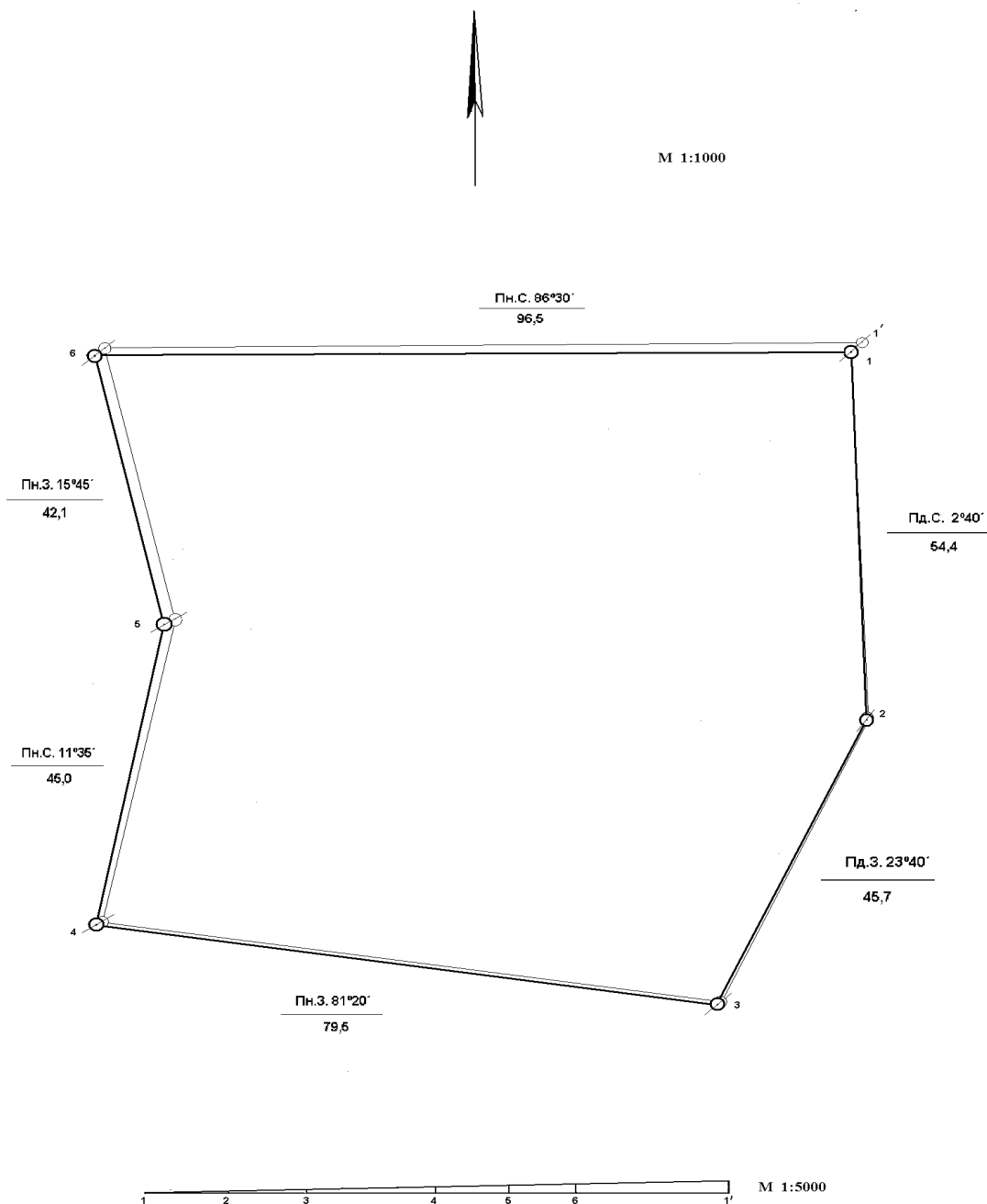
### Додаткова:

9. Баканова В.В. Геодезия / В.В.Баканова. - М.:Недра, 1980,— 227 с.
10. Борщ - Компониец В.И. Геодезия. Маркшейдерское дело / В.И. Борщ-Компониец. - М.: Недра, 1989. — 512 с.
11. Тітова С.В. Навчально-методичний посібник з курсу «Картографічні методи в екології» для студентів ННЦ Інститут біології кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування / С.В. Тітова, Т.В. Дудун – К., Вид-во 2015 р. – 139 с.
12. Картография с основами топографии: Учеб. пособие для студентов педагогических институтов по специальности “География” / Под ред. Г.Ю. Грюнберга. – М.: Просвещение, 1991. – 368 с.

ДДПУ ім.І.Франка  
Біологічний факультет

Основи топографії

### План за румбами



2016 -2017 навч.р.

Виконав: ст. гр. Е-23, Ізак С.

