

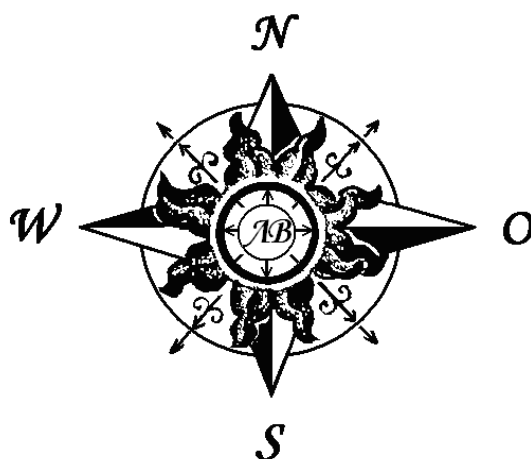
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Львівський національний університет імені Івана Франка

ТОПОГРАФІЧНІ ЗНІМАННЯ

ДІЛЯНОК МІСЦЕВОСТІ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
З КУРСУ “ТОПОГРАФІЯ”

Видання друге, доопрацьоване і доповнене



Львів – 2012

Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Протокол № 3 від 16 травня 2007 р

ТОПОГРАФІЧНІ ЗНІМАННЯ ДІЛЯНОК МІСЦЕВОСТІ
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК З КУРСУ “ТОПОГРАФІЯ”

Для студентів географічних спеціальностей

В. В. Лозинський. Топографічні знімання ділянок місцевості.
Навчально-методичний посібник. – Львів, 2012.

Подано інформацію про види топографічних знімачів, будову геодезичних приладів, виконання кутових вимірювань, проведення геометричного та барометричного нівелювань, окомірного знімання. Особливу увагу приділено опрацюванню результатів польових вимірювань та побудови планів і профілю місцевості.

© Лозинський В.В., 2012

© Львівський національний університет
імені Івана Франка, 2012

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вимірювання на місцевості, в результаті якого дістають географічне зображення території, називають *зніманням*. Воно включає знімання ситуації (контурів і місцевих об'єктів) та рельєфу і проводиться разом чи окремо. Точку, з якої знімають, називають *станцією*. На місцевості вона позначається забитим у землю кілочком.

Знімання ситуації – це знімання в горизонтальній площині, тобто знімання планове, контурне. В результаті знімання контурів ситуації дістають контурний план, тобто плоске зображення місцевості на аркуші паперу в заданому масштабі.

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

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

Горизонтальне знімання – це знімання в горизонтальній площині, тобто знімання планове, контурне.

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

За результатами *топографічного знімання* створюють топографічний план із зображенням ситуації і рельєфу в заданому масштабі.

Для проведення топографічних знімачь на місцевості закріплюють пункти, місцеположення яких обчислено в прийнятій системі координат. Сукупність таких пунктів становить *знімальну основу*. Розрізняють *планову знімальну основу* (коли для пунктів основи визначено координати X і Y), *висотну знімальну основу* (коли визначено висоту пунктів над вихідною поверхнею) та *планово-висотну знімальну основу* (коли пункти мають як планові, так і висотні координати).

Горизонтальне знімання місцевості, при якому кути вимірюють теодолітом, а лінії мірною стрічкою, рулеткою чи оптичним віддалеміром називають *теодолітним зніманням*.

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

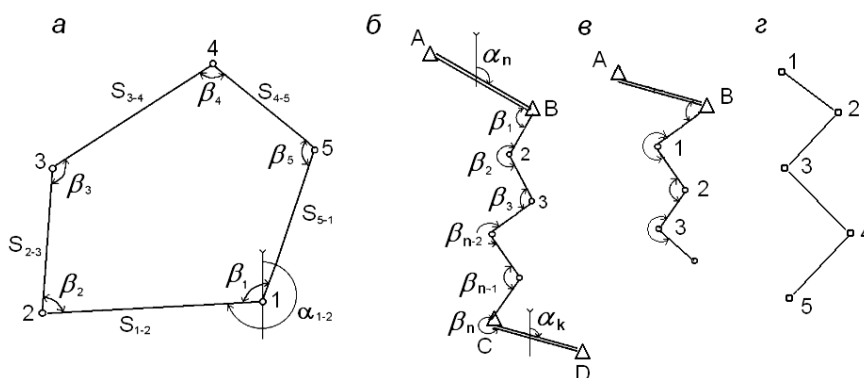


Рис. 1. Теодолітні ходи:

а – зімкнутий (полігон); б – розімкнутий; в – висячий;
г – вільний

Теодолітним ходом називають побудований на місцевості зімкнутий або розімкнутий багатокутник (рис. 1), в якому горизонтальні кути вимірюють теодолітом, а довжини сторін – землемірними стрічками та рулетками або оптичними віддалемірами, які забезпечують встановлену точність. Зімкнутий хід називають також *полігоном*. Для порівняно

невеликих ділянок знімальна основа може бути у вигляді полігона або одного хода.

Знімання ситуації місцевості полягає у визначенні положення характерних точок контурів і місцевих об'єктів відносно вершин і сторін робочої основи (знімальної мережі). Для одержання планового розміщення об'єктів застосовують такі способи знімань: полярних координат, перпендикулярів, засічок, обходу, створів.

Спосіб перпендикулярів (ординат або прямокутних координат) полягає в тому, що розміщення окремих точок місцевості визначають відносно базису чи сторони полігона. За вісь абсцис зазвичай слугує пряма лінія (вона ж базис), а перпендикулярні до неї напрями відіграють роль ординат. Спосіб перпендикулярів часто застосовують під час знімання витягнутих кривих і ламаних контурів, об'єктів місцевості, розташованих поблизу сторін полігона, а також визначення відстаней, недоступних для безпосереднього вимірювання (рис. 2).

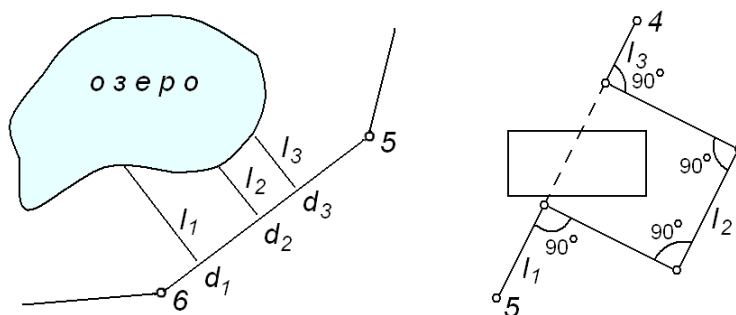


Рис. 2. Спосіб перпендикулярів

Спосіб полярних координат застосовують під час знімання ситуації на відкритій слабо розчленованій місцевості. Положення будь-якої точки на площині визначають полярним кутом β , утвореним *полярною віссю* і напрямом на точку, яку знімають, та відстанню (радіусом-вектором) l від полюса до цієї точки (рис. 3). Полюсом знімання є центр компаса чи іншого кутомірного приладу, встановленого на станції (точці знімальної мережі). За полярну вісь приймають північний

напряг магнітного меридіана або напрям на візирну ціль (віху, рейку) передньої станції.

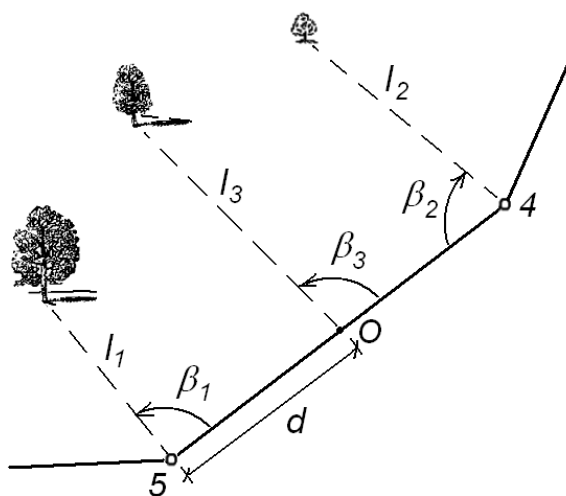


Рис. 3. Спосіб полярних координат

Спосіб засічок. Під час знімання важкодоступних або віддалених точок на відкритій місцевості застосовують *спосіб кутових засічок*. Для цього кутомірним приладом вимірюють кути γ і δ в точках 3 і 4 між стороною полігона і напрямом на дерево, яке знімають (рис. 4,а). Дерево на плані буде одержане в перетині напрямів, побудованих за цими кутами. Найліпші результати одержують, коли кут при шуканій точці близький до 90° ; засічки під кутом до 30° і понад 150° дають неточні положення знімальних точок.

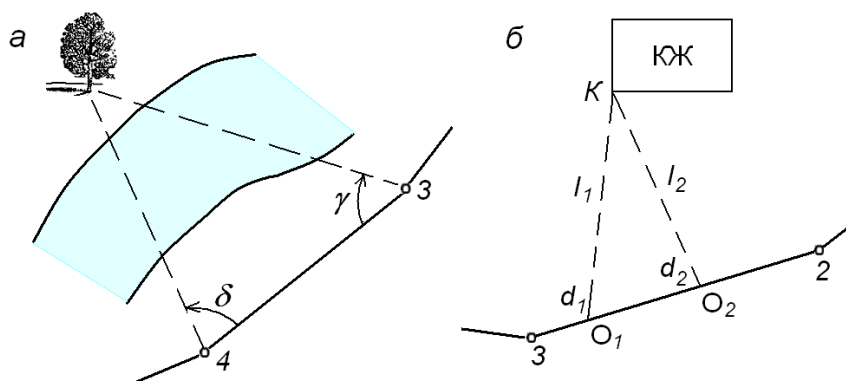


Рис. 4. Спосіб засічок: а – кутових; б – лінійних

У разі знімання доступних об'єктів з чіткими обрисами (будівлі, інженерні споруди тощо), розташованих поблизу сторін полігона, можна застосувати *спосіб лінійних засічок* (рис. 4,б). У цьому випадку з двох вихідних точок вимірюють два лінійні відрізки до точки, яку знімають. Тоді положення шуканої точки на плані одержать у перетині виміряних відрізків, відкладених у масштабі від вихідних точок.

Спосіб обходу застосовують у закритій місцевості для знімання об'єктів, які не можна зняти з точок і сторін робочої основи (полігона). В цьому випадку навкруги об'єкта, який знімають, прокладають додатковий знімальний хід з прив'язкою до основного ходу (рис. 5). Межі контуру знімають від сторін додаткового ходу способом перпендикулярів. Якщо контур об'єкта, який знімають, має прямолінійні межі (сільськогосподарські угіддя, лісонасадження, забудови тощо), то знімальний хід прокладають безпосередньо вздовж меж об'єкта. В цьому випадку обриси ходу і будуть контурами знімального об'єкта.

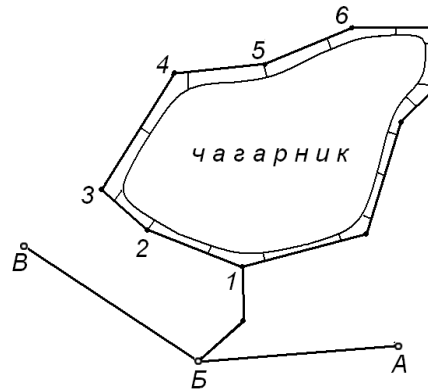


Рис. 5. Спосіб обходу

Спосіб створів (промірів) застосовують у випадках, коли межі ситуації перетинають сторони полігона або продовження сторін, для визначення положення допоміжних опорних точок, під час знімання забудованих територій, особливо в поєднанні зі способами перпендикулярів та лінійних засічок (рис. 6).

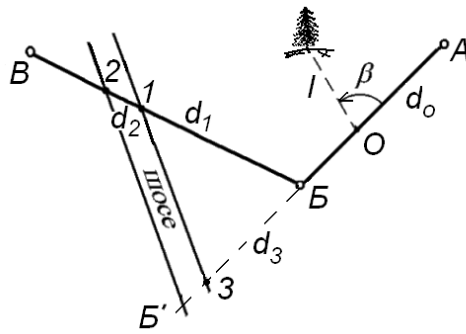


Рис. 6. Спосіб створів (промірів)

Залежно від характеру і виду об'єкта, що знімають, рельєфу місцевості та масштабу, в якому потрібно скласти план застосовують той чи інший спосіб знімання ситуації. Результати вимірювань під час знімання ситуації заносять на схематичний рисунок місцевості – *абрис (зарис)*, масштаб якого приймають довільним (рис. 7).

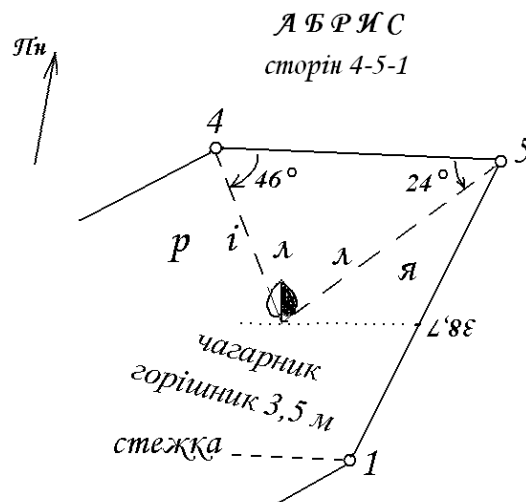


Рис. 7. Абрис

На абрисі олівцем наносять взаємне розміщення вершин теодолітного ходу, ліній та місцевих предметів, подають елементи рельєфу, числові значення вимірювань та інші відомості, потрібні для складання карти (плану) у відповідному масштабі. Абрис має бути орієнтований по сторонах світу. Розмір абриса має забезпечувати чітке і точне розміщення на ньому всіх графічних побудов і записів. Абрис є

основним документом знімання і матеріалом для складання плану місцевості.

Топографічні знімання є основним розділом вивчення студентами курсу “Топографія з основами геодезії”. Вони мають вивчити будову геодезичних приладів, вміти виконувати перевірки приладів, здійснювати вимірювання на місцевості, обчислювати координати і висоти точок, будувати план теодолітного чи тахеометричного знімання, профіль місцевості.

Контрольні запитання

1. Для чого створюють планові геодезичні сітки?
2. Що називають теодолітним ходом?
3. Якими можуть бути теодолітні холи?
4. Який теодолітний хід називають вільним?
5. Які точки називають вихідними (початковими) точками?
6. Який метод створення планових сіток є одним з найпростіших?
7. Які є види геодезичних знімачів?
8. Які види робіт виконують під час геодезичних знімачів?
9. Що таке планово-висотна знімачьна основа?
10. Що називається теодолітним ходом?
11. Для чого створюють теодолітний хід?
12. Що називається плановим знімачням?
13. Який вид знімання називають топографічним?
14. Що називається полігоном?
15. Які є способи знімання ситуації (предметів місцевості)?
16. В чому полягає суть знімання ситуації способом полярних координат?
17. Які точки називають пікетними?
18. Що таке абрис? Як креслять абрис?



ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ

Тахеометричне знімання є найбільш розповсюдженим видом наземних топографічних знімань, які виконуються при проведенні інженерних вишукувань трас доріг, ЛЕП, трубопроводів, об'єктів будівництва, інвентаризації земель, створенні державного земельного кадастру, складанні проектів відведення земельних ділянок. Тахеометричне знімання належить до топографічних або контурно-висотних знімань, в результаті яких одержують плани невеликих ділянок місцевості у великих (1:500 – 1:5 000) масштабах.

Слово «тахеометрія» в перекладі з грецької означає «швидке вимірювання». Швидкість вимірювання під час тахеометричного знімання досягається тим, що положення точки місцевості визначається на плані й по висоті при одному наведенні труби приладу на рейку, встановлену в даній точці.

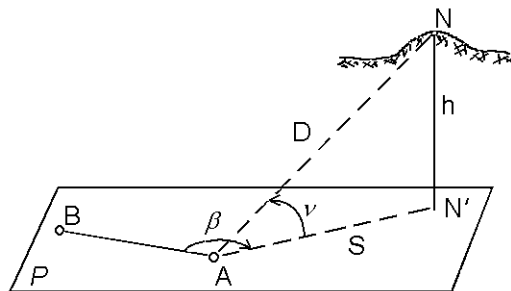


Рис 8. Суть тахеометричного знімання

При використанні технічних теодолітів сутність тахеометричного знімання зводиться до визначення просторових полярних координат (β , γ , D) точок місцевості (рис. 8) та подальшого нанесення цих точок на план. При цьому горизонтальний кут β між початковим напрямом (AB) і напрямом на точку (N), що знімається, вимірюють за допомогою горизонтального круга, вертикальний кут γ – вертикального круга теодоліта, а відстань D до точки – N нитковим віддалеміром. Отже планове положення знімальних точок місцевості визначається полярним способом (координатами

β , S), а перевищення точок h – методом тригонометричного нівелювання, яке здійснюється за допомогою похилого променя візування (рис. 8).

Для тахеометричного знімання місцевості знімальне оґрунтування створюють у вигляді тахеометричних ходів. Тахеометричні ходи прокладають так, як і теодолітні, тільки крім вимірювання горизонтальних кутів і довжин сторін ходу визначають перевищення методом тригонометричного нівелювання (похилим променем візування).

Обчислення журналу тахеометричного ходу

У графи 1,2,3,4,7,8,10 журналу (табл.1) записати вихідні дані зі свого індивідуального завдання.

✓ Обчислити величини горизонтальних кутів і їхні середні значення. Результати записати відповідно у графи 5 і 6.

✓ Обчислити кути нахилу ліній за формулою:

$$v = MO - КП;$$

$$v = КЛ - MO,$$

де $КП$ і $КЛ$ – відлічування вертикального круга на точку візування у положенні круга праворуч та ліворуч зорової труби (графа 8). Результати записати у графу 9.

Таблиця 1

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ

Точки		Полож. верт. круга	Відліки мікроскопа гориз. круга	Величина горизонт. кута	Середній кут	МО	Відліки мікроскопа верт. круга	Кут нахилу лінії	Відстань за віддалеміром	Горизонт. проекція лінії	Середнє значення горизонт. проекції лінії
стоя-ння	візува-ння										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

✓ Обчислити горизонтальні прокладення ліній за формулою:

$$S = D \cos^2 v,$$

де D – відстань за нитковим віддалеміром від точки стояння до точки візування; v – кут нахилу відповідної лінії.

Результати записати у графу 11.

✓ Обчислити середні значення горизонтальних прокладень ліній і результати записати у графу 12.

Обчислення відомості координат точок тахеометричного ходу

Обчислення виконати у спеціальній відомості (табл. 2). Записи у відомості здійснюють кульковою ручкою акуратно, без виправлень.

У першій графі відомості записати номери точок. У другу графу – відповідні обчислені кути (середні), в шосту графу – горизонтальні прокладення ліній, в четверту – заданий початковий дирекційний кут і у графи 11 і 12 – координати першої точки.

◆ Ув'язку (вирівнювання) горизонтальних кутів зімкнутого тахеометричного ходу виконувати в такій послідовності:

◆ обчислити суму виміряних внутрішніх кутів у графі 2:

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

◆ обчислити теоретичну суму кутів за відомою формулою:

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

де n – число кутів (чи сторін) полігону.

◆ обчислити практичну і допустиму кутові нев'язки ходу за формулами:

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

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

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

Таблиця 2

ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ

№ точки	Кути		Дирекц. кути	Румби		Гориз. прокл. лінії	Прирости координат				Координати	
	Обчислені	Виправлені		Назва	Величина		обчислені		виправлені		X	Y
							ΔX	ΔY	ΔX	ΔY		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

♦ Кутову нев'язку розподілити з протилежним знаком насамперед на кути з секундами (щоб заокруглити їх до цілих мінут), а решту – на кути, утворені короткими сторонами. Поправки виписують із своїми знаками над виміряними кутами червоним кольором (графа 2).

Контроль обчислень: сума внесених поправок має дорівнювати величині кутової нев'язки $f\beta_{\text{практ.}}$, а сума виправлених кутів – їхній теоретичній сумі.

♦ Обчислити дирекційні кути (графа 4).

Для обчислення дирекційних кутів сторін полігону необхідно виписати у відомість обчислення координат дирекційний кут вихідної сторони. Дирекційні кути решти сторін тахеометричного ходу обчислюються за формулами:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - b^{\text{прав.}};$$

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} - 180^\circ + b^{\text{лів.}},$$

де α_i – дирекційний кут i -ої лінії,

α_{i-1} – дирекційний кут попередньої лінії,

$b^{\text{прав.}}$; ($b^{\text{лів.}}$) – внутрішні кути відповідно праві (ліві).

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

$$\alpha_i = \alpha_n + 180^\circ - b_1^{\text{прав.}}$$

◆ Для спрощення подальших обчислень від дирекційних кутів переходять до румбів сторін на основі залежності між ними (табл. 3). Значення румбів записати у графу 5.

Таблиця 3

Номер чверті	Назва чверті	Залежність між румбом і дирекційним кутом
I	Пн. Сх.	$R_I = \alpha$
II	Пд. Сх.	$R_{II} = 180^\circ - \alpha$
III	Пд. Зх.	$R_{III} = \alpha - 180^\circ$
IV	Пн. Зх.	$R_{IV} = 360^\circ - \alpha$

◆ За формулами прямої геодезичної задачі обчислити прирости координат

$$\Delta X_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cos R_{i,i+1}; \quad \Delta Y_{i,i+1} = S_{i,i+1} \sin R_{i,i+1},$$

де $S_{i,i+1}$ – горизонтальне прокладення лінії;

$R_{i,i+1}$ – румб лінії.

Знаки приростів визначають за назвами румбів (табл. 4)

Таблиця 4

Прирости координат	Ч в е р т і			
	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	ПнЗх
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Прирости координат обчислюють за таблицями тригонометричних функцій. Результати заокруглити до 0,01 м і вписати в графи 7 і 8 з відповідними знаками.

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

◆ обчислити суми приростів координат

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

◆ обчислити абсолютну нев'язку за формулою:

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

◆ відносну нев'язку обчислити за формулою:

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

де P -довжина ходу (периметр полігона);

Довжини сторін у тахеометричних ходах вимірюють за допомогою ниткового віддалеміра, а за масштабу 1:500 – мірною стрічкою. Розходження між результатами вимірювання довжини лінії ходу в прямому і зворотному напрямках не повинно перевищувати 1:400. Допустимі лінійні нев'язки в тахеометричних ходах при вимірюванні ліній оптичними віддалемірами визначають за формулою:

$$f_{\text{доп}} = \frac{P}{400 \sqrt{n}},$$

де P – довжина (периметр) ходу, м;

n – кількість ліній у ході.

◆ нев'язки $f_{\Delta X}$ та $f_{\Delta Y}$ розподілити шляхом введення поправок у обчислені прирости координат пропорційно довжинам відповідних їм сторін з *протилежним знаком*. Для

цього поправки у прирости координат обчислюють за формулами:

$$\delta_{\Delta X_i} = -\frac{f_{\Delta X}}{P} S_i; \quad \delta_{\Delta Y_i} = -\frac{f_{\Delta Y}}{P} S_i$$

Поправки заокруглюють до 0,01 м. і записують червоним кольором над приростами в графах 7 і 8.

Для контролю обчислюють суми поправок $\delta_{\Delta X_i}$ і $\delta_{\Delta Y_i}$, які мають дорівнювати відповідним нев'язкам з протилежним знаком, тобто

$$\sum \delta_{\Delta X_i} = -f_{\Delta X}; \quad \sum \delta_{\Delta Y_i} = -f_{\Delta Y}$$

Знайдені поправки додають алгебраїчно до відповідних обчислених приростів координат

$$\Delta X_{i \text{ випр}} = \Delta X_{i \text{ обч}} + \delta_{\Delta X_i};$$

$$\Delta Y_{i \text{ випр}} = \Delta Y_{i \text{ обч}} + \delta_{\Delta Y_i}.$$

Суми виправлених приростів координат мають дорівнювати нулю

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

Виправлені прирости координат вписати в графи 9 і 10;

◆ За виправленими приростами координат обчислити координати точок ходу за формулами прямої геодезичної задачі:

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

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

В результаті послідовного обчислення координат точок ходу повинні бути обчислені відомі вже координати вихідної точки. Значення координат вихідної точки є контролем обчислень.

◆ Обчислені координати записати в графи 11 і 12.

Обчислення відомості висот точок тахеометричного ходу

♦ У графі 1,2,3,4 відомості (табл. 5) записати вихідні дані. У графу 5 вписати обчислені значення кутів нахилу ліній (із графі 9 журналу тахеометричного ходу).

♦ Перевищення h обчислюють за формулою:

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2 \nu \text{ (м)},$$

де D – відстань за віддалеміром. Результати записати у графу 6.

♦ У графу 7 записати обчислені середні значення прямих перевищень. Нев'язку в перевищеннях

$$fh_{\text{практ}} = \sum_1^n h_{\text{ср}}$$

потрібно прирівняти до допустимої, обчисленої за формулою:

$$fh_{\text{доп}} = 0,04 S_{\text{ср}} \sqrt{n} \text{ (см)},$$

де $S_{\text{ср}} = \frac{P}{n}$, P – довжина ходу; n – число сторін ходу.

Якщо $fh_{\text{практ}} < fh_{\text{доп}}$, то її розподіляють у середні значення прямих перевищень зі зворотним знаком, пропорційно до довжин сторін. Поправки записують червоним кольором.

♦ Виправлені значення перевищень записати у графу 8.

Таблиця 5

ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ВИСОТ ТОЧОК ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ

Точки		Полож верт. круга	Відстань за віддалеміром	Кут нахилу лінії	Перевищення, h (м)			Висоти точок, H (м)
стояння	візува- ння				обчислені	середні, прямі	виправлені	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		КЛ						
		КП						
		КЛ						
		КП						

◆ Числові значення висот точок H обчислити за формулою:
 $H_{i+1} = H_i + h_{\text{ср.випр.}} \text{ (м)}$,
де H_i – висота попередньої точки; $h_{\text{ср.випр.}}$ – виправлене значення перевищення з попередньої точки на дану.
В результаті послідовного обчислення висот точок ходу повинна бути обчислена відома вже висота вихідної точки.
Значення висоти вихідної точки є контролем обчислень.

Обчислення журналу тахеометричного знімання

- ✓ У графі 1,2,3,4,9 журналу (табл. 6) записати вихідні дані.
- ✓ Обчислити кути нахилу ліній v та їх горизонтальні прокладення S за формулами:

$$v = MO - KP = KP - MO,$$

$$S = D \cos^2 v,$$

- ✓ Результати обчислень записати відповідно у графі 6 і 7.
- ✓ Обчислити перевищення h (граф 7) зі станції знімання на пікети за формулою:

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2v + i - l,$$

де i – висота приладу; l – висота візування на рейці.

Таблиця 6

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

Станція _____ $H =$ _____ $i =$ _____ $MO =$ _____

Лімба зорієнтовано на станцію _____ при КЛ

№ пікетів	Відліки за кругами		Відстань D	Кут нахилу v	Гориз. прокладення	Перевищення, h	Позначки пікетів, H	Примітки
	горизонт.	вертик.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9

✓ Обчислити позначки пікетів шляхом алгебраїчного додавання до позначки (висоти) станції перевищення на відповідну знімальну точку (пікет). Результати записати у графу 8.
Примітка. *Позначки станцій обчислені у відомості висот точок тахеометричного ходу* (табл. 5).

Викреслення схеми тахеометричного ходу та складання плану знімання

Використовуючи обчислену відомість координат вершин, накреслити схему тахеометричного ходу.

Креслення схеми виконують на аркуші креслярського паперу чорним кольором у довільному масштабі. З точки 1, креслять лінію 1–2, зорієнтувавши її за дирекційним кутом. Позначивши точку 2, креслять лінію 2–3 і т.д. з кожної подальшої точки ходу. Дугами позначають внутрішні кути ходу і підписують їх виправлені величини. У середині зімкнутого ходу записують значення практичної суми виміряних кутів, теоретичної суми, значення практичної та допустимої кутових нев'язок (рис. 9).

Навпроти кожної сторони записують всі значення, обчислених у журналі тахеометричного ходу, горизонтальних прокладень ліній, а нижче – середнє значення. Стрілками показують напрями прямих перевищень. Зверху записують, обчислені у відомості висот точок тахеометричного ходу, середні значення прямих перевищень і розподілені нев'язки, а нижче – виправлені перевищення. Біля кожної вершини ходу у вигляді дроби записують: у чисельнику – номер станції, а в знаменнику – її позначку (до сотих метра).

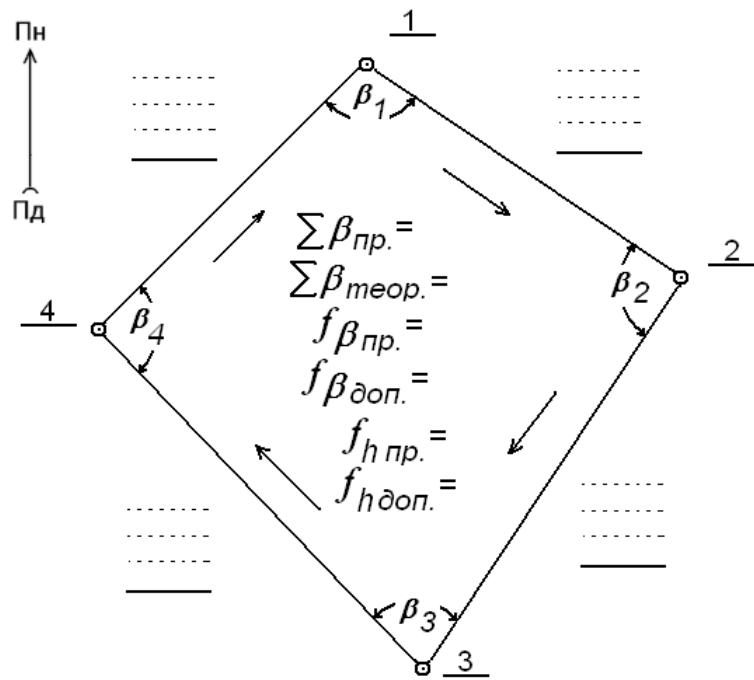


Рис.9. Схема тахеометричного ходу

План тахеометричного знімання складають у такій послідовності:

- 1) побудова координатної сітки; 2) нанесення на план станцій тахеометричного ходу; 3) нанесення пікетів і оформлення плану.

- На аркуші креслярського паперу побудувати координатну сітку зі сторонами квадрата, рівними 5 см, за допомогою циркуля і масштабної лінійки або координатографа. Число квадратів сітки необхідно розрахувати, враховуючи величини координат вершин ходу (максимальні і мінімальні) і заданий масштаб плану для того, щоб уся ділянка розташувалася всередині аркуша. Координатну сітку накреслити зеленим кольором не суцільними лініями, а перетином координатних ліній, товщина яких 0,1 мм, а довжина 6 мм. Позначити координатну сітку цифрами, розмір яких 3-4 мм. Треба

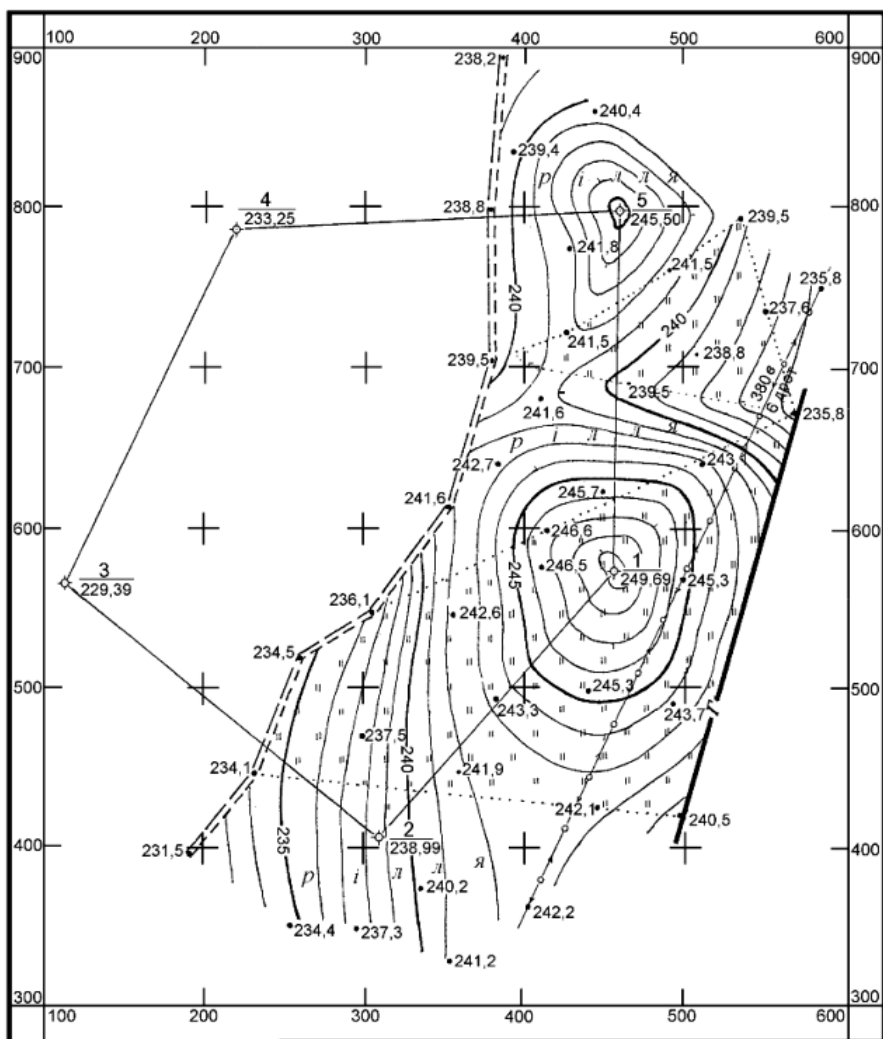
пам'ятати, що вісь ХХ проходить у напрямку з півдня на північ, а вісь YY – із заходу на схід.

Львівський національний університет імені Івана Франка

Львів

варіант № 5

Узлісся



Система координат умовна Тахеометричне знімання 2012 р.

1:2 000

В 1 сантиметрі 20 метрів

Суцільні горизонталі проведені через 1 метр

Рис.10. План тахеометричного знімання

- На аркуші позначити станції тахеометричного ходу за їхніми координатами. Станції зображають кружечками діаметр яких 1,5 мм. Нумерацію станцій виконують цифрами, розмір яких 3-4 мм, з правого боку. З метою контролю правильності нанесення вершин перевіряють довжини сторін

ходу. Сторони мають дорівнювати довжинам, які записані у відомості координат.

За даними журналу тахеометричного знімання і зарисами на план накладають пікети. Для цього використовують круговий транспортир і масштабну лінійку. Біля кожного нанесеного пікету справа підписують його позначку, округлену до десятої метра. Водночас зображають ситуацію за допомогою умовних знаків для даного масштабу. Інтерполюючи позначки пікетів зображають рельєф коричневим кольором за допомогою горизонталей для заданої висоти перерізу.

✓ Виконати оформлення поза рамкою і накреслити план тушшю з дотриманням правил топографічного креслення (рис. 10).

Після побудови (олівцем) і чіткого коректування план креслять тушшю.

Обчислення площі ділянки знімання

За координатами вершин тахеометричного ходу обчислити відомість площі полігону (рис. 7).

Подвійну площу полігону обчислюють двічі за формулами:

$$2P = \sum_1^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}); \quad 2P = \sum_1^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}).$$

Для цього у графі 1 і 2 відомості вписати координати точок. Обчислюють різниці ординат $Y_{i+1} - Y_{i-1}$ і абсцис $X_{i-1} - X_{i+1}$. Вписують значення різниць у графі 3 і 4. Сума різниць ординат і абсцис має дорівнювати нулю. Перемножуючи відповідні абсциси на різниці ординат і ординати на відповідні різниці абсцис, одержують добутки $X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$, $Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$ значення яких вписують у графі 5 і 6. Суми добутків за

абсцисами і ординатами є подвійними площами ділянки в м² і мають бути однаковими.

Таблиця 7

ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ПОЛІГОНУ ЗА КООРДИНАТАМИ

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

Контрольні запитання

1. В чому полягає суть тахеометричного знімання? Що означає слово «тахеометрія»?
2. Яка послідовність виконання камеральних робіт під час тахеометричного знімання?
3. В якій послідовності обчислюють журнал тахеометричного ходу?
4. Як визначити кутову нев'язку в замкнутому тахеометричному ході?
5. Як визначають абсолютну та допустиму кутові нев'язки?
6. Як проводиться ув'язка результатів кутових вимірів? Який при цьому повинен виконуватись контроль?
7. Вкажіть порядок обчислення дирекційних кутів сторін полігона? Як контролюють підрахунки дирекційних кутів полігона?

8. Як знайти горизонтальні проекції довжин ліній і для чого це необхідно?
9. Вкажіть правила переходу від дирекційних кутів до румбів.
10. Вкажіть порядок обчислення приростів координат?
11. Як обчислюють абсолютну та відносну нев'язку ходу? Який критерій їх допустимості?
12. За якими формулами обчислюють поправки у визначені приростів координат?
13. Назвіть правила, за якими вносяться поправки у прирости координат. В чому полягає контроль ув'язки приростів координат?
14. Як обчислюють координати точок полігона? В чому полягає контроль обчислення координат точок у замкненому полігоні?
15. Яка допустима розбіжність між прямим і зворотним перевищеннями однієї і тієї ж лінії?
16. Записати повну формулу тригонометричного нівелювання. Чому вона рідко використовується?
17. За якою формулою розроблені таблиці перевищень для тригонометричного нівелювання?
18. За якою формулою визначають нев'язку при тригонометричному нівелюванні?
19. Вкажіть формули для обчислення площі полігона за координатами точок тахеометричного ходу.
20. В якій послідовності складають схему та план тахеометричного знімання?
21. Вкажіть формули для обчислення площі полігона за координатами точок теодолітного ходу.



ГЕОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ

Нівелювання – це визначення висот точок земної поверхні відносно деякої вибраної точки або над рівнем моря. Числове вираження висот точок називають *позначками*. Різницю між позначками двох точок називають *перевищенням*. Залежно від призначення і заданої точності знімать, а також особливостей місцевості та метеорологічних умов застосовують різні методи нівелювання: геометричне, тригонометричне, фізичне, механічне, фотограмметричне.

Геометричне нівелювання виконують горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра та нівелірних рейок. Середня квадратична похибка визначення перевищень, яка може бути від 0,5 до 10 мм/км, залежить від класу нівелювання. Геометричне нівелювання за точністю поділяють на нівелювання I, II, III, IV класів і технічне нівелювання з допустимими, відповідно, нев'язками $fh_{доп}$ 3 мм \sqrt{L} , 5 мм \sqrt{L} , 10 мм \sqrt{L} , 20 мм \sqrt{L} , 50 мм \sqrt{L} в ходах довжиною L км.

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

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

Тригонометричне нівелювання – метод визначення різниць висот точок земної поверхні за виміряним кутом нахилу лінії візування з однієї точки на іншу і виміряною або відомою горизонтальною відстанню між цими точками (рис. 11).

Перевищення обчислюють за формулами тригонометричного нівелювання. Середня квадратична похибка визначення перевищень – 10 мм.

До **фізичних** видів нівелювання належать барометричне, гідростатичне, радіонівелювання та інші.

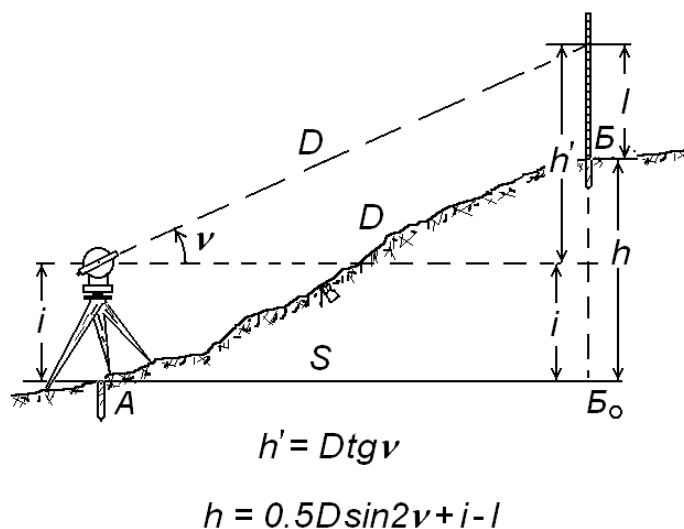


Рис 11. Тригонометричне нівелювання

Барометричне нівелювання базується на фізичному законі зміни атмосферного тиску зі зміною висот точок земної поверхні. Різницю висот між двома точками визначають за результатами вимірювання в них атмосферного тиску, температури й вологості повітря використовуючи барометричну формулу. Точність такого нівелювання невисока (до 0,3 м).

Гідростатичне нівелювання ґрунтується на властивості рідини у сполучених посудинах встановлюватися на однаковому рівні незалежно від поперечного перерізу посудин, маси рідини і перевищення. Середня квадратична похибка визначення перевищень – 0,1 мм. Така висока точність потрібна для встановлення будівельних конструкцій в проектні положення, вимірювання осідання споруд, передачі позначок через водні перешкоди тощо.

Радіовисотомірне нівелювання – спосіб визначення висот точок земної поверхні за допомогою літальних

апаратів; ґрунтується на використанні принципу відбивання електромагнітних хвиль.

Нівелювання механічне (автоматичне) – нівелювання за допомогою профілографа, який установлюють на автомобілі, велосипеді або спеціальному візку. Прилад може автоматично викреслювати профіль шляху або давати висотні позначки точок. Нівеліри-автомати забезпечують невисоку точність – декілька сантиметрів на 1 км шляху.

Фотограмметричне нівелювання здійснюють за допомогою спеціальних стереоскопічних приладів на аерофотознімках.

Під час геометричного нівелювання перевищення між двома точками місцевості визначають горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра або теодоліта та рейок з поділками. Існують два способи геометричного нівелювання: нівелювання від середини і нівелювання вперед (рис. 21).

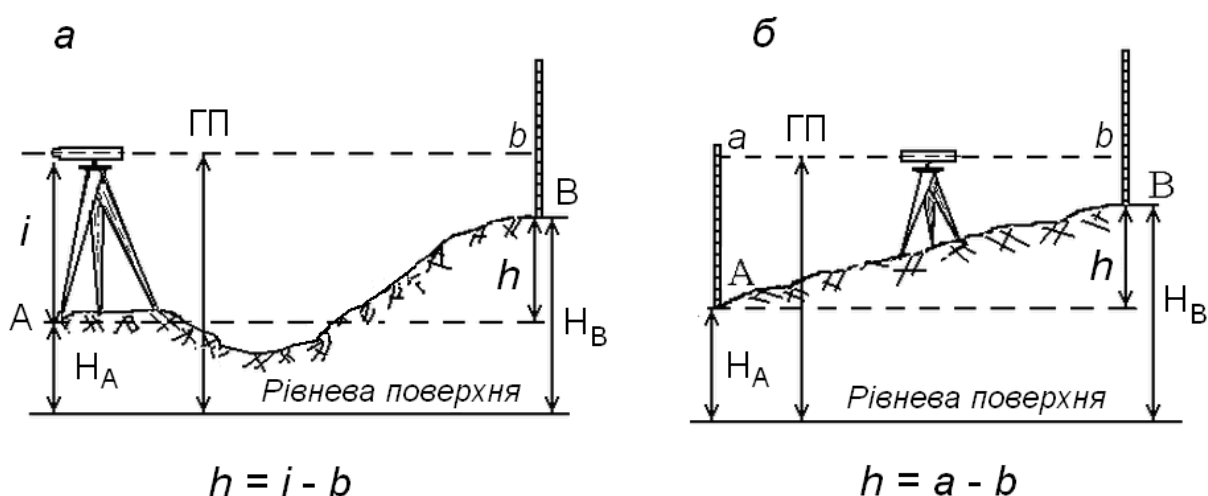


Рис. 12. Схема простого геометричного нівелювання:
а – нівелювання вперед; б – нівелювання від середини.

Якщо нівелювання виконують між значно віддаленими або розташованими на схилі точками з метою передачі відміток або з метою складання профілю місцевості, то його здійснюють з кількох станцій, розміщених послідовно, які

утворюють *нівелірний хід* (рис. 13). Таке нівелювання має назву *складного, або послідовного*.

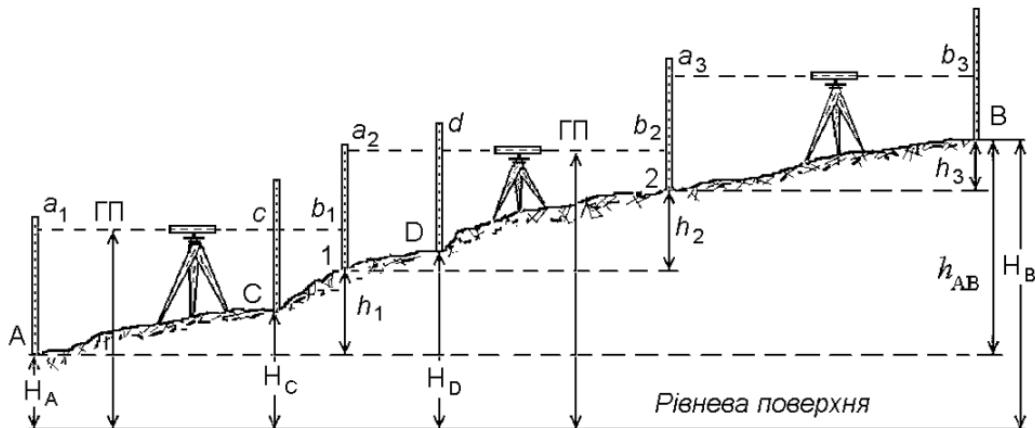


Рис. 13. Схема послідовного (складного) нівелювання

Обчислення журналу поздовжнього нівелювання траси

У журнал (табл. 8) вписати вихідні дані з індивідуального завдання.

✓ Обчислити п'ятки рейок, як різницю між відліками червоного і чорного боків рейки.

Одержані дані записати відповідно у графи 3 і 4 журналу.

Таблиця 8

ЖУРНАЛ НІВЕЛЮВАННЯ ТРАСИ

№ станції	№ пікета	Відліки шкал рейки			Перевіщення обчислені мм	Середні і виправл. перевіщення	Горизонт приладу	Висоти точок, Н, м
		задньої	передньої	проміжної				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		_____	_____			—		
		_____	_____			—		

✓ Обчислити перевищення між сполучними точками і записати їх у графу 6 журналу.

Перевищення h обчислюють як різниці відліків задньої чорної шкали рейки і передньої чорної шкали рейки.

✓ Визначити середнє перевищення і записати в графі 7 журналу.

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

✓ Виконати посторінковий контроль. На кожній сторінці журналу підраховують суми відліків граф 3 і 4 і алгебраїчні суми граф 6 і 7. Очевидно, що піврізниця сум $\Sigma_3 - \Sigma_4$ повинна дорівнювати півсумі Σ_6 і одночасно дорівнювати алгебраїчній сумі Σ_7 :

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

Одержані результати записують внизу під відповідними графами.

✓ Обчислити нев'язку ходу. Коли нівелірний хід прокладено між двома реперами, то сума перевищень, одержана під час нівелювання, має дорівнювати різниці позначок кінцевого і початкового репера

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

Практично завжди виникає нев'язка в перевищенні f_h , яка дорівнюватиме

$$f_{h\text{пр}} = \Sigma h_{\text{ср}} - (H_{Rp\text{кін}} - H_{Rp\text{поч}})$$

✓ Допустиму нев'язку технічного нівелювання окремого ходу чи полігону визначають за формулою:

$$f_{h\text{доп}} = \pm 50 \text{ (мм)} \sqrt{L}$$

де L – число кілометрів у ході або полігоні.

✓ Виконати ув'язку нівелірного ходу. Розподілити нев'язку (якщо вона допустима) на всі перевищення, що вважаються рівноточно одержаними на кожній станції ходу і дорівнюють f_h/n (з округленням до 1 мм), з оберненим знаком. Поправки червоним кольором записують у журналі над перевищеннями. Сума поправок має дорівнювати нев'язці з оберненим знаком.

✓ Обчислити позначки точок. Позначки сполучних (пікетних і іксових) точок обчислюють за формулою:

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

де H_{i-1} – позначка задньої точки; h – виправлене перевищення між точками. Одержані дані записують у графу 9 журналу.

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

$$\text{ГП} = H_A + a = H_B + b,$$

де H_A – позначка задньої точки для даної станції; H_B – позначка передньої точки; a – відлік чорної шкали задньої рейки; b – відлік чорної шкали передньої рейки. Одержані результати записати в графу 8 журналу.

✓ Позначки проміжних точок обчислюють за формулою:

$$H = \text{ГП} - c,$$

де c – відлік чорної шкали рейки на проміжній точці.

Складання профілю траси

Складання профілю за фактичними позначками починають з вибору горизонтального й вертикального масштабів і позначки умовного горизонту. Горизонтальний масштаб вибирають із урахуванням рельєфу місцевості і точності проектних робіт, які передбачено виконати. Для того, щоб зміни рельєфу було добре видно, вертикальний масштаб профілю визначають у 5–10 разів більшим від горизонтального (рис. 14).

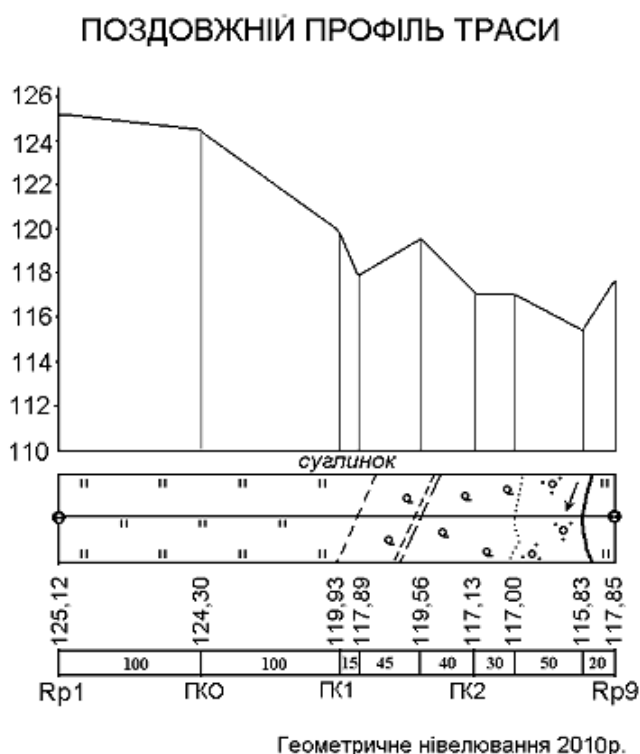
Будуючи профіль важливо правильно вибрати позначку умовного горизонту – лінію, щодо якої будують профіль. Умовний горизонт вибирають так, щоб профіль не перетинав його і був розміщений вище від лінії горизонту приблизно на 5-6 см. Позначка умовного горизонту повинна бути кратною 10 м.

Профіль креслять на міліметровому папері. Лінію умовного горизонту проводять з таким розрахунком, щоб під нею можна було розмістити ті побудови, що називають “сіткою профілю”.

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

У смузі 4, в тих місцях, де є проміжні точки, записують віддаль у метрах від заднього і переднього пікетів до заданої проміжної точки. Якщо проміжних точок немає, то записують

віддаль між двома пікетами. Під смугою 4 підписують номери пікетів, у смузі 3 – абсолютні позначки, округлені до 1 см. Усі ці лінії і підписи роблять чорною тушшю.



МАСШТАБИ: горизонтальний 1:2 000
вертикальний 1:200

Рис. 14. Поздовжній профіль траси

Кінці перпендикулярів, проведені до лінії умовного горизонту на рівні профільних позначок, з'єднують прямими чорними лініями, товщина яких 0,3 мм. Утворена ламана лінія і буде фактичним профілем. Після цього в смузі 2 сітки відповідно до пікетажної книжки, складають план траси в заданому горизонтальному масштабі. Водночас випрямлену вісь траси креслять червоною тушшю, а всі контури – відповідно до умовних знаків. На осі траси пікети і проміжні точки не підписують. У смузі 1 сітки профілю чорною тушшю роблять напис, який вказує на характер ґрунту. Зазвичай, горизонтальний масштаб профілю приймають 1:2 000.

Контрольні запитання

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

Барометричне нівелювання

В основу барометричного нівелювання покладена залежність між висотою точки і величиною атмосферного тиску в ній: чим вище знаходиться точка над рівнем моря, тим тиск менший, і навпаки. *Атмосферний тиск* – це вага стовпчика повітря, який припадає на одиницю площі. Відомо, що зі зміною тиску на 1 мм ртутного стовпчика висота

змінюється приблизно на 11 метрів. Цю величину називають *баричним ступенем висот*.

Суть барометричного нівелювання полягає у визначенні різниці висот двох точок земної поверхні за результатами одночасного вимірювання атмосферного тиску в цих точках. Атмосферний тиск і висота точки пов'язані складною математичною залежністю, на яку впливають різні зовнішні чинники: температура і вологість повітря, місцезнаходження точки на земній кулі, стан атмосфери і багато іншого, що врахувати можна лише приблизно.

Перевагою барометричного нівелювання порівняно з іншими видами нівелювання є те, що для його виконання не вимагається взаємної видимості точок, а недоліком – відносно мала точність. Барометричне нівелювання використовують для визначення висот точок місцевості в процесі географічних досліджень, а також під час знімання рельєфу в гірській та високогірній місцевості.

У міжнародній системі одиниць СІ одиницею тиску є паскаль (Па) – тиск, викликаний силою 1 Н (ньютон), розподілений на поверхні площею 1 м², тобто 1 Н/м² = 1 Па. Величину атмосферного тиску виражають також у гектопаскалях (гПа) і кілопаскалях (кПа).

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}, \quad 1 \text{ кПа} = 1000 \text{ Па}$$

Проте величину атмосферного тиску виражають також у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт ст), мілібарах (1 мбар = 0,760 мм рт ст) 1 мм рт ст = 133,332 Па = 1,33322 гПа.

Робота на станції під час барометричного нівелювання полягає у спостереженні за показами анероїда A , вимірюванні температури анероїда t_A , температури повітря t_n , висоти анероїда над землею i , а також фіксуванні часу

вимірювання V . Результати цих вимірів записують у журналі встановленої форми.

Якщо нівелювання виконують одним анероїдом, то, почавши спостереження в першій точці, виконувач обходить усі заплановані характерні точки і повертається у вихідний пункт, де знову фіксує і записує покази приладів. Далі камерально опрацьовують результати польових вимірів.

Обчислення журналу барометричного нівелювання

У графи 1,2,3,4,5,18 журналу (табл. 9) записати вихідні дані.

Поправку a записати у графу 6 журналу. Температурний коефіцієнт v , помножений відповідно на кожне значення температури анероїда, записати у графу 7. Поправку шкали c , помножену відповідно на різницю $(760 - A)$, записати у графу 8.

✓ Покази анероїда A звести до показів ртутного барометра.

Оскільки відліки за шкалою анероїда не збігаються з показами ртутного барометра, то необхідно покази анероїда A звести до показів ртутного барометра шляхом введення поправок:

$$P_0 = A + a + v t_A + c (760 - A),$$

де P_0 – атмосферний тиск, зведений до нульової температури ртуті на широті 45° і сили тяжіння на рівні моря; A – відлік за шкалою анероїда (з точністю до 0,1 мм).

Отримані результати записати у графу 9.

✓ Визначити поправки за час ΔV .

Різниця значень показів ртутного барометра P_0 у вихідній точці, визначена на початку і в кінці обходу (графа 9) являє собою нев'язку – результат спільного впливу сповзання нуля-пункту приладу, зміни додаткової поправки та добового ходу атмосферного тиску. Вважаючи, що ці фактори змінюються за лінійним законом, нев'язку розподіляють пропорційно часу спостережень.

✓ У графу 11 записати значення зведеного тиску (відліки ртутного барометра плюс відповідні поправки за час ΔV).

✓ Обчислити значення середніх тисків, середніх температур повітря і різницю зведених тисків між точками нівелювання. Одержані результати записати відповідно у графи 12, 13, 14.

Таблиця 9

ЖУРНАЛ БАРОМЕТРИЧНОГО НІВЕЛЮВАННЯ

$a =$ $b =$ $c =$

Точки	Час спостереження год., хвилини	Температура		Покази анероїда, А	Поправки			Покази ртутного барометра, P_0	Поправка за час, ΔV	Зведений тиск	Середній тиск	Середня температура повітря	Різниця зведених тисків	Баричний ступінь	Перевищення		Позначки точок, м
		повітря, t°	анероїда, t_a		a	$b t_a$	$c (760 - A)$								обчислене, м	виправлене, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

✓ Обчислити перевищення між точками.

Перевищення під час барометричного нівелювання можна визначити методом наближених висот або методом баричних ступенів. За методом баричних ступенів перевищення визначають за формулою:

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

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

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

де P_c – середній тиск між двома точками; t_c – середня температура повітря між двома точками.

Значення баричних ступенів між точками записують у графу 15, а обчислені перевищення – в графу 16.

✓ Обчислити нев'язку ходу.

Примітка. *Нев'язкою ходу буде алгебраїчна сума перевищень, яка не повинна перевищувати 3-5 м. Загальне значення нев'язки записують під графою 16.*

✓ Виконати ув'язку ходу барометричного нівелювання. Для цього необхідно розподілити нев'язку з оберненим знаком пропорційно до величин перевищень (з округленням до 1 см). Поправки червоним кольором записують у журналі над перевищеннями. Сума поправок має дорівнювати нев'язці з оберненим знаком. У графу 17 записують виправлені перевищення.

✓ Обчислити позначки точок нівелювання. Обчислення виконують за формулою:

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

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

Контрольні запитання

1. Яку величину називають баричним ступенем висот?
2. Назвіть прилади та інструменти, необхідні для проведення барометричного нівелювання.
3. Розкажіть про будову барометра-анероїда.
4. Назвіть порядок роботи на станції.
5. Як вибирають станції при барометричному нівелюванні?
6. Який порядок обробки журналу барометричного нівелювання?
7. Від яких чинників залежить шкалова поправка?
8. Запишіть формулу Бабіне.
9. Яким чином відліки по барометру-анероїду приводять до показань ртутного барометра?
10. Як обчислюється поправка за час?
11. Чому необхідно вводити поправку за час?
12. Які із граф журналу барометричного нівелювання використовують при обчисленні поправки за час?
13. Який час доби являється оптимальним для проведення барометричного нівелювання?
14. Які погодні умови є оптимальними для проведення барометричного нівелювання?
15. Як визначають висоти точок при барометричному нівелюванні?
16. Яка точність визначення висот сучасними барометрами-анероїдами?



СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бруевич П.Н., Самошкин Е.М.* Геодезия. – М.: Недра, 1985. – 343 с.
2. *Земледух Р.М.* Картографія з основами топографії. – К.: Вища школа, 1993. – 456 с.
3. Курс инженерной геодезии / Под ред. В.Е. Новака. – М.: Недра, 1989. – 429 с.
4. *Лозинський В.В.* Топографо-геодезична термінологія. – Львів, Львівське астрономо-геодезичне товариство, 2002. – 77 с.
5. *Лозинський В.В.* Топографо-геодезичний довідник. – Львів: В.Ц. ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 180 с.
6. *Лозинський В.В.* Топографічний практикум. – Львів: В.Ц. ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 100 с.
7. *Лозинський В.В.* Топографо-географічний словник. – Львів: В.Ц. ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 252 с.
8. *Лозинський В.В.* Топографічне і картографічне креслення. – Львів: ПП «Арал», 2009. – 55 с.
9. *Найдин И.Н., Найдина К.В.* Руководство к практическим занятиям по геодезии. – М.: Недра, 1991. – 208 с.
10. *Поклад Г.Г.* Геодезия. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
11. *Ратушняк Г.С.* Топографія з основами картографії. – К.: Центр навч. л-ри, 2003. – 208 с.
12. Топографія з основами геодезії / За ред. А.П. Божок. – К.: Вища школа, 1995. – 275 с.