

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА
КАФЕДРА ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА КАДАСТРУ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з основ геодезії для ст. 1-го курсу
інженерно-технічного та географічного факультетів

*(«Інженерна геодезія» для студентів базового напрямку 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»
«Геодезія» для студентів базового напрямку 193 «Геодезія та землеустрій»)*

УЖГОРОД
2019

Каблак Н.І., Калинич І.В., Ваш Я.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з основ геодезії, Ужгород.: УжНУ, 2019.

Рецензенти:

Хархаліс М.Р. – доцент кафедри МБГ ІТФ, к.ф.-м.н.

Різак В.В. - доцент кафедри МБГ ІТФ, к.т.н.

Метою виконання завдань даних методичних вказівок є набуття студентами навичок у впевненому користуванні топографічними картами і планами під час розв'язання поставлених задач. В даних методичних вказівках розглядаються основні форми рельєфу, способи його зображення та пояснюється розв'язання задач на картах і планах з горизонталями.

У завданні, що пропонується, теодолітне знімання виконувалось на основі зімкненого та діагонального ходів із шести точок (станцій). Для виконання завдання кожний студент виписує, згідно з порядковим номером журналу відвідувань занять, свої вихідні дані (додаток 3). На кожній точці виміряні горизонтальні кути та віддалі між точками теодолітних ходів, а також кути нахилу ліній.

Рекомендовано до друку. Протокол № 2 від 19 листопада 2019р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ТОПОГРАФІЧНА КАРТА ТА ВИМІРЮВАННЯ НА НІЙ

Немає жодної галузі народного господарства, пов'язаної з використанням Землі, яка могла би виконувати свою роботу без топографічної карти. Її потребують будівельники і геологи, вишукувачі і спеціалісти лісового господарства, агрономи і землевпорядники.

В карту вкладена копівка праця багатьох людей різноманітних спеціальностей. Льотчики виконують аерофотознімання території, астрономи та геодезисти створюють каркас карти у вигляді мережі пунктів триангуляції, топографи визначають розташування місцевих предметів, показують їх умовними знаками і зарисовують рельєф, редактори редагують зміст карти, креслярі оформляють оригінал, видавники друкують тираж. Так, пройшовши великий шлях, народжується карта.

Топографічний план – це зменшене, подібне, побудоване в ортогональній проекції зображення порівняно невеликої ділянки місцевості, в межах якої кривина Землі не враховується.

Топографічна карта – це зменшене, узагальнене, побудоване за певними математичними законами зображення на площині всієї земної поверхні або значної її частини в умовних знаках.

1. Вивчення ситуації на топографічних картах

1. Вивчення топографічних умовних знаків.

Ситуацію на топографічних картах зображають контурними (масштабними), позамасштабними, лінійними та пояснювальними умовними знаками.

Умовними знаками називаються графічні символи, які застосовуються для зображення предметів місцевості та рельєфу на планах і картах.

Об'єкти, площу яких можна виразити в даному масштабі, зображають *контурними*

умовними знаками. Це в основному земельні угіддя (рілля, ліс, болото, тощо). Цими знаками заповнюють контури (зовнішні обриси об'єктів), які на карті показують точковим пунктиром або тонкою лінією.

Позамасштабними умовними знаками зображають об'єкти, горизонтальна проекція яких не може бути показана в масштабі карти (геодезичні пункти, радіомачти, окремі дерева, колодязі, кілометрові стовпи, межові знаки, водонапірні башти, вказівники доріг тощо). Положення центра таких об'єктів на місцевості відповідає головній точці умовного знака:

а) для знаків правильної форми (коло, квадрат, трикутник тощо) - центр знака;

б) для знаків у вигляді перспективного зображення об'єкта - середина основи знака;

в) для знаків з прямим кутом в основі - вершина кута;

г) для знаків у вигляді поєднання декількох фігур - центр нижньої з них.

Лінійні умовні знаки служать для зображення об'єктів лінійного характеру, довжина яких виражається в масштабі карти (дороги, ріки, лінії електропередач, межі тощо). Місце розташування осі лінійного об'єкта відповідає геометричній осі знака.

Для додаткової характеристики застосовують пояснювальні умовні знаки;

а) власні назви населених пунктів, рік, урочищ тощо;

б) скорочені підписи, перелік яких подається в таблицях умовних знаків (характер виробництва, матеріал споруди та покриття доріг тощо);

в) числові показники (довжина, ширина та вантажопідйомність мостів, висота та товщина дерев у лісі; ширина та глибина рік тощо),

г) знаки (порода дерев у лісі, колійність залізниць, напрям течії рік тощо).

2. Читання ситуації карти.

Вздовж вказаного викладачем на карті маршруту студенти визначають вид та змістове значення умовних знаків, головні точки позамасштабних умовних знаків та значення пояснювальних умовних знаків.

2. Вимірювання ліній на карті.

Довжини ліній на картах і планах вимірюють циркулем за допомогою лінійного та поперечного масштабів.

Лінійний масштаб (рис. 1) - це креслення, поділеного на однакові частини відрізка прямої з підписаними значеннями віддалей на місцевості. Для побудови лінійного масштабу на прямій відкладають однакові відрізки довжиною 2 см, кожен називають *основою* масштабу. Першу основу поділяють на дрібніші частини, частки яких оцінюють на око. На правому кінці пишуть нуль, а на лівому - те число метрів чи кілометрів, якому на місцевості відповідає у даному масштабі основа. Праворуч від нуля над кожною поділкою надписують значення відповідних віддалей на місцевості (на рис. 1 зображено лінійний масштаб для числового масштабу 1:10 000).

Щоб виміряти лінію встановлюють ніжки вимірника в точки, якими позначені кінці лінії. Кут між площиною карти і кожною з ніжок вимірника не повинен бути менше 60°. Не змінюючи розхилу ніжок, вимірник прикладають до лінійного масштабу, який знаходиться під південною рамкою карти і визначають довжину лінії між точками на місцевості. На рисунку 1 показано випадок, коли виміряна довжина лінії дорівнює 580 м.

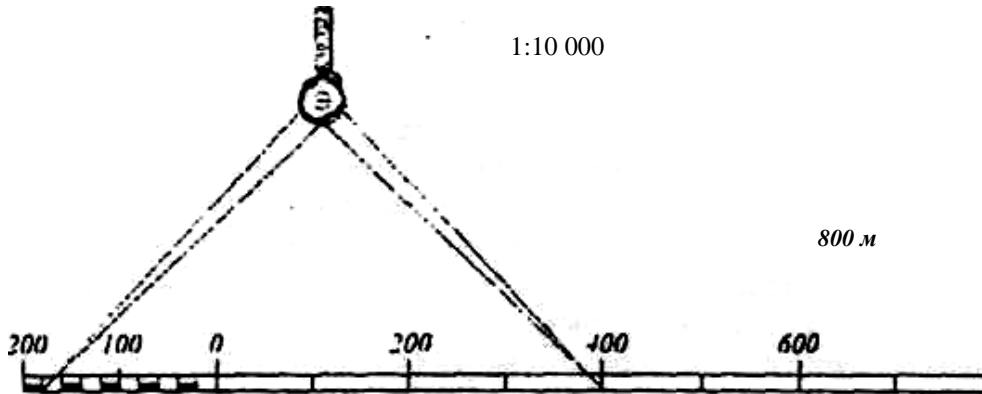


Рис. 1. Лінійний масштаб

Для підвищення точності вимірювань користуються поперечним масштабом.

Поперечний масштаб - це номограма, що ґрунтується на пропорційності відрізків паралельних прямих, які перетинають сторони кута (рис. 2). На нижній горизонтальній лінії поперечного масштабу послідовно відкладають відрізки довжиною 2 см - *основи* масштабу. З кінців кожної основи на нижній лінії будують перпендикуляри. Над нижньою лінією, паралельно до неї, прокреслюють 10 ліній на однакових віддальх одна від одної. Перші зліва основи на нижній і верхній лініях поділяють на 10 однакових частин. Малі поділки на лівих основах дорівнюють 2 мм. Кінці малих поділок на лівих основах з'єднують нахиленими лініями, як показано на рисунку. Отримані лінії називають *трансверсальми*.

У випадку такої побудови номограми a_1b_1 відповідає $\frac{1}{10} AB$, a_2b_2

відповідає $\frac{2}{10}$

$AB \dots$

Поперечний масштаб, основа якого розділена на 10 частин, а найменша поділка дорівнює $\frac{1}{100}$ основи, називають *сотенним*. Якщо основа поперечного масштабу дорівнює 2 см, то його називають *нормальним*.

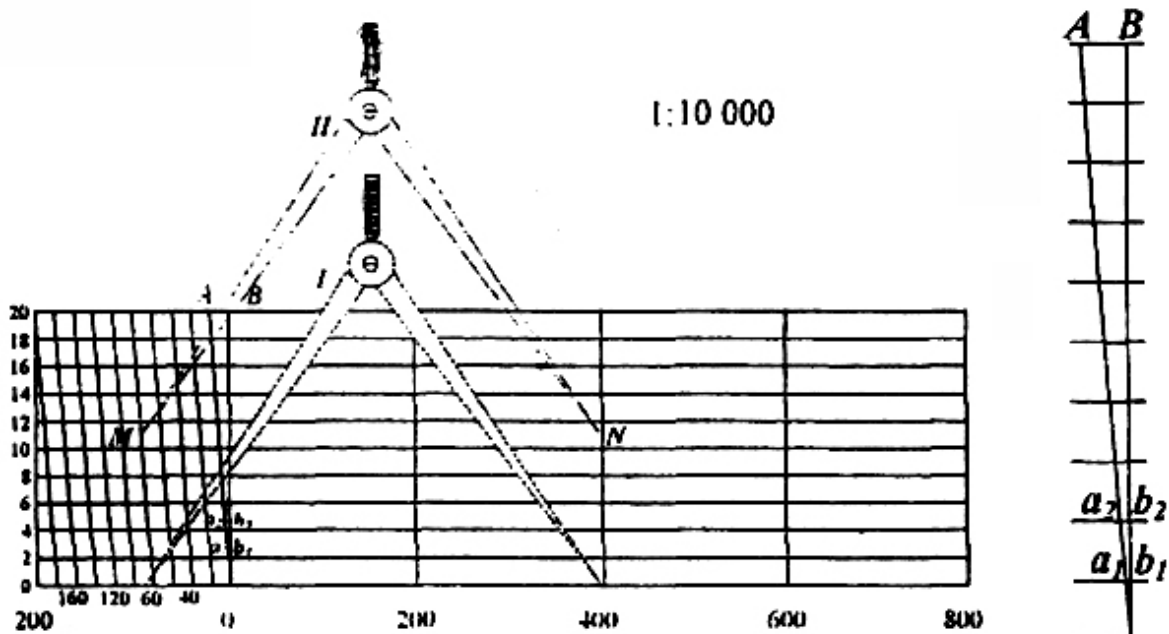


Рис. 2. Поперечний масштаб

Спочатку пристосовують основні елементи поперечного масштабу до заданого числового масштабу, тобто визначають, скільком метрам на місцевості відповідає основа поперечного масштабу, мала поділка, відрізки a_1b_1 , a_2b_2 ...

Так для масштабу 1:10 000 основа поперечного масштабу дорівнює 200 м, мала поділка 20 м, відрізки між трансверсаллю і найближчою вертикаллю 2 м, 4 м, ... 18 м, 20 м. Металева лінійка з нанесеним поперечним масштабом (масштабна лінійка) використовується як для вимірювання віддалей, так і для відкладання відрізків на папері. Найчастіше на металевій лінійці гравують нормальний сотенний поперечний масштаб.

На рис. 2 показано процес вимірювання довжини лінії вимірником та поперечним масштабом. В положенні I циркуль накладено на поперечний масштаб. Праву галку пересувають вздовж перпендикуляра догори до співпадання з трансверсаллю (положення II). Віддаль MN дорівнює 491 м.

На карті неозброєним оком людина розрізняє мінімальний відрізок довжиною не менше 0,1 мм. Такий діаметр має укол голки вимірювача. Відрізок довжиною 0,1 мм характеризує графічну точність під час вимірювань на карті та відкладання на папері. Однак уколу голки вимірювача відповідає певна довжина на місцевості, величина якої залежить від масштабу карти.

Довжина горизонтальної проекції лінії місцевості, яка відповідає 0,1 мм на карті даного масштабу, називається *точністю масштабу*. Точність масштабу 1:2000 дорівнює 0,2 м, масштабу 1:5000-0,5 м, 1:10000- 1 м.

Поняття точності масштабу є необхідним для визначення можливої точності вимірювання довжин ліній на картах чи планах. Так, на карті

масштабу 1:10000 можна виміряти довжини ліній з помилкою не менше 1 м.

Задача 2.1

Умова: Визначити найменшу горизонтальну проекцію лінії місцевості, яку можна побудувати на картах різних масштабів. Масштаби карт подаються у тексті задачі.

Приклад. Визначити найменшу горизонтальну проекцію лінії місцевості, яку можна побудувати на карті масштабу 1:25 000.

Відповідь. Для карти масштабу 1: 25 000 найменша горизонтальна проекція лінії на місцевості складає 2.5м.

Задача 2.2

Умова: Визначити довжину заданої лінії місцевості на картах різних масштабів.

Приклад. Горизонтальна проекція лінії місцевості 428, 17 м. Визначити довжину цієї лінії на картах масштабів 1:1 000, 1:25 000. 1:100 000.

Відповідь. 1:1 000 - 42.82 см; 1 : 25 000 - 1.71 см; 1 : 100 000 - 0.43 см.

Задача 2.3

Умова: Виміряти на карті довжини ліній, користуючись поперечним масштабом та циркулем-вимірником. Побудувати поперечний масштаб з основою 2 см і показати на ньому вищезазначені лінії.

Будують нормальний сотенний поперечний масштаб. На карті знаходять задані точки. Вимірявши послідовно довжини ліній АБ, БВ, АВ за допомогою циркуля-вимірника та масштабної лінійки, записують їх і показують на побудованому масштабі.

Приклад. Визначити довжини ліній АБ, АВ, БВ на карті масштабу 1 : 10 000.

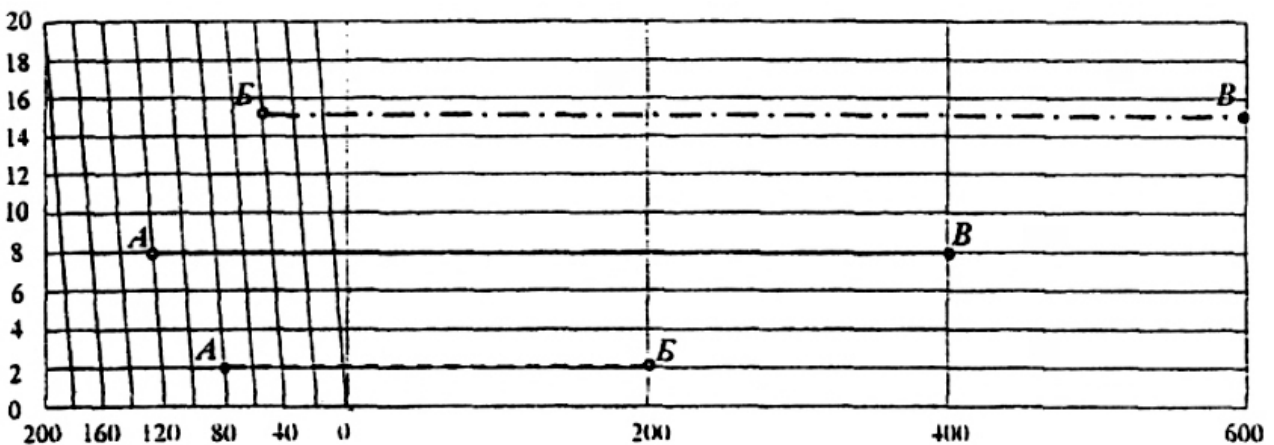


Рис3.

Відповідь. На кресленні поперечного масштабу (рис. 3) довжини ліній

АБ, АВ, ВВ дорівнюють:

----- *АБ = 282м;*

————— *АВ = 328м;*

----- *ВВ = 655 м.*

Задача 2.4

Умова: Визначити на карті геодезичні та прямокутні координати точок *А і В*.

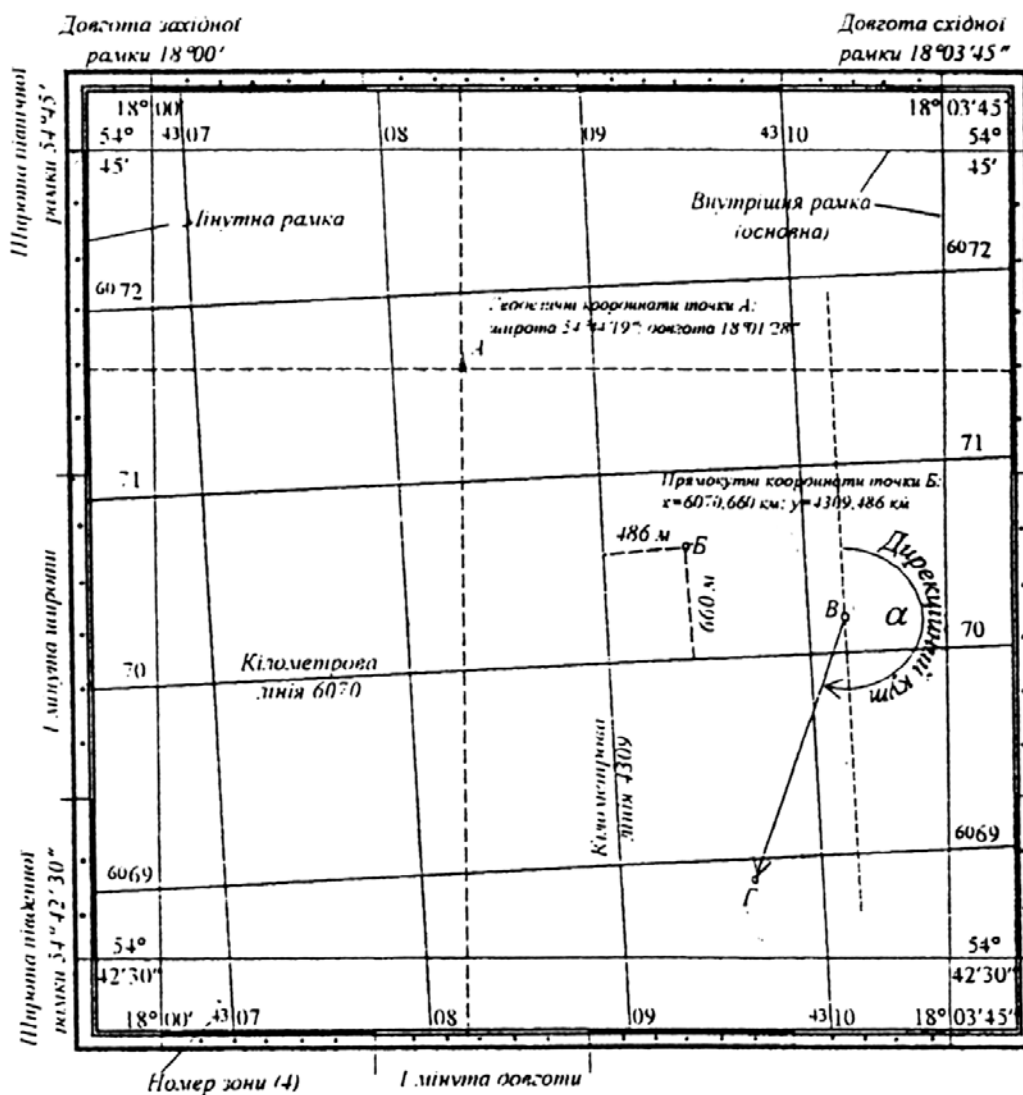


Рис. 4. Визначення на карті геодезичних координат

Нагадаємо що:

– координати – це кутові і лінійні величини, які визначають положення точки на площині або у просторі;

– в геодезії користуються наступними системами координат: геодезичною, полярною, плоскою прямокутною, зональною;

– геодезичні координати – це кутові величини – широта φ і довгота λ (рис. 5), які визначають положення точки на земній кулі;

– широта точки – кут між прямовисною лінією, що проходить через точку і площиною екватора;

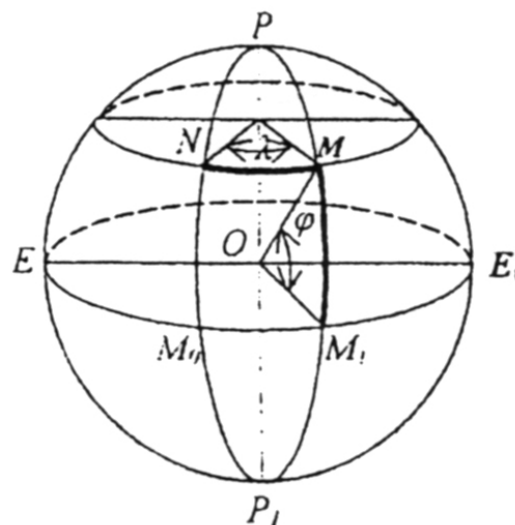


Рис. 5. Система геодезичних координат

- довгота точки – двогранний кут між площинами початкового меридіана і меридіана, що проходить через точку;
- меридіан точки – уявна лінія перетину земної поверхні площиною, що проходить через вісь обертання Землі і дану точку;
- паралель точки – уявна лінія перетину земної поверхні у даній точці площиною, перпендикулярною до осі обертання Землі;
- екватор – паралель, утворена площиною, що проходить через центр Землі;
- прямокутні координати – лінійні величини - абсциса X і ордината Y ,
- визначають положення точки на площині.

На аркушах топографічних карт нанесена координатна сітка, яку ще називають кілометровою сіткою.

Прямокутні координати точок A і B (рис. 4) визначають відносно ліній кілометрової сітки. При цьому координати абсцис X показують віддаль в кілометрах від екватора до даної точки, а координати Y вказують на номер зони і віддаль (три останні цифри) в кілометрах від координат зони. Крім того, на кожному аркуші карти підписані широти й довготи кутів аркуша. Мінутні рамки поділені на мінуси широти і довготи, а мінуси поділені крапками на шість десятисекундних інтервалів. Для визначення широти точки на карті прокреслюють паралель (лінію, паралельну до північної чи південної рамки) і, враховуючи поділки та мінуси та десятків секунд, зчитують широту. Для визначення довготи через точку прокреслюють лінію меридіана (перпендикулярно до південної чи північної рамки) і, враховуючи поділки мінуси та десятків секунд, зчитують довготу заданої точки.

Приклад. Визначити геодезичні координати точки A і прямокутні координати точки B . Через точку A (рис. 4) прокреслено паралель і меридіан, а в місцях їхнього перетину з рамками карти зчитано геодезичні координати точки A .

Через точку B (рис.4) проведено лінії, паралельні до ліній кілометрової сітки. Вертикальна і горизонтальна віддаль до кілометрових ліній 6070 і 4309 вимірюється за допомогою поперечного масштабу її циркуля-вимірника.

Відповідь. Геодезичні координати точки A дорівнюють:

$$\text{широта } \varphi = 54^{\circ}44'19'' \text{, довгота } \lambda = 18^{\circ}01'78'';$$

Прямокутні координати точки B дорівнюють:

$$\begin{aligned} X &= 6070 \text{ км} + 0,660 \text{ км} = 6070,660 \text{ км;} \\ Y &= 4309 \text{ км} + 0,486 \text{ км} = 4309,486 \text{ км.} \end{aligned}$$

3. Орієнтування ліній

Орієнтування полягає в тому, що визначають кут між вихідним напрямом і напрямом півні. За вихідний напрям для орієнтування приймають:

- 1). істинний або географічний меридіан.
- 2). магнітний меридіан.
- 3). вісь абсцис прямокутної системи координат карти.

Кутами, що визначають напрям лінії, є:

- 1). істинний азимут;
- 2). магнітний азимут;
- 3). дирекційний кут;
- 4). румб

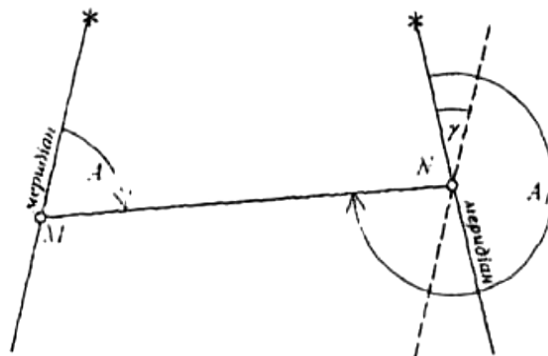


Рис. 6. Азимути

Азимутом називають горизонтальний відрахований за ходом годинникової стрілки від північного напрямку меридіана до напрямку заданої лінії. Азимут позначають буквою A та вимірюють від 0° до 360° .

Азимути називають *істинними (географічними)*, якщо вони відраховані від істинного (географічного) меридіана.

Існують прямий і обернений напрями лінії. Якщо напрям лінії MN (рис. 6) від точки M до точки N вважати прямим, то NM - обернений напрям тієї ж лінії.

У відповідності з цим кут A - прямий азимут лінії MN в точці M , а кут A_i - обернений азимут тієї ж лінії в точці N .

Меридіани різних точок не паралельні між собою через те, що вони сходяться в точках полюсів. Тому азимут лінії в різних її точках має різне значення.

Кут між напрямками двох меридіанів називається *зближенням меридіанів* і позначається γ . Залежність між прямим і оберненим азимутами лінії MN має вигляд

$$A_i = A + 180 + \gamma \quad (1)$$

Істинні азимути ліній місцевості визначають із астрономічних спостережень.

Також для орієнтування ліній місцевості користуються румбами *Румбом* (рис.7) називають гострий кут між напрямом заданої лінії і найближчим (північним чи південним) напрямом меридіана.

Румби позначають буквою *r* з індексами, що показують чверть, в якій знаходиться румб.

Назви чвертей складені з відповідних позначень сторін світу. Так, перша чверть - північно-східна (ПнС), друга - південно-східна (ПдС), третя - південно-західна (ПдЗ), четверта північно-західна (ПнЗ). Відповідно позначають румби в чвертях Наприклад, в першій $r_{ПнС}$, другій – $r_{ПдС}$ тощо. Румби вимірюють в межах від 0° до 90° .

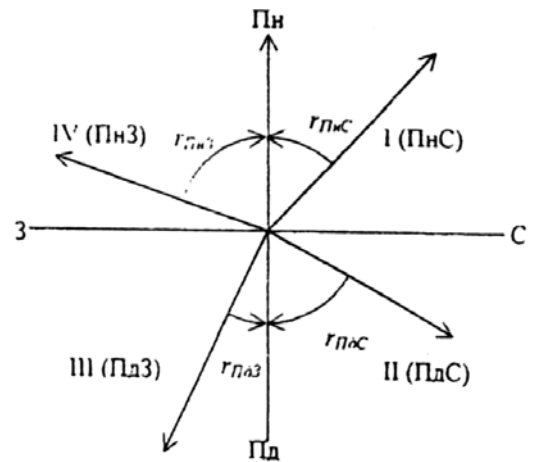


Рис. 7. Румби

Залежність між азимутами і румбами

Чверть	А. град	<i>r</i>
I	0..90	<i>A</i>
II	0..180	180- <i>A</i>
III	0..270	<i>A</i> -180
IV	0..360	360- <i>A</i>

Зображаючи земну поверхню на площині користуються іншим орієнтирним кутом – *дирекційним*.

Дирекційним кутом – називають горизонтальний кут, відрахований за ходом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана зони до напрямку заданої лінії. Дирекційні кути позначають буквою *a* та вимірюють від 0° до 360° .

В даному випадку (рис. 8) кут між напрямом осьового меридіана та меридіана даної точки називають *зональним зближенням меридіанів*.

Залежність між істинним азимутом лінії та дирекційним кутом має вигляд:

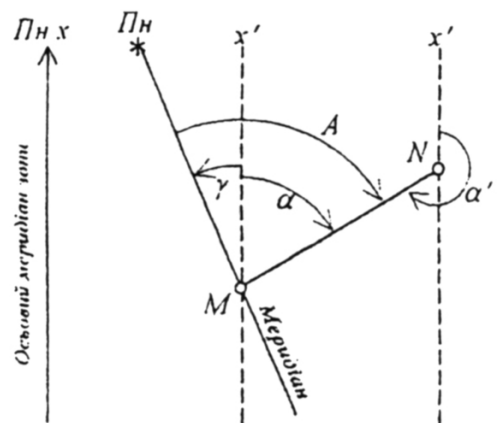


Рис. 8. Залежність між дирекційним кутом і істинним азимутом лінії

$$A = \alpha + \gamma \tag{2}$$

Дирекційні кути для різних точок лінії однакові (на відміну від азимутів) Прямий a та обернений a' дирекційні кути зв'язані рівнянням $a' = a - 180^\circ$.

Напрямок осі вільно підвішеної магнітної стрілки називається **магнітним меридіаном**. Кут між північним напрямом магнітного меридіана і напрямом даної лінії називають **магнітним азимутом**. Магнітний азимут, так само, як і істинний, відлічують у напрямку руху годинникової стрілки. Він також змінюється в межах $0 \dots 360^\circ$. Залежність між магнітними азимутами і магнітними румбами така ж, як між істинними азимутами і істинними румбами Оскільки магнітний полюс не збігається з географічним, напрям магнітного меридіана в даній точці не збігається з напрямом істинного меридіана Горизонтальний кут між напрямками істинного і магнітного меридіанів називають **схиленням магнітної стрілки** і позначають буквою δ .

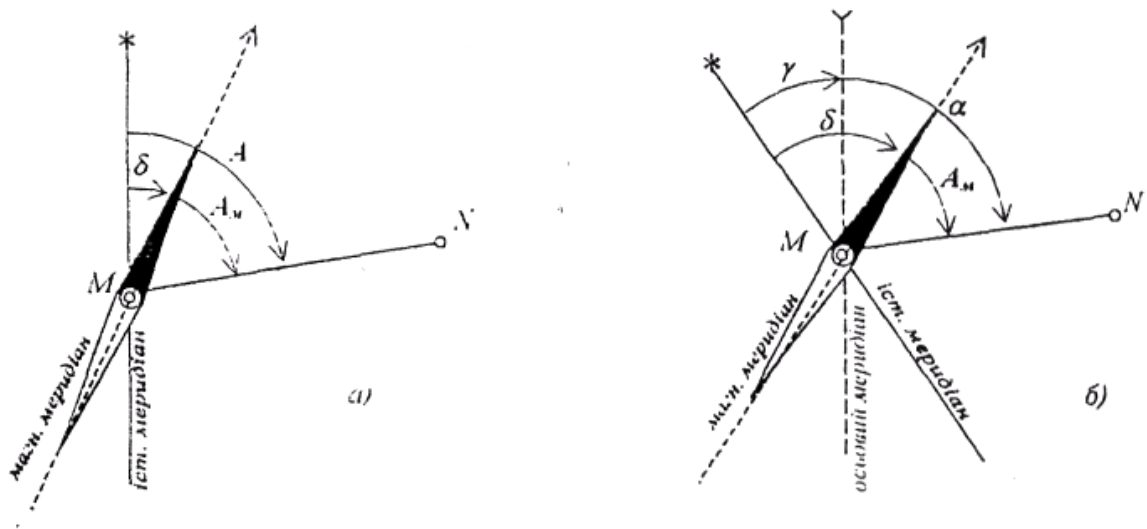


Рис. 9. Залежність між кутами:
а) істинним і магнітним азимутами, б) дирекційним кутом

В залежності від того, в який бік відхиляється північний кінець стрілки від напрямку істинного меридіана, розрізняють східне і західне схилення магнітної стрілки. Східне схилення має знак плюс, західне - мінус. Залежність (рис.9) між істинним A і магнітним A_M азимутами виражається формулою

$$A = A_M + \delta. \quad (3)$$

Схилення магнітної стрілки в різних точках Землі має різну величину. Воно не постійне і в точці (розрізняють вікові, рокові та добові зміни схилення). Найбільше змінюються добові схилення, коливання яких досягають $15'$. Отже, магнітна стрілка показує положення магнітного меридіана приблизно і орієнтувати лінії місцевості з допомогою магнітного азимута можна тоді, коли не вимагається високої точності.

Під час орієнтування на місцевості для вимірювання магнітних азимутів

та магнітних румбів користуються бусолями і компасами.

Задача 3.1

Умова: Виміряти на карті дирекційні кути напрямів AB і DE і, користуючись поданим на карті графіком схилення та зближення меридіанів, визначити істинні й магнітні азимути цих напрямів.

На аркушах карти лініями, паралельними до осьового меридіана, є вертикальні кілометрові лінії. Тому для вимірювання дирекційного кута через початкову точку лінії прокреслюють пряму, паралельну до найближчої вертикальної кілометрової лінії, і від її північного напрямку (див. рис 4) за допомогою транспортира вимірюють дирекційний кут даної лінії.

Для визначення істинного та магнітного азимутів користуються графіком, розташованим під південною рамкою, ліворуч від числового масштабу. На графіку подані положення лінії кілометрової сітки і магнітного меридіана відносно істинного меридіана та показані величини зближення меридіанів γ схилення магнітної стрілки δ . Оскільки на карті виміряно дирекційний кут α , тому лінія зорієнтована відносно лінії кілометрової сітки. Враховуючи знаки величин зближення γ і схилення δ (східні +, західні -), істинний і магнітний азимут обчислюють за формулами (2) і (3)

Приклад. Виміряний на карті (рис. 10) дирекційний кут лінії AB дорівнює 110° .

Згідно з графіком південною рамкою карти, величина зближення меридіанів $\gamma = +1^\circ 56'$, а величина магнітного схилення $\delta = -6^\circ 12'$. Графік та напрям лінії AB подано на рис.10.

Істинний азимут лінії AB дорівнює:

$$A = \alpha + \gamma = 110^\circ + 1^\circ 56' = 111^\circ 56'$$

Магнітний азимут лінії AB дорівнює:

$$A_M = A - \delta = 111^\circ 56' - (-6^\circ 12') = 118^\circ 08'$$

Відповідь: для лінії AB азимут $A = 111^\circ 36'$; $A_M = 118^\circ 08'$.

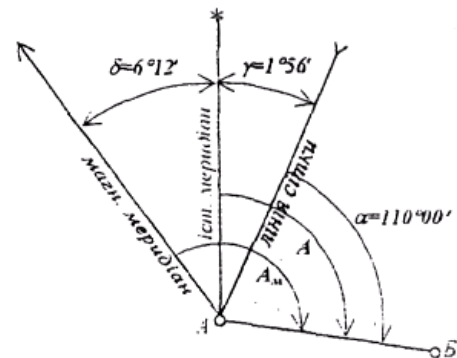


Рис. 10. Графік зближення меридіанів та магнітного схилення до задачі 3.1

Задача 3.2

Умова. Дано прямий азимут A лінії і зближення меридіанів γ . Визначити обернений азимут A' цієї лінії.

За формулою (1), враховуючи знак зближення меридіанів, знаходять

обернений азимут лінії.

Приклад. Істинний азимут лінії $A = 162^\circ 45'$ Визначити обернений азимут A' цієї лінії, якщо зближення меридіанів $\gamma = -1^\circ 52'$

$$A' = A \pm 180^\circ + \gamma = 162^\circ 45' + 180^\circ + (-1^\circ 52') = 340^\circ 53'.$$

Відповідь. Обернений азимут A' дорівнює $340^\circ 53'$.

Задача 3.3

Умова. Обчислити зональне зближення меридіанів γ у точці M з відомими координатами X і Y .

Зональне зближення меридіанів у мінутах обчислюється за формулою:

$$\gamma' = 0,54 \cdot l_{\text{км}} \cdot \text{tg} \varphi, \quad (4)$$

де $l_{\text{км}}$ – віддаль у кілометрах між точкою M і осьовим меридіаном зони;
 φ - широта точки M .

Віддаль $l_{\text{км}}$ обчислюється на основі величини ординати Y точки M . Ордината складається з 4-5 значущих цифр. Перші 1-2 цифри вказують на номер зони, а 3 останні – віддаль в км від умовного початку координат зони.

Так, якщо $Y = 12\ 562$ км, то 12 означає номер зони, а 562 - віддаль в км від умовного початку координат.

Оскільки умовний початок координат в кожній зоні перенесено вліво на 500 км, то віддаль $l_{\text{км}}$ обчислюється за формулою:

$$l_{\text{км}} = Y_{\text{км}} - 500 \text{ км} \quad (5)$$

Під величиною $Y_{\text{км}}$ розуміємо тільки три останні цифри в позначенні ординати.

Значення широти φ визначають за допомогою величини координати X . Відомо, що в середньому 1° широти відповідає віддалі 111 км на земній поверхні. Тому для визначення φ° необхідно величину координати X поділити на 111 км. Так, якщо $X = 6\ 492$ км, то цьому значенню відповідає широта $\varphi^\circ = 6\ 492 : 111 = 58,5^\circ$.

Отримані значення $l_{\text{км}}$ і φ° підставляють у формулу (4) і обчислюють величину зближення меридіанів у мінутах.

Приклад. Обчислити зональне зближення меридіанів γ у точці M , якщо $X_M = 5\ 982$ км, $Y_M = 11\ 399$ км.

Обчислюємо $l_{\text{км}} = 399 - 500 = -101$ км: $\varphi^\circ = 5\ 982 : 111 = 53,9$;

$$\varphi' = 0,54 \cdot l_{\text{км}} \cdot \text{tg} \varphi = \gamma' = 0,54 \cdot (-101) \cdot 1,37 = -74,8' = -1^\circ 14,8'.$$

Відповідь. Зближення меридіанів: $\gamma = -1^\circ 14,8'$.

Задача 3.4

Умова: За відомими величинами магнітного азимута A_m , зближення меридіанів γ та схилення магнітної стрілки δ обчислити істинний азимут A та дирекційний кут α .

Зв'язок між магнітним азимутом, істинним азимутом та дирекційним кутом визначається, якщо дано γ та δ за формулами (2) і (3).

Приклад. Магнітний азимут $A_m = 124^\circ 18'$. Обчислити істинний азимут A і дирекційний кут α цієї лінії, якщо зближення меридіанів $\gamma = +2^\circ 07'$, а схилення магнітної стрілки $\delta = -8^\circ 43'$.

Для розв'язання задачі побудуємо згідно з даними графік зближення меридіанів та магнітного схилення. Покажемо на графіку (рис. 11) напрям лінії та її магнітний азимут.

Обчислення виконують, використовуючи графік і формули (2) і (3):

$$A = A_m + \delta = 124^\circ 18' + (-8^\circ 43') = 115^\circ 35';$$

$$\alpha = A - \gamma = 115^\circ 35' - 2^\circ 07' = 113^\circ 28'.$$

Відповідь. Істинний азимут лінії

$$A = 115^\circ 35', \text{ дирекційний кут } \alpha = 113^\circ 28'.$$

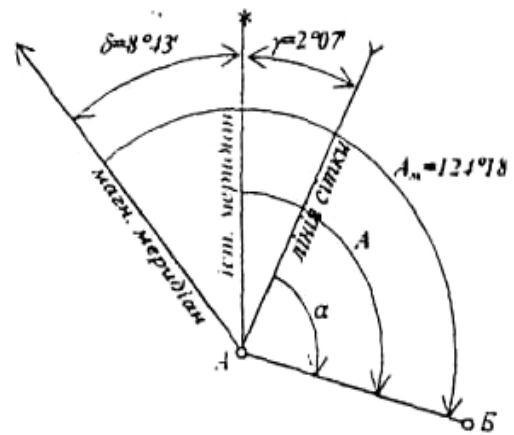


Рис.11. Графік зближення меридіанів та магнітного схилення до задачі 3.4

4. Форми рельєфу та його зображення.

Рельєфом місцевості називається сукупність нерівностей земної поверхні.

В залежності від характеру рельєфу місцевість поділяють на рівнинну, горбисту та гірську. Рівнинна місцевість має слабковиражені форми або зовсім не має нерівностей; горбиста характеризується чергуванням порівняно невеликих за висотою підвищень і понижень; гірська - це чергування підвищень більше 500 м над рівнем моря, розділених долинами.

З усього різноманіття форм рельєфу місцевості виділимо найхарактерніші.

Гора - це конусоподібна форма рельєфу, що піднімається над навколишньою поверхнею. Найвища точка гори називається вершиною. Вершина у вигляді площадки називається плато, гостроконечна вершина - піком. Бічна поверхня гори складається зі схилів, лінія злиття схилів із навколишньою місцевістю називається подошвою або основою гори.

Улоговини або западина - це заглиблення у вигляді чаші. Найнижча точка улоговини - дно. Бічна поверхня її складається зі схилів, лінія їхнього злиття з

навколишньою місцевістю називається бровкою.

Хребет – це підвищення, що поступово знижується в одному напрямку і має два крутих схили. Вісь хребта між двома схилами називається водороздільною лінією або водорозділом.

Лощина – витягнуте заглиблення місцевості, яке поступово знижується в одному напрямку. Вісь лощини між двома схилами називається водозливною лінією або тальвегом. Різновидами лощини є долина - широка лощина з пологими схилами і яр - вузька лощина з майже прямовисними схилами. Початковою стадією яру є вимоїна. Яр, зарослий травою та чагарником, називається балкою. Розташовані інколи на схилах площадки, що мають вигляд уступів із майже горизонтальною поверхнею, називаються терасами.

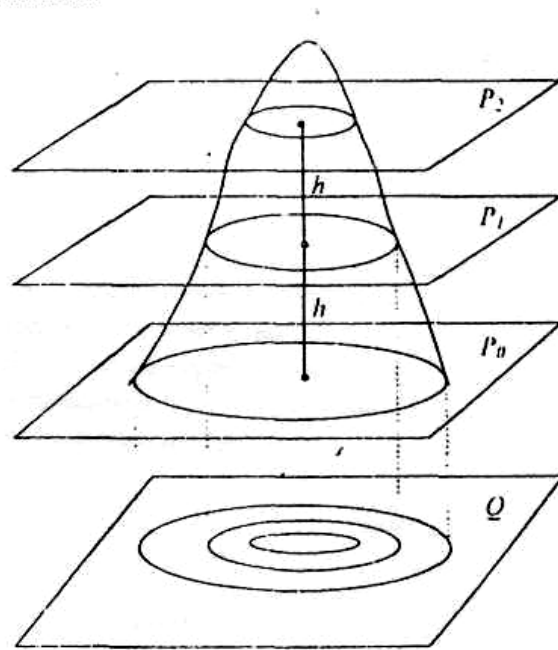


Рис.12. Зображення рельєфу горизонталлями

Сідловина - понижена частина місцевості між двома вершинами. Через сідловини в горах часто проходять дороги; у цьому випадку сідловина називається перевалом.

Вершина гори, її підшва, дно улоговини, її бровка та найнижча точка сідловини - це *характерні точки рельєфу*. Водорозділ і тальвег - це *характерні лінії рельєфу*. Характерні точки й лінії рельєфу полегшують розпізнавання окремих форм місцевості та їхнього зображення на планах і картах.

Спосіб зображення рельєфу на планах і картах повинен давати уявлення про напрям і стрімкість схилів, а також давати можливість визначати висоти точок місцевості. Разом із тим він повинен бути наочним. Відомо декілька способів зображення рельєфу, перспективне, штрихування лініями різної товщини кольоровою відмивкою (гори - коричневі, лощини - зелені), підписи висот точок горизонталі. Найдосконалішими з інженерної точки зору є способи зображення рельєфу - горизонталлями, у поєднанні з підписами висот характерних точок, цифровий.

Горизонталь – це лінія на карті, що з'єднує точки з однаковими висотами.

Якщо уявити собі переріз поверхні землі горизонтальною (рівневою) поверхнею P_u (рис. 12), то лінія перетину цієї поверхні, ортогонально спроектована на площину і зменшена до розміру в масштабі карти або плану, і буде горизонталлю. Якщо поверхня P_u розташована на висоті H від рівневої поверхні, прийнятої за початок відлічування абсолютних висот, то будь-яка точка на цій горизонталі буде мати абсолютну висоту H . Зображення горизонталлями рельєфу

ділянки місцевості можна отримати перерізом поверхні цієї ділянки декількома горизонтальними площинами P_1, P_2, \dots , розташованими на однаковій віддалі h одна від одної в результаті на карті отримають горизонталі з висотами $H+h, H+2h \dots$

Віддаль h між січними площинами називається *висотою перерізу рельєфу*. Її значення вказується на плані чи карті під лінійним масштабом. В залежності від масштабу карти й характеру зображуваного рельєфу висота перерізу буде різна.

Віддаль між горизонталлями на карті чи плані називається *закладенням*. Чим більше закладення, тим менша стрімкість схилу місцевості, і навпаки.

Горизонталі ніколи не перетинаються, за виключенням навислої скелі, природних і штучних лійок, вузьких ярів, які не виражаються горизонталлями, а позначаються умовними знаками.

Основні форми рельєфу зображаються так.

Зображення гори і улоговини (рис. 13), так само як і хребта і лощини подібні між собою. Щоб відрізнити їх один від одного, біля горизонталі показують напрям схилу – бергштрих. На деяких горизонталях підписують їхні висоти, причому так, щоб верх цифр був направлений у бік підвищення схилу.

Якщо зображення рельєфу горизонталлями не відображає його характерні особливості, викреслюють додаткові пів- і чверть горизонталі (рис.14),

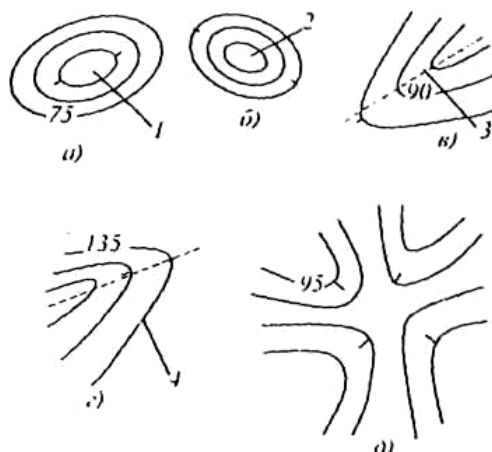


Рис. 13. Зображення горизонталлями характерних форм рельєфу:
 а) гори, б) улоговина, в) хребет,
 г) лощина д) сідловина, 1) вершини,
 2) дно, 3) вододіл, 4) тальвег

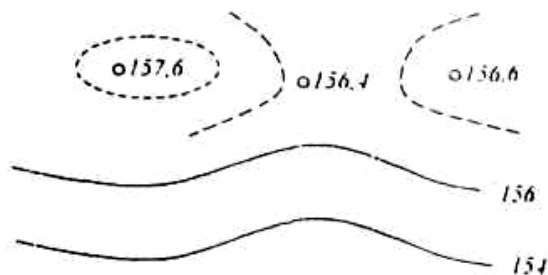


Рис. 14. Пів- і чверть горизонталі

відповідно через половину чи четверту частину прийнятої висоти перерізу рельєфу. Додаткові горизонталі викреслюють штриховими лініями.

Окремі горизонталі потовщують. На картах з висотою перерізу 1,5, 10, 20 м потовщують кожну п'яту горизонталь із висотами, кратними відповідно 5, 10, 25, 50 м. Для перерізу 2,5 м потовщують кожну четверту горизонталь з висотами, кратними 10 м.

Задача 4.1.

Визначення висот точок місцевості.

Умова. Визначити висоту точки, що знаходиться між горизонталями.

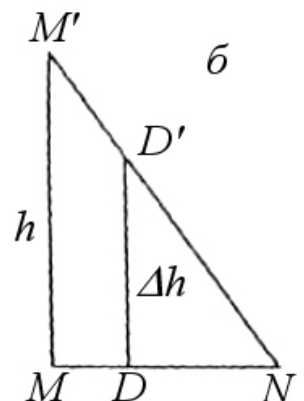
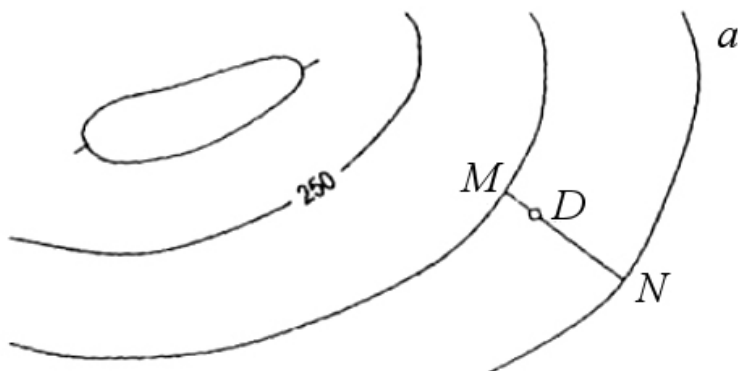
Для розв'язання цієї задачі необхідно перш за все підписати на рисунку, перенесеному з карти в зошит, висоти двох суміжних горизонталей, між якими знаходиться точка. Потім прокреслюють через точку перпендикулярно до горизонталей лінію, з'єднавши таким чином дві суміжні горизонталі (рис. 15 а).

Горизонталь із висотою 245 м, на якій знаходиться точка N , називається молодшою, а горизонталь із висотою 247,5 м, на якій знаходиться точка M , називається старшою. Взаємне розташування точок N, D і M показано на рис. 15 б. Розташуванню точок D і M на карті відповідає просторове розташування точок D' і M' на рис. 15 б.

З рис. 15 б бачимо, що висота $H_{D'}$ точки D обчислюється з виразу:

$$H_{D'} = H_N + \Delta h,$$

де Δh - перевищення точки D' над точкою N .



1 : 10 000

Переріз рельєфу через 2.5

Рис. 15

Розв'язання задачі зводиться до знаходження Δh . З подібності трикутників $MM'N$ і $DD'N$ знаходимо:

$$\frac{\Delta h}{DN} = \frac{h}{MN}, \text{ звідки } \Delta h = \frac{h \cdot DN}{MN}.$$

Зауважимо, що h - це переріз рельєфу, в даному випадку дорівнює 2,5 м. Для розв'язання задачі необхідно виміряти на карті відрізки DN і MN . Вимірювання виконують циркулем-вимірником із точністю до 0,1 мм.

Приклад. В результаті вимірювань отримано:

$$DN = 10.7 \text{ мм і } MN = 14.2 \text{ мм.}$$

Тоді

$$\Delta h = \frac{2,5 \cdot 10,7}{14,2} = 1,88 \text{ м.}$$

Відповідь. $H_D = H_N + h = 245 + 1,88 = 246,88 \text{ м.}$

Задача 4. 2.

Побудови профілю місцевості заданого напрямку.

Умова. Визначити побудовою профілю, чи видно пункт E з точки A .

Для розв'язання цієї задачі на карті з'єднують прямою лінією вихідні пункти A і E (усі побудови виконують на карті простим олівцем) і підписують висоти горизонталей, які перетинає лінія AE . Точки перетину лінії AE з цими горизонталями послідовно нумерують цифрами 1, 2, 3, ... (рис. 16). Позначають також точки, де лінія AE перетинає межі лісу. На рисунку - це точки 5', 6'. Для побудови профілю прокреслимо горизонтальну лінію $A'E'$. На перпендикулярі, і точці A' позначимо в прийнятому вертикальному масштабі висоти місцевості. Перенесемо на лінію $A'E'$ віддалі від точки A до точок 1, 2, 3, ... В точках 1, 2, 3, ... E' прокреслимо перпендикуляри до відповідних позначок висот у цих точках: з'єднавши вершини перпендикулярів $A, 1, 2, 3, \dots E$ плавною лінією, отримаємо профіль місцевості заданого напрямку.

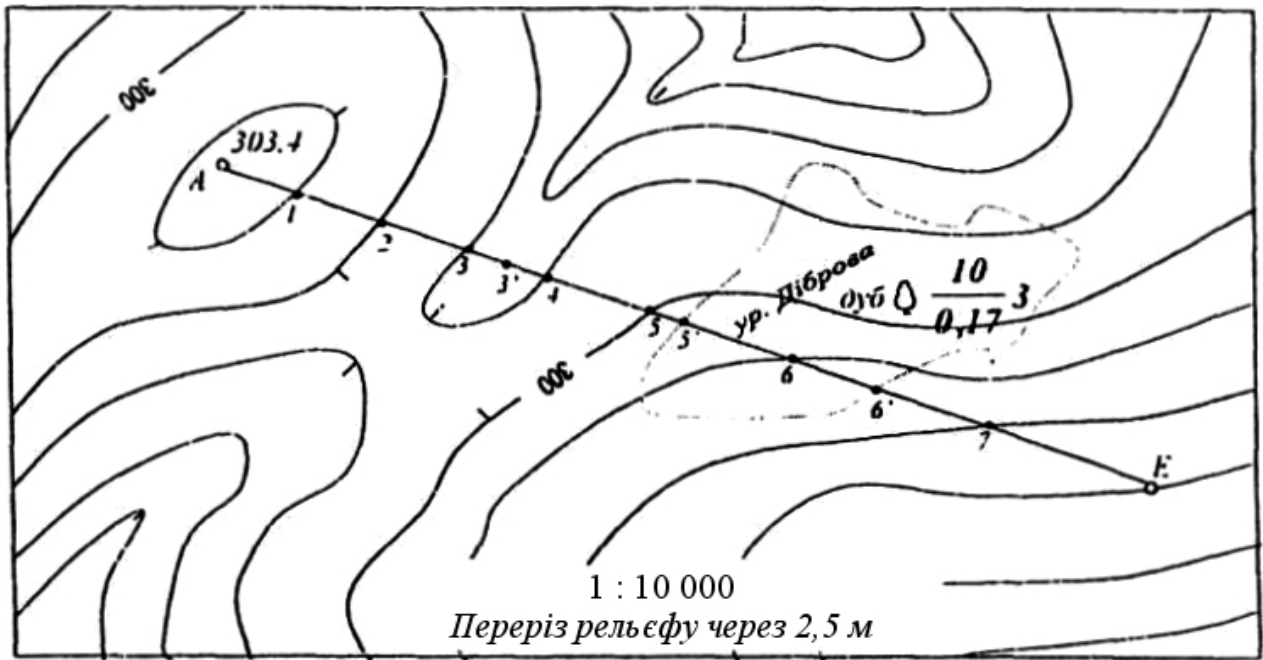


Рис. 16. Фрагмент карти для побудови профілю

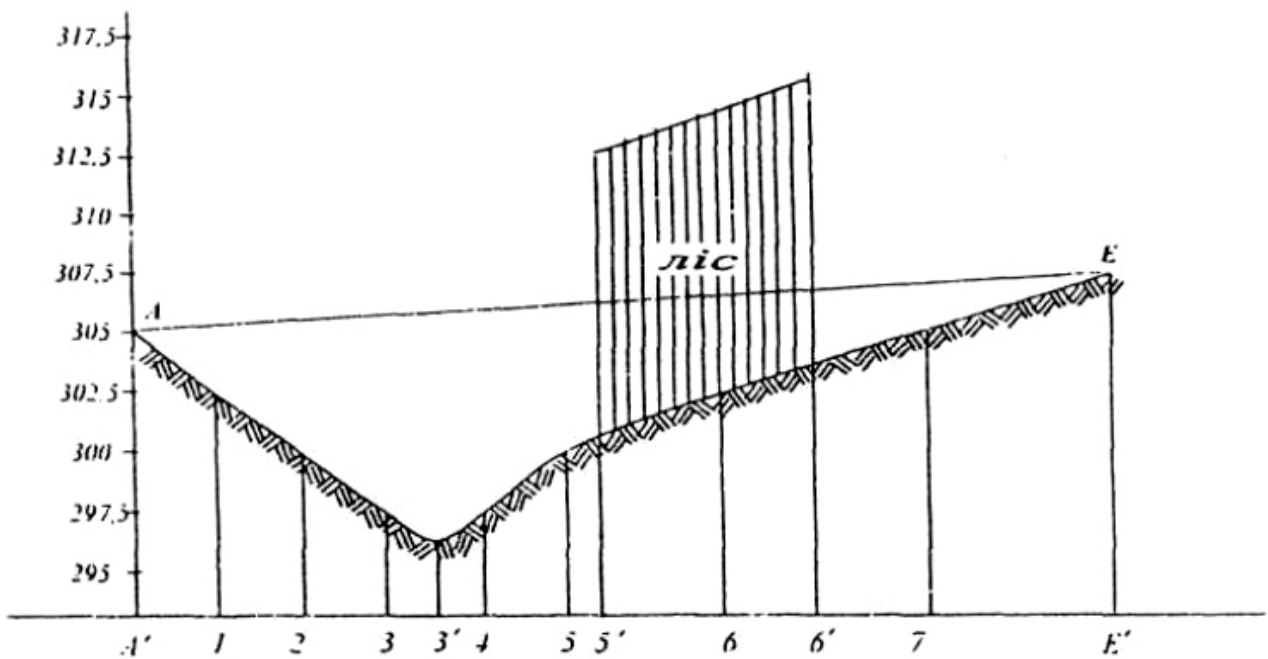


Рис. 17. Побудова профілю вздовж лінії *AE*

Задача 4.3.

Визначення стрімкості схилу.

Стрімкість схилу визначають за допомогою графіка закладень, який відображає залежність між кутами нахилу місцевості та закладеннями горизонталей.

Стрімкість схилу в геодезії характеризують значенням ухилу i місцевості

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}, \quad (16)$$

де ν – кут нахилу поверхні землі до горизонту;
 h – різниця висот двох точок поверхні землі;
 d – горизонтальна проекція лінії, що з'єднує ці точки.
 З формули (16) маємо

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg} \nu} = h \cdot \operatorname{ctg} \nu, \quad d = h \operatorname{ctg} \nu. \quad (17)$$

Прийнявши за основу формулу (17), будемо графік залежності d від ν ($h = \text{const}$) - графік закладень. Обчислення виконаємо в допоміжній таблиці 4 для прикладу, коли висота перерізу рельєфу $h = 0,5 \text{ м}$ і масштаб плану 1:1 000. Значення кутів нахилу ν прийемо через 1° , починаючи від $0^\circ 30'$ до 10° .

Значення кутів ν відкладають вздовж горизонтальної осі графіка. Перпендикулярно до горизонтальної осі, в точках значень кутів ν відкладаємо значення d (у сантиметрах), обчислені в таблиці 1. Отримані точки з'єднують плавною кривою за допомогою лекал (рис. 18).

Для визначення стрімкості схилу циркулем - вимірником беруть на карті закладення горизонталей (віддаль між горизонталями) і накладають на графік так, щоб закладення BC розташувалось між горизонтальною віссю й лінією графіка. Кут нахилу місцевості читають на горизонтальній осі графіка. Для нанесеного на графік закладення BC кут нахилу дорівнює $3^\circ 40'$.

Таблиця 1.

ν	$\operatorname{ctg} \nu$	$d = h \operatorname{ctg} \nu, \text{ м}$	$d, \text{ см}$ у масштабі карти
$0^\circ 30'$	114,6	57,3	5,73
1	57,3	28,6	2,86
2	28,6	14,3	1,43
3	19,1	9,6	0,96
.	.	.	.
.	.	.	.
5	11,4	5,7	0,57
.	.	.	.
.	.	.	.
10	5,7	2,8	0,28

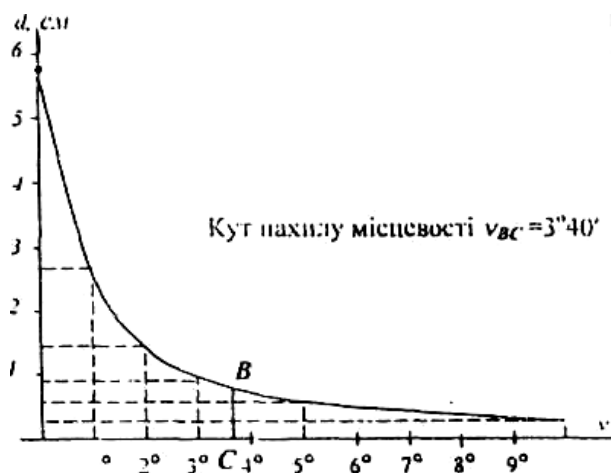


Рис.18. Графік закладень

Задача 4.4.

Прокладання на карті лінії заданого ухилу.

Дану задачу розв'яжемо за допомогою формули (16).

$$i = \frac{h}{d}, \text{ звідки } d = \frac{h}{i},$$

де d - горизонтальна проекція лінії, яка відповідає заданому ухилу i із заданим перерізом рельєфу h .

Приклад. Прокласти лінію між точками A і B і ухилом $i = 0,015$. Масштаб карти 1:10 000, переріз рельєфу $h=2,5$ м.

Для даного прикладу

$$d = \frac{2,5}{0,015} = 125 \text{ м.}$$

У масштабі карти ця лінія виразиться відрізком 1,25 см (або 12,5 мм).

Таким чином, отримано значення розхилу циркуля-вимірника $d = 12,5$ мм, за допомогою якого на карті між точками A і B прокладають лінію заданого ухилу. За умовою задачі можуть зустрітися варіанти розташування точок A і B , а саме:

- а) вихідні точки A і B знаходяться на горизонталях;
- б) вихідні точки A і B знаходяться між горизонталями.

Можливий також і змішаний варіант - точка A розташована па горизонталі, а точка B - між горизонталями (рис. 19). Ходом розхилу циркуля $d = 12,5$ мм на рисунку показано лінію з ухилом, який не перевищує заданий ухил $i = 0,015$. Можливий також і змішаний варіант - точка A розташована на горизонталі, а точка B - між горизонталями (рис. 19). Ходом розхилу циркуля $d = 12,5$ мм на рисунку показано лінію з ухилом, який не перевищує заданий ухил $i = 0,015$.

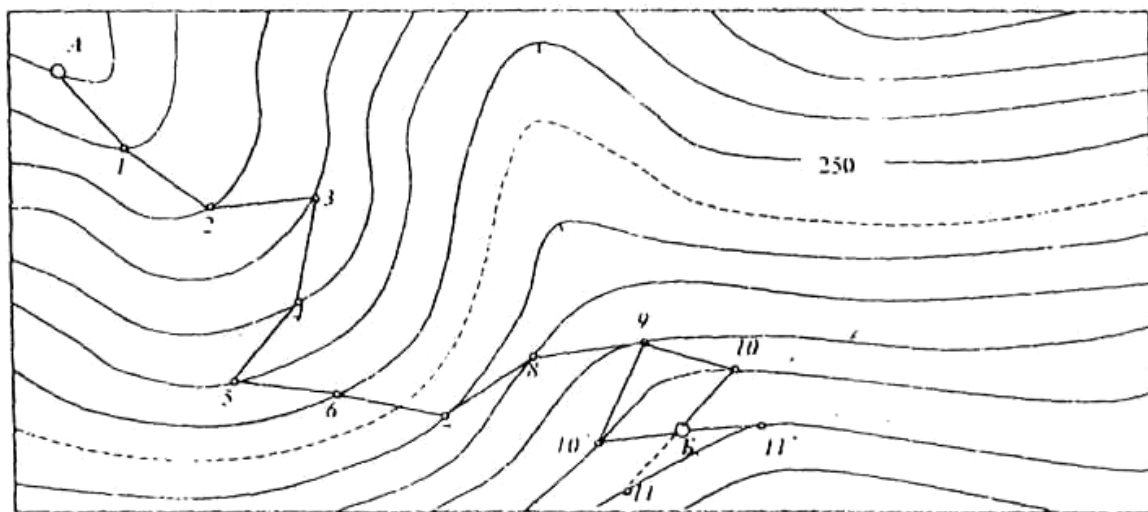


Рис. 19. Прокладання лінії заданого ухилу

Можливий також і змішаний варіант – точка *A* розташована на горизонталі, а точка *B* – між горизонталями (рис. 19). Ходом розхилу циркуля $d=12,5$ мм на рисунку показано лінію з ухилом, який не перевищує заданий ухил $i = 0,015$.

Лінію заданого ухилу між точками *A* і *B* одержують наступним чином. Ніжками циркуля-вимірника установлюють постійний розхил, що дорівнює d (у нашому прикладі 12,5 мм). Одну з ніжок установлюють у точку *A*, а іншою ніжкою циркуля засікають точку *1* на суміжній горизонталі у напрямку на точку *B*. З точки *1* аналогічно засікають на наступній суміжній горизонталі точку *2*, далі з точки *2* - точку *3* і так засікають до передостанньої горизонталі, розташованої у напрямку на точку *B* (на рис. 19 на такій передостанній горизонталі розташована точка 9).

Існує два рівноцінних варіанти нанесення лінії заданого ухилу від точки 9 до точки *B*:

- а) через точку 10;
- б) через точку 10'.

У першому випадку точку *10* вибирають таким чином, щоб віддаль *9-10* була більшою, або дорівнювала d і щоб потім точка *B* знаходилась па лінії *10-11*, яка також більша або дорівнює d . У цьому випадку ухил на відрізок *10-Б* не буде перевищувати заданий.

У другому випадку з точки *9* розхилом циркуля d засікають положення точки *11*, при цьому відрізок *10'-11'*, який проходить через точку *B*, також повинен бути більшим або дорівнював d .

У місцях із пологим рельєфом (там, де віддалі між сусідніми горизонталями більші d) запроектована лінія може розташовуватися вільно у напрямку на кінцеву і точку ходу.

Література

1. Баканова В.В. Практикум по геодезии. – М.: Цедра, 1983.
2. Витковский В.В. Топография. Лсиинград. 1940.
3. Гиршберг М.А. Геодезия. ч.1. – М.: Недра. 1967.
4. Куприн А.М. Как создается топографическая карта. М.:Недра,1971.
5. Чеботарев А.С. Гсодезія. ч.1. – М.: Геодезиздат, 1955.
6. Божек А.П., Барановський В.Д., Дриг І.І. Топографія з основами геодезії. – Київ: "Вища школа", 1995.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

СКЛАДАННЯ КОНТУРНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ

(ЗА МАТЕРІАЛАМИ ТЕОДОЛІТНОГО ЗНІМАННЯ)

«...Конечным результатом геодезических действий являются план, карта, профиль...»

Вас.Вас.Витковский, російський геодезист,
генерал-лейтенант, професор геодезичного
відділення Академії Генштабу.

Теодолітним зніманням називається комплекс польових вимірювань, які виконуються теодолітом та іншими приладами, для отримання контурного плану місцевості.

Згідно з основним принципом геодезії «від загального до часткового» теодолітне знімання поділяють на дві частини:

1. Створення робочої, або знімальної, геодезичної основи.
2. Знімання ситуації.

Теодолітне знімання виконують у такій послідовності:

1. Рекогностування ділянки.
2. Закріплення на місцевості точок знімальної основи.
3. Підготовка ліній до вимірювання.
4. Вимірювання кутів і ліній теодолітних ходів.
5. Знімання ситуації.

Під час теодолітного знімання кути вимірюють теодолітом, довжини ліній - сталевими стрічками, рулетками та віддалемірами, кути нахилу - екліметрами, кути орієнтування - бусолями, а побудову прямих кутів виконують екерами. Для позначення точок на місцевості застосовують віхи.

Усі результати вимірювань записують до геодезичного журналу, ліві сторінки якого містять дані вимірювань та обчислень, а праві призначені для абрису знімання.

Записи в журналі виконують безпосередньо на місці робіт добре заточеним простим олівцем середньої твердості ТМ, Т. Цифри і підписи пишуть чітко й розбірливо. Невірні записи акуратно закреслюють однією лінією, а правильні розміщують рядком вище над закресленим.

Забороняється:

- користуватися резинкою;
- грубо закреслювати неправильні результати;
- виривати сторінки з журналу;
- переписувати результати польових вимірів.

Журнал – це основний документ теодолітного знімання, а тому його

необхідно добре зберігати й акуратно з ним поводитися.

На основі записів у журналі, після відповідного опрацювання, складають план місцевості.

ЗМІСТ ЗАВДАННЯ

У завданні, що пропонується, теодолітне знімання виконувалось на основі зімкненого та діагонального ходів із шести точок (станцій).

На кожній точці виміряні горизонтальні кути та віддалі між точками теодолітних ходів, а також кути нахилу ліній. Під час знімання ділянки складено абрис.

Для виконання завдання кожний студент виписує, згідно з порядковим номером журналу відвідувань занять, свої вихідні дані (додаток 3):

а) дирекційний кут лінії a_{1-2} .

б) координати точки x_1 ; y_1 .

Обчислювальні та графічні дії виконують у наступній послідовності:

1. Опрацьовують польовий журнал знімання ділянки (додаток І).
2. Будують схему теодолітних ходів (додаток 2).
3. Обчислюють координати вершин теодолітних ходів (Додаток 4, 5).
4. Складають план ділянки (Додаток 8).
5. Графічно оформлюють план;
6. Обчислюють площі (Додаток 6, 7).

1. ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ТЕОДОЛІТНОГО ЗНІМАННЯ

(Додаток 1)

Польовий журнал опрацьовують у наступній послідовності:

1.1. Обчислюють значення горизонтальних кутів β'_i і β''_i , на станції у півприйомах:

$$\beta'_i = КП_{i-1} - КП_{i+1}; \quad \beta''_i = КЛ_{i-1} - КЛ_{i+1}.$$

Приклад обчислення кутів на станції 2:

$$\beta'_2 = КП_1 - КП_3 = 54^0 50' - 312^0 15' = 102^0 35';$$

$$\beta''_2 = КЛ_1 - КЛ_3 = 272^0 35' - 170^0 00' = 102^0 35'$$

1.2. Обчислюють середні кути β_i :

$$\beta_i = \frac{1}{2} (\beta'_i + \beta''_i)$$

Приклад обчислення середнього кута на станції 2:

$$\beta_i = \frac{1}{2} (102^0 35' + 102^0 36') = 102^0 35,5'.$$

1.3. Обчислюють середні значення довжин ліній D_i із прямих D_i та зворотних D_i'' вимірів:

$$D_i = \frac{1}{2} (D_i' + D_i'').$$

Приклад обчислення середнього значення довжини лінії 1-2:

$$D_{1-2} = \frac{1}{2} (123,25 + 123,29) = 123,27 \text{ м.}$$

1.4. Обчислюють горизонтальні проекції d_i , довжин ліній за формулою:

$$d_i = D_i \cos \nu_i,$$

де ν -кут нахилу лінії.

Приклад:

$$d_{1-2} = 123,27 \cos 1^0 56' = 123,20 \text{ м.}$$

2. СКЛАДАННЯ СХЕМИ ТЕОДОЛІТНИХ ХОДІВ

Схему теодолітних ходів (Додаток 2) викреслюють у вибраному масштабі на аркуші паперу 11-го формату. Довжини ліній відкладають міліметровою лінійкою, а кути - транспортиром. Орієнтують лінії схеми відносно бічного краю аркуша паперу, вважаючи, що він має напрям Південь-Північ. На схемі підписують номери станцій теодолітного ходу, горизонтально виписують середні значення горизонтальних кутів, біля кожної сторони ходу горизонтально виписують із журналу середні значення горизонтальних проекцій. Показують результати оцінки точності кутових вимірів, тобто $\sum \beta_{пр}$, $\sum \beta_{теор}$, f_β і $донf_\beta$. Викреслюють схему, як і інші матеріали, тушшю.

3. ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК ТЕОДОЛІТНИХ ХОДІВ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ

Обчислювальне опрацювання кутових та лінійних вимірів виконують у спеціальній формі – відомості обчислення координат (Додатки 4, 5). Записують акуратно обчислювальним (скороченим) шрифтом. Розряди у багатозначних цифрах розділяють інтервалами. Цифри чисел, розташованих у колонку, розміщують під відповідними цифрами вище розташованого числа.

Виконують контроль результатів польових вимірів та оцінюють їхню точність.

Обчислення координат зімкненого теодолітного ходу.

2.1. Пишуть номери точок теодолітного ходу в графу 1 відомості обчислення координат (Додаток 4). У графу 2 із журналу теодолітного знімання записують значення середніх кутів β_i , а в графу 5 — горизонтальні проекції d_i довжин ліній.

2.2. Обчислюють суму виміряних кутів

$$\beta_{np} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5.$$

2.3. Обчислюють теоретичну суму кутів полігона:

$$\beta_m = 180^0(n-2),$$

де n - кількість кутів.

2.4. Обчислюють кутову нев'язку ходу:

$$f_\beta = \sum \beta_{np} - \sum \beta_{теор}$$

2.5. Визначають допустиму нев'язку:

$$\partial \text{он} f_\beta = \pm 1' \sqrt{n}.$$

Нев'язка f_β не повинна перевищувати $\partial \text{он} f_\beta$. Нев'язку розподіляють (вводять) з оберненим знаком у виміряні кути обернено пропорційно до довжин сторін, що утворюють кути.

Примітка. У теодолітних ходах поправки вводять так, щоб виправлені кути заокруглювалися з точністю до мінути.

Сума виправлених кутів (графа 3) повинна дорівнювати їхній теоретичній сумі.

2.6. Обчислюють дирекціоні кути за формулами:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2;$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_3;$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^0 - \beta_4;$$

... .. ;

для контролю:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180^0 - \beta_1;$$

і записують їх у графу 4.

2.7. Визначають назви румбів згідно рис. 1, а їхню величину - за формулами:

$$r_{ПнС} = \alpha;$$

$$r_{ПдС} = 180^\circ - \alpha;$$

$$r_{ПдЗ} = \alpha - 180^\circ;$$

$$r_{ПнЗ} = 360^\circ - \alpha.$$

Примітка: В наведеному нижче прикладі румби не обчислювались.

2.8. Обчислюють прирости координат за формулами прямої геодезичної задачі:

$$\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \cos \alpha_{1-2}; \quad \Delta y_{1-2} = d_{1-2} \sin \alpha_{1-2};$$

$$\Delta x_{2-3} = d_{2-3} \cos \alpha_{2-3}; \quad \Delta y_{2-3} = d_{2-3} \sin \alpha_{2-3};$$

.....

$$\Delta x_{5-1} = d_{5-1} \cos \alpha_{5-1}; \quad \Delta y_{5-1} = d_{5-1} \sin \alpha_{5-1}$$

Прирости координат обчислюють за допомогою мікрокалькуляторів або, користуючись таблицями приростів координат чи таблицями тригонометричних функцій. Результати обчислень заокруглюють до 0,01 м і записують у гр. 6 та 7 із відповідними знаками, які визначають за величиною дирекційних кутів або за назвами румбів (рис. 1).

Так, якщо $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, то Δx і Δy будуть із знаком плюс;

якщо $90^\circ < \alpha < 180^\circ$, то Δx буде із знаком мінус, а Δy - із знаком плюс;

якщо $180^\circ < \alpha < 270^\circ$, то Δx і Δy будуть із знаком мінус;

якщо $270^\circ < \alpha < 360^\circ$, Δx то буде із знаком плюс, а Δy - із знаком мінус.

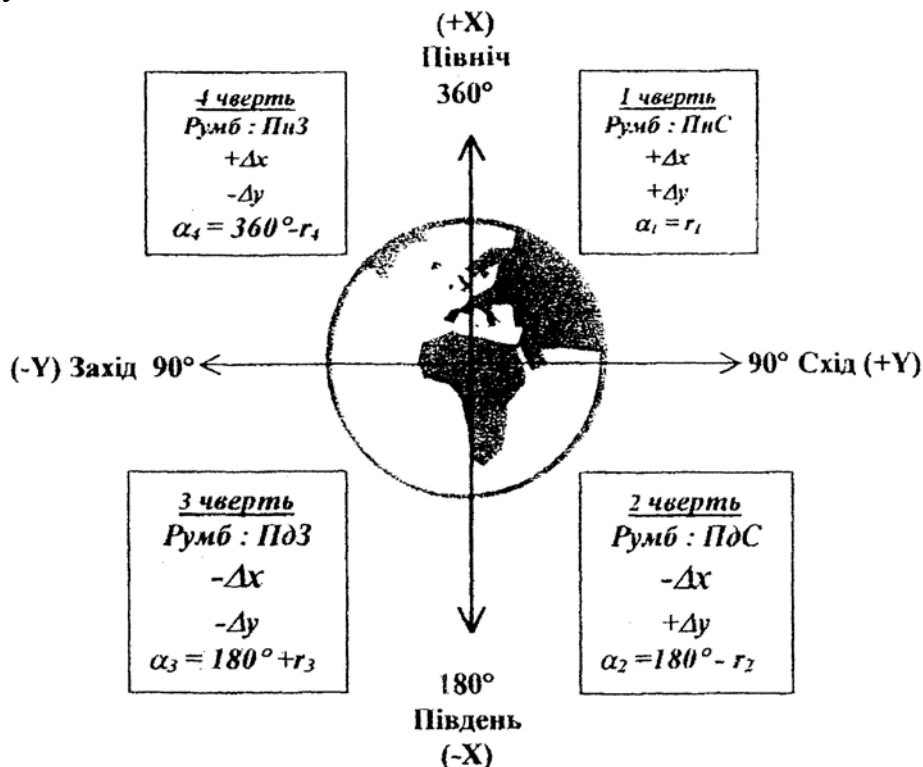


Рис.1. Румби, дирекційні кути та прирости координат

2.9. Обчислюють лінійні нев'язки f_x та f_y як різниці між практичними й теоретичними сумами приростів. Враховуючи те, що в зімкненому теодолітному ході $\sum \Delta x_m$ та $\sum \Delta y_m$ дорівнюють нулю, то

$$f_x = \sum \Delta x'_{np}; f_y = \sum \Delta y'_{np}.$$

2.10. Обчислюють абсолютну лінійну нев'язку в периметрі ходу за формулою:

$$f_{abc} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

та відносну нев'язку:

$$f_{відн} = \frac{f_{abc}}{P}$$

де P - периметр ходу.

Допустима лінійна нев'язка для даних умов повинна бути:

$$\partial on f_{відн.} \leq \frac{1}{2000}.$$

За умови виконання цієї нерівності розподіляють нев'язки f_x та f_y між усіма приростами прямо пропорційно до довжин ліній ходу. У вигляді поправок, обчислених за формулами:

$$V_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{P} d_i; \quad V_{\Delta y_i} = -\frac{f_y}{P} d_i,$$

вводять у прирости координат з оберненим знаком, заокруглюють до 0,01 м і записують червоним кольором над обчисленими приростами.

2.11. Обчислюють виправлені прирости координат:

$$\Delta x_i = \Delta x'_i + V_{\Delta x_i}; \quad \Delta y_i = \Delta y'_i + V_{\Delta y_i},$$

і записують у гр. 8 та 9. Суми виправлених приростів координат повинні дорівнювати відповідно $\sum \Delta x_m$ та $\sum \Delta y_m$, тобто нулю.

2.12. Обчислюють координати точок теодолітного ходу (графи 11,12) за формулами:

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1-2}; \quad y_2 = y_1 + \Delta y_{1-2};$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_{2-3}; \quad y_3 = y_2 + \Delta y_{2-3};$$

.....

i для контролю:

$$x_1 = x_5 + \Delta x_{5-1}; \quad y_1 = y_5 + \Delta y_{5-1};$$

тобто, отримують координати вихідної точки.

Обчислення координат розімкненого теодолітного ходу.

(Додаток 5)

2.13. До відомості координат із польового журналу записують: номери точок розімкненого (діагонального) ходу; значення середніх горизонтальних кутів β_i ; горизонтальні проекції d_i довжин ліній.

2.14.3 відомості координат зімкненого теодолітного ходу записують: обчислені значення дирекційних кутів ліній 3-4 і 1-2; координати опорних пунктів 4 і 1.

2.14. Обчислюють суму вимірянних кутів

$$\beta_{\text{практ}} = \beta_4 + \beta_6 + \beta_1.$$

2.15. Обчислюють теоретичну суму кутів розімкненого ходу, якщо виміряні праві кути, за формулою

$$\beta_T = \alpha_{\text{поч}} - \alpha_{\text{кін}} + 180^\circ n,$$

або за формулою

$$\beta_T = \alpha_{\text{кін}} - \alpha_{\text{поч}} + 180^\circ n,$$

якщо виміряні ліві кути.

Тут: n - кількість кутів;

$\alpha_{\text{поч}}$, $\alpha_{\text{кін}}$ - відомі дирекційні кути початкової й кінцевої сторін, між якими прокладено хід.

2.16. Аналогічно до зімкненого ходу визначають кутову нев'язку, ув'язують кути й обчислюють дирекційні кути та прирости координат.

2.17. Обчислюють лінійні нев'язки f_x та f_y по осях координат. Їх знаходять як різниці між практичними й теоретичними сумами приростів. Для розімкненого ходу

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x' - (x_{\text{кінц}} - x_{\text{поч}}), \\ f_y &= \sum \Delta y' - (y_{\text{кінц}} - y_{\text{поч}}), \end{aligned}$$

де $x_{\text{кінц}}$, $y_{\text{кінц}}$, $x_{\text{поч}}$, $y_{\text{поч}}$ - координати кінцевого й початкового (опорних) пунктів ходу. У нашому прикладі початковою є точка 4, а кінцевою - 1.

2.18. Аналогічно до зімкненого ходу обчислюють абсолютну нев'язку та відносну помилку ходу.

Допустима нев'язка у довжині розімкненого (діагонального) ходу не повинна бути більшою

$$\text{дон}f_{\text{відн.}} = \frac{1}{1000}.$$

2.19. За умови виконання нерівності $f_{\text{відн}} \leq \text{дон}f_{\text{відн}}$, аналогічно до зімкненого ходу, розподіляють нев'язки f_x та f_y , обчислюють виправлені прирости координат і координати точок діагонального ходу.

Координатні відомості заповнюють і оформляють тушшю або чорнилом чорного кольору, поправки в кути та прирости записують червоним кольором.

4. СКЛАДАННЯ ПЛАНУ

Кінцевим результатом теодолітного знімання є план (дод. 8).

Для побудови плану необхідно мати наступні матеріали, прилади та посібники: креслярський папір, креслярську дошку, готовальню, транспорир, поперечний масштаб, прилад для побудови координатної сітки (лінійку Дробишева, штангенциркуль із нормальною лінійкою), синусну лінійку, креслярську лінійку, косинець, олівці 3Т-5Т, ніж для заточування олівців, резинки (м'яка для олівця і тверда для туші), туш (різних кольорів), креслярську ручку, креслярські пера, кнопки, таблиці умовних знаків для топографічних планів.

Завдання: нанести на план масштабу 1:1000 теодолітні ходи за обчисленими координатами його вершин та ситуацію згідно абрису. План оформити у відповідності з обов'язковими умовними знаками.

Послідовність виконання завдання.

1. побудова координатної сітки;
2. нанесення пунктів ходу за прямокутними координатами;
3. нанесення ситуації згідно абрису;
4. графічне оформлення плану.

1. Побудова координатної сітки.

Сітку будують лінійкою Дробишева у вигляді системи квадратів із сторонами 10x10 см.

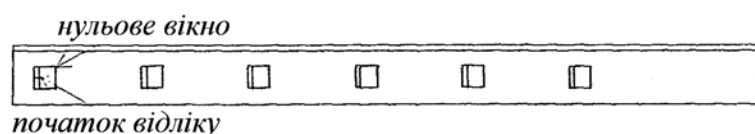


Рис.2.Лінійка Ф.В. Дробишева

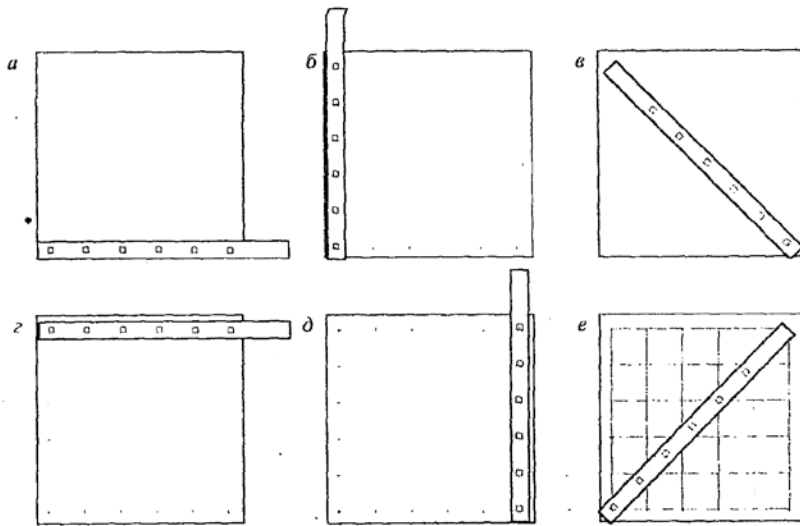


Рис. 3. Послідовність побудови сітки квадратів лінійкою Ф.В.Дробишева

Для побудови координатної сітки лінійку кладуть вздовж нижнього краю (рис. 3, а) аркуша паперу і прокреслюють гостро заточеним олівцем штрихи вздовж скошених країв вікон. Потім лінійку перекладають (рис. 3. б) приблизно на 90° (можна використати косинець) до першого положення так, щоб початок відліку лінійки виявився посередині штриха, прокресленого вздовж скосу нульового вікна і знову вздовж скошених країв вікон прокреслюють штрихи. Тепер лінійку укладають вздовж гіпотенузи прямокутного трикутника (рис. 3. в) так, щоб початок відліку лінійки виявився на останньому штриху, прокресленому у першому положенні, а скошений край - на верхньому штриху другого положення, і вздовж нього прокреслюють штрих. В результаті цих дій одержимо три вершини сітки квадратів. Четверту вершину й штрихи вздовж інших країв отримаємо, вклавши лінійку спочатку вздовж верхнього краю (рис. 3. г), а потім уздовж правого краю аркуша (рис. 3. д) і кожного разу, прокреслюючи штрихи вздовж скошених країв вікон. Перетин засічок у крайніх вікнах дасть четверту вершину сітки квадратів. Усі вершини з'єднують лініями. Їхній перетин із штрихами у вікнах лінійки дасть точки, через які проходять лінії координатної сітки.

Правильність побудови координатної сітки контролюється лінійкою Дробишсва. покладеною вздовж другої діагоналі сітки квадратів (рис. 3. е) так, щоб початок відліку (нульова точка) збігався з перетином нульових штрихів першого й другого положень. Тоді, засічка вздовж скошеного краю лінійки повинна пройти через четверту вершину сітки квадратів. Якщо при цьому утвориться трикутник похибок, то його сторона не повинна бути більшою 0,2 мм. В інакшому разі побудову повторюють. Перевіряють також правильність побудови окремих квадратів. Для цього в розхил циркуля беруть відрізок, що дорівнює довжині діагоналі $\sqrt{200\text{см}}=14,12\text{см}$ і порівнюють з діагоналями окремих квадратів. Відхилення також не повинні бути більшими 0,2 мм.

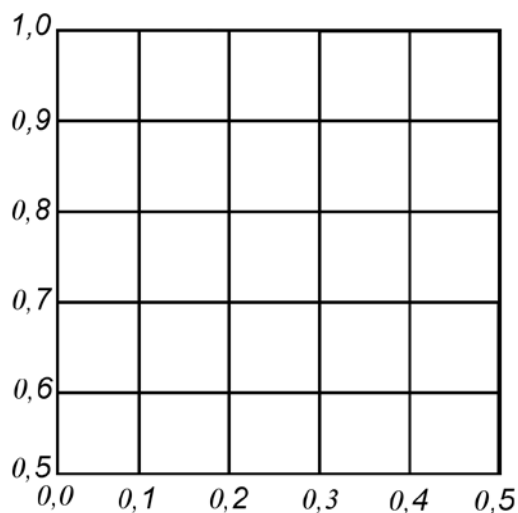


Рис. 4. Координатна сітка оцифрована для побудови плану в масштабі 1:1000

Лінії координатної сітки оцифровують згідно з координатами пунктів, які необхідно наносити, і масштабом плану.

Для складання плану в масштабі 1:1000 координатну сітку (рис. 4) підписують через 100 м. Для даного масштабу крайні лінії сітки повинні мати підпис, кратний 500 м (0.5 км).

2. Нанесення пунктів ходу за прямокутними координатами.

Для нанесення пункту за координатами спочатку визначають квадрат сітки, в якому повинен знаходитися пункт. Потім на протилежних сторонах цього квадрата відкладають за допомогою вимірювача та поперечного масштабу відрізки, які відповідають різницям однойменних координат пункту.

Правильність нанесення двох сусідніх пунктів перевіряють, використовуючи горизонтальні проекції ліній між ними. Розходження не повинно перевищувати 0.2 мм. Правильність напряму нанесеної лінії перевіряють транспортиром.

3. Нанесення ситуації.

Ситуацію наносять на план у точній відповідності з абрисом у послідовності виконання знімання. Спосіб нанесення ситуації залежить від способу її знімання. Нанесення найважливіших об'єктів повторюють, щоб переконатися у відсутності помилок.

Після нанесення ситуації рекомендується звірити план із місцевістю.

4. Графічне оформлення плану.

Викреслювання топографічного плану і рамки виконують згідно з "Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500". У додатках 9, 10 подано зразок оформлення рамки плану та умовні знаки, необхідні для побудови плану.

5. ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ.

1. Загальну площу полігона, утвореного зімкненим теодолітним

ходом, обчислюють аналітичним способом у відомості за допомогою координат його вершин (Додаток 6).

Подвійна площа полігона визначається двічі за формулами:

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

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

Для цього вписують у графі 2 і 3 координати точок 1, 2, 3, 4, 5. Потім обчислюють різниці ординат $y_{i+1} - y_{i-1}$ (наприклад, для першої точки $y_2 - y_5$) і абсцис $x_{i-1} - x_{i+1}$ (наприклад, для першої точки $x_5 - x_2$) і записують їх значення у графі 4 і 5. Контролем правильності цих обчислень є суми різниць ординат і абсцис, які повинні дорівнювати нулю. Перемноживши відповідні абсциси на різниці ординат і ординати на відповідні різниці абсцис, отримують добутки

$$\begin{array}{lll} x_i(y_{i+1} - y_{i-1}), & \text{для } i = 1 \text{ буде} & x_1(y_2 - y_5) \\ y_i(x_{i-1} - x_{i+1}), & \text{для } i = 1 \text{ буде} & y_1(x_5 - x_2) \end{array}$$

які записують у графі 6 і 7.

Суми добутків граф 6 і 7 дають подвійну площу в м і повинні бути однаковими. Обчислюють площі з точністю до 1 м².

2. Площі окремих угідь визначаються механічним способом - планіметром. Площі геометричних фігур (прямокутників, квадратів тощо) визначають графічно.

Результати визначень записують у відомість (Додаток 7). У відомості обов'язково вказують тип та номер планіметра, а також довжину обвідного важеля.

Робота з планіметром виконується в наступному порядку:

а) Визначають ціну поділки планіметра.

Для цього беруть ділянку на плані, площа якої S відома, наприклад, квадрат координатної сітки (10000 м²), і вимірюють її планіметром. Тобто, обвідну позначку суміщають з обраною точкою контуру квадрата й отримують відлік m_1 , який записують у відповідну графу відомості. Потім обводять контур за ходом годинникової стрілки до повернення у вихідну точку і дістають відлік m_2 , який теж записують у відомість. Дії повторюють три рази і, якщо розходження у різницях $m_2 - m_1$ не перевищують чотирьох поділок (для площі ділянки від 1000 до 2000 поділок), обчислюють середнє значення $(m_2 - m_1)_{сер}$. Ціну поділки планіметра обчислюють за формулою:

$$\tau = \frac{S_k}{(m_2 - m_1)_{сер}}$$

де: S_k - площа квадрата координатної сітки.

б) Після визначення ціни поділки планіметра по два рази вимірюють площу кожного угіддя полігона. Результати вимірів і обчислень записують у відомість. Перемножуючи ціну поділки планіметра τ на $(m_2 - m_1)_{сер}$, дістають площу фігури S' , яку записують у відомість із точністю до цілого m^2 .

в) Сумуючи площі окремих угідь, отримують виміряну планіметром площу ділянки $\sum S'_{пр}$.

г) Виконують оцінку точності вимірів за формулою:

$$f_s = S_{вим} - S_{теор}; \quad f_{S_{відн.}} = \frac{f_s}{S_m}$$

де: $S_{вим}$ - площа угідь полігона, виміряна планіметром;

S_m - площа полігона, одержана аналітичним способом;

F_s - абсолютна помилка визначення площі;

$S_{відн.}$ - відносна помилка визначення площі.

Точність вимірювання повинна бути $доп f_{S_{відн.}} \leq \frac{1}{300}$.

д) Якщо нев'язка допустима, то її розподіляють у вигляді поправок пропорційно до величин площ угідь з оберненим знаком з точністю до $1 m^2$. Поправки записують червоним кольором у відповідну графу відомості.

е) виправлені площі угідь записують у відомість і їхня сума повинна дорівнювати теоретичній площі полігона.

Усі записи у відомості виконують чорнилом.

ПЕРЕЛІК

документів, які підлягають здачі.

1. Польовий журнал теодолітного знімання.
2. Схема теодолітних ходів.
3. Відомість обчислення координат зімкненого ходу.
4. Відомість обчислення координат діагонального ходу.
5. Відомість обчислення площі аналітичним способом.
6. Відомість обчислення площі планіметром.
7. План ділянки.

Усі матеріали здаються у папці з описом документів (Додаток 11), що містяться в ній, та належно оформленою титульною сторінкою (Додаток 12).

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ

теодолітного знімання
ділянки місцевості

Розпочато: 5.03. 2019 р.

Закінчено: 7.03. 2019 р.

Теодоліт 2Т30, №

Сталева 20 - метрова стрічка №

Студент гр. курс
прізвище

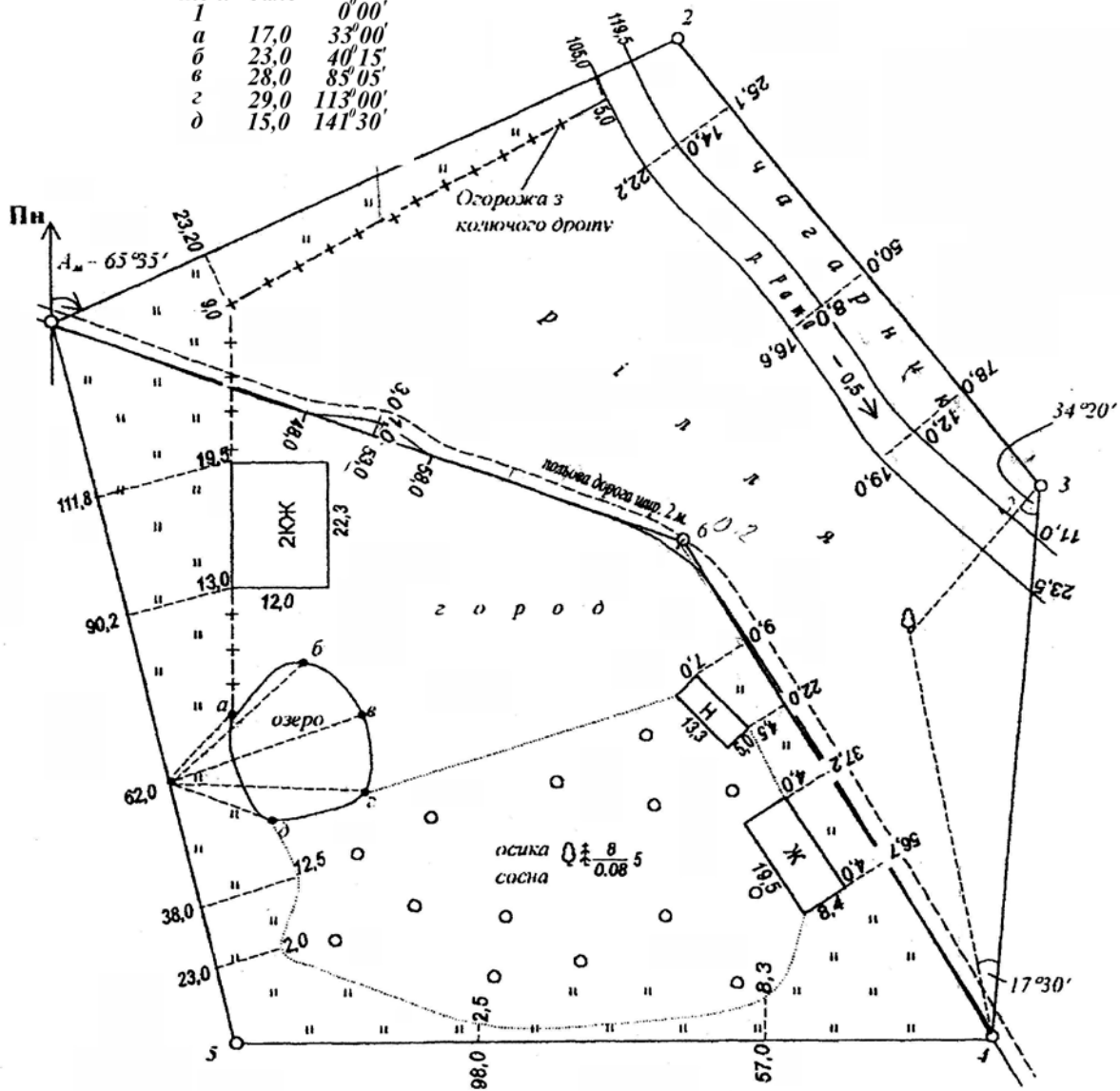
Ужгород – 2019

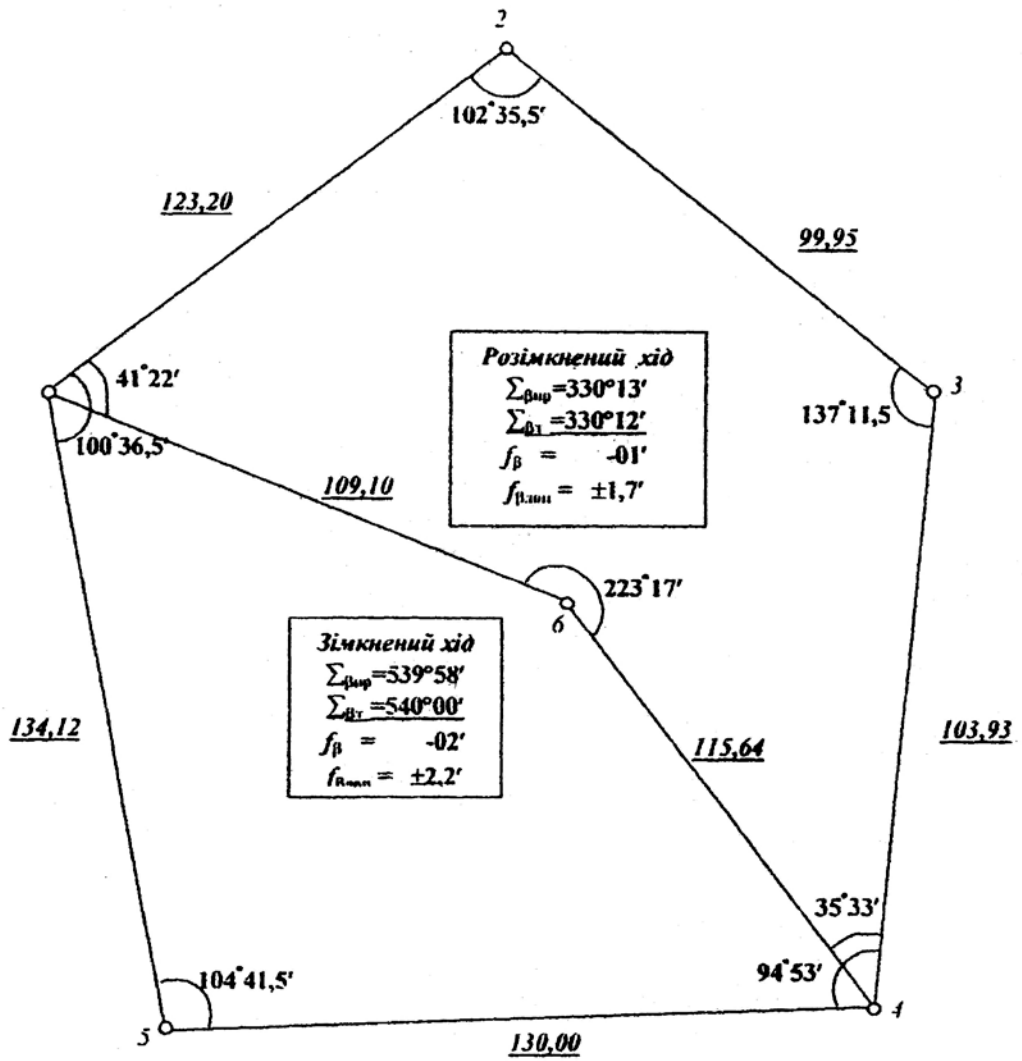
Дата		1.04.2019 р.		Виміряв:		Записав:		
Точка стояння	Точка наведення	Відліки мікроскопа	Величина кута	Середній кут β	Довжина лінії в метрах D	Кут нахилу лінії ν	Горизонтальна проекція лінії $d=D\cos \nu$	
1		КП	100°37' 41°22'	100°36,5' 41°22'				
	5	210°47'			<u>1-2</u>			
	6	151°32'			123,25			
	2	110°10'			<u>129,29</u>			
		КЛ	100°37' 41°22'		123,27	1°55'	123,20	
	5	149°52'						
	6	90°38'						
2	49°16'							
2		КП	102°35'	102°35,5'	<u>2-3</u>			
	1	54°50'			99,98			
	3	312°15'			<u>100,02</u>			
		КЛ	102°36'		100,00	1°50'	99,95	
	1	272°36'						
3	170°00'							
3		КП	137°12'	137°11,5'	<u>3-4</u>			
	2	139°32'				103,99		
	4	2°20'				<u>103,95</u>		
		КЛ	137°11'		103,97	1°35'	103,93	
	2	270°15'						
	4	133°04'						
4		КП	94°53' 35°33'	94°53' 35°33'	<u>4-5</u>			
	3	295°58'				135,14		
	6	260°25'				<u>130,10</u>		
	5	201°05'				130,12	2°25'	130,00
		КЛ	94°53' 35°33'					
	3	199°00'						
	6	163°27'						
5	104°07'							
5		КП	104°42'	104°4,5'	<u>5-1</u>			
	4	245°52'				134,15		
	1	141°10'				<u>134,15</u>		
		КЛ	104°41'		134,12	0°20'	134,12	
	4	105°52'						
1	1°11'							
6		КП	223°18'	223°18'	<u>4-6</u>			
	4	152°14'				<u>115,79</u>		
	1	288°56'				<u>115,75</u>		
		КЛ	223°18'		115,77	1°20'	115,74	
	4	223°12'				<u>6-1</u>		
	1	359°54'				109,13		
				<u>109,09</u>				
				109,11	0°50'	109,10		

АБРИС

Точка 5+62,0

№.№ точ.	Від- даль	Кут
1	17,0	0°00'
а	23,0	33°00'
б	28,0	40°15'
в	29,0	85°05'
г	15,0	113°00'
д	15,0	141°30'





Виконав студент Грабазей П.В.

ВАРІАНТИ ВИХІДНИХ ДАНИХ

№	БС-11				№	БС-12				№	БС-13			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1	320°	18'	1606,36	2894,13	1	174°	05'	1240,19	2601,64	1	109°	38'	1023,97	931,28
2	67°	51'	803,97	1791,96	2	291°	08'	1914,5	951,6	2	218°	49'	1104,29	2838,24
3	342°	12'	512,31	2373,94	3	279°	25'	250,1	1986,86	3	265°	30'	379,22	2170,5
4	221°	21'	1742,43	788,9	4	207°	34'	1838,45	1628,47	4	73°	18'	1382,37	646,2
5	245°	38'	859,72	2078,85	5	53°	39'	1075,3	1931,4	5	342°	44'	725,23	1159,94
6	121°	06'	287,62	1671,59	6	137°	37'	147,16	1271,89	6	136°	40'	1551,38	2495,72
7	95°	04'	578,45	2699,66	7	336°	21'	1587,52	2091,71	7	27°	54'	1452,97	2147,71
8	48°	03'	874,71	772,02	8	281°	45'	1484,05	980,1	8	28°	19'	52,94	1838,59
9	84°	44'	428,6	740,09	9	125°	51'	1724,22	680,67	9	11°	04'	1435,63	1659,79
10	13°	11'	1497,12	533,27	10	31°	33'	1574,93	2411,6	10	106°	32'	100,25	2026,77
11	317°	13'	1384,66	1134,02	11	64°	20'	1050,97	2021,31	11	327°	59'	1582,05	1822,06
12	162°	15'	1047,94	2211,58	12	294°	58'	319,74	1646,62	12	75°	42'	1335,58	2804,55
13	80°	40'	1204,36	2731,36	13	66°	16'	274,58	1496,22	13	84°	58'	1337,12	1534,18
14	281°	42'	1224,32	2059,96	14	204°	49'	890,75	1840,77	14	139°	36'	1082,86	1204,04
15	28°	52'	529,1	1648,27	15	221°	30'	1524,75	1809,94	15	311°	15'	1891,2	1994,03
16	150°	19'	537,36	1117,9	16	186°	27'	1123,12	2652,43	16	247°	09'	1037,72	2169,41
17	225°	31'	83,4	1762,04	17	240°	29'	824,34	2619,02	17	275°	06'	1094,57	913,91
18	133°	48'	78,66	2534,06	18	251°	09'	327,11	1724,01	18	21°	52'	583,87	1505,98
19	114°	30'	1904,71	930,73	19	26°	22'	13,06	1769,55	19	344°	56'	1023,4	626,82
20	189°	29'	191,54	654,36	20	306°	54'	1302,94	1404,98	20	198°	51'	1590,67	789,61
21	244°	27'	80,66	2347,45	21	190°	03'	795,57	576,21	21	279°	46'	345,53	2266,39
22	120°	47'	1398,59	1251,46	22	82°	57'	946,24	1962,59	22	203°	47'	1915,96	2917,62
23	307°	54'	225,27	502,12	23	256°	41'	300,79	2669,8	23	242°	27'	158,81	1225,75
24	310°	35'	1036,58	1406,54	24	62°	56'	1955,54	2371,36	24	66°	33'	832,47	1156,41
25	100°	24'	1081,57	1291,14	25	160°	10'	1108,89	1842,26	25	216°	43'	1935,14	794,66
26	17°	01'	102,26	1926,87	26	73°	48'	1239,74	1544,94	26	162°	37'	1820,09	850,62
27	145°	49'	1648,32	997,84	27	5°	15'	1626,4	763,06	27	82°	26'	1783,2	1094,29
28	101°	25'	1048,57	1446,39	28	157°	17'	173,97	1049,69	28	179°	45'	1011,63	1265,33
29	27°	02'	436,68	1361,68	29	202°	28'	1843,79	2770,59	29	187°	08'	869,09	982,31
30	18°	36'	251,47	733,7	30	288°	38'	729,21	1840,44	30	151°	29'	379,03	934,41

Відомість обчислення координат зімкненого ходу

Номер вершини	Кути		Дирекційні кути	Довжина ліній (горизонтальна проекція)	Прирости координат				Координати	
	виміряні (праві)	виправлені			обчислені		виправлені		X	Y
					Δx	Δy	Δx	Δy		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	+0,5									
1	100°36,5'	100°37'				+2			0,00	0,00
	+0,5		65°30'	123,20	+51,09	+112,11	+51,09	+112,13		
2	102°35,5'	102°36'				+1			+51,09	+112,13
	+0,5		142°54'	99,95	-79,71	+60,29	-79,71	+60,30		
3	137°11,5'	137°12'				+2			-29,62	+172,43
			185°42'	103,93	-103,42	-10,32	-103,42	-10,30		
4	94°53'	94°53'				-1	+2		-132,04	+162,13
	+0,5		270°49'	130,00	+1,86	-129,99	+1,85	-129,97		
5	104°41,5'	104°42'				-1	+2		-130,19	+32,16
			346°07'	134,12	+130,20	-32,18	+130,19	-32,16		
1									0,00	0,00
$\sum_{\text{вип}} = 539^{\circ}58'$		540°00'		P= =591,20	$\sum_{+\Delta x} =$ = +183,15	$\sum_{+\Delta y} =$ = +172,40	+183,13	+172,43		
$\sum_{\beta x} = 540^{\circ}00'$		540°00'			$\sum_{-\Delta x} =$ = -183,13	$\sum_{-\Delta y} =$ = -172,49	+183,13	+172,43		
$f_{\beta} = -0^{\circ}02'$					$\sum_{\Delta x} =$ = +0,02	$\sum_{\Delta y} =$ = -0,09	$\sum_{\Delta x} =$ = 0,00	$\sum_{\Delta y} =$ = 0,00		
$\partial \text{оn} f_{\beta} = 0^{\circ}02,2'$					$f_{\Delta x} =$ = +0,02	$f_{\Delta y} =$ = -0,09				

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,09^2} = 0,09 \text{ м};$$

$$f_{\text{відн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,09}{591,2} = \frac{1}{6569};$$

$$\partial \text{оn} f_{\text{відн}} = \frac{1}{2000}.$$

Відомість обчислення координат діагонального ходу

Номер вершини	Кути		Дирекційні кути	Довжина ліній (горизонтальна проекція)	Прирости координат				Координати	
	виміряні (праві)	виправлені			обчислені		виправлені		X	Y
					Δx	Δy	Δx	Δy		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3			185°42'							
4	35°33'	35°33'			+1	-6			-132,04	+162,13
	-1		330°09'	115,74	+100,38	-57,61	+100,39	-57,67		
6	223°18'	223°17'				-5			-31,65	+104,46
			286°52'	109,10	+31,65	-104,41	+31,65	-104,46		
1	41°22'	41°22'							0,00	0,00
			63°30'							
2										
$\sum_{\text{вип}} = 300^\circ 13'$				P= =224,84	$\sum_{\Delta x_{\text{вип}}} =$ = +132,03	$\sum_{\Delta y_{\text{вип}}} =$ = -162,02				
$\sum_{\beta x} = 300^\circ 12'$					$\sum_{\Delta x_{\text{теор}}} =$ = +132,04	$\sum_{\Delta y_{\text{теор}}} =$ = -162,13				
$f_{\beta} = +0^\circ 01'$					-104,46 = -0,01	$\sum_{\Delta y} =$ = +0,11	$\sum_{\Delta x} =$ 0,00	$\sum_{\Delta y} =$ 0,00		
$\partial \text{о} \text{н} f_{\beta} = 0^\circ 01,7'$					$f_{\Delta x} =$ = -0,01	$f_{\Delta y} =$ = +0,11				

$$f_{abc} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,11^2} = 0,11 \text{ м};$$

$$f_{\text{відн}} = \frac{f_{abc}}{P} = \frac{0,11}{225} = \frac{1}{2045};$$

$$\partial \text{о} \text{н} f_{\text{відн}} = \frac{1}{1000}.$$

ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ

Номер вершини	X_i	Y_i	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i+1} - X_{i-1}$	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$
1	0,00	0,00	+79,97	-181,28	0,00	0,00
2	+51,09	+112,13	+172,43	+28,62	+8809,45	-3209,16
3	-28,62	+172,43	+50,00	+183,13	-1431,00	+31577,11
4	132,04	+162,13	-140,27	+101,57	+18521,25	+16467,54
5	-130,19	+32,16	-162,13	-132,04	+21107,70	-4246,41
			$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	2S = 47007,40	2S = 47007,40
					S = 23 504	S = 23 504

$$S = 23\,504\text{м}^2 = 2,35\text{ га}$$

ВІДОМІСТЬ

визначення площ угідь планіметром

Планіметр "МІІЗ" № 2070, R=164,1

№№ п/п	Назва угідь	Відліки		Різниця відліків $m_2 - m_1$	Середнє з різниць відліків, $(m_2 - m_1)_{\text{сєр}}$	Ціна поділки планіметра, τ /м²/	Площа виміряна $S_{\text{вим}}$ /м²/	Поправка ΔS /м²/	Площа виправлена, $S_{\text{випр}}$ /м²/
		до обведення m_1	після обведення m_2						
Визначення ціни поділки планіметра									
Квадрат 100м×100м		4755 5756 6756	5756 6756 7755	1001 1000 999	1000	10,00			10 000

$$S_{\text{квадрат}} = 100 \times 100 = 10000 \text{ м}^2; \quad \tau = \frac{S_{\text{кв}}}{(m_2 - m_1)_{\text{сєр}}} = \frac{10000}{1000} = 10,00 \text{ м}_2; \quad S = \tau(m_2 - m_1).$$

1	Рілля	5757 6503	6503 7247	746 744	745	10,00	7450	+17	746
2	Город	8897 9176	9176 9453	279 277	278	10,00	2780	+6	2786
3	Ліс	8284 8790	8790 9300	506 510	508	10,00	5080	+12	5092 3759
4	Сіножать	1892 2266	2266 2642	374 376	375	10,00	3750	+9	3759
5	Пасовище	4627 4707	4707 4787	80 80	80	10,00	800	+9	802
6	Озеро	8787 8842	8842 8897	55 55	55	10,00	550	+2	552
7	Ріка	6125 6233	6233 6341	108 108	108	10,00	1080	+3	1083
8	Чагарник	6010 6116	6116 6222	106 106	106	10,00	1060	+3	1063
9	Будівлі		22,5 x 12,0 13,3 x 5,0 19,5 x 8,4				270 16 164	450	8
10	Дорога		225×2				450	450	9
						$S_{\text{вим}} =$ =23450	$A_x =$ +54		$S_{\text{меор}} =$ = 23450

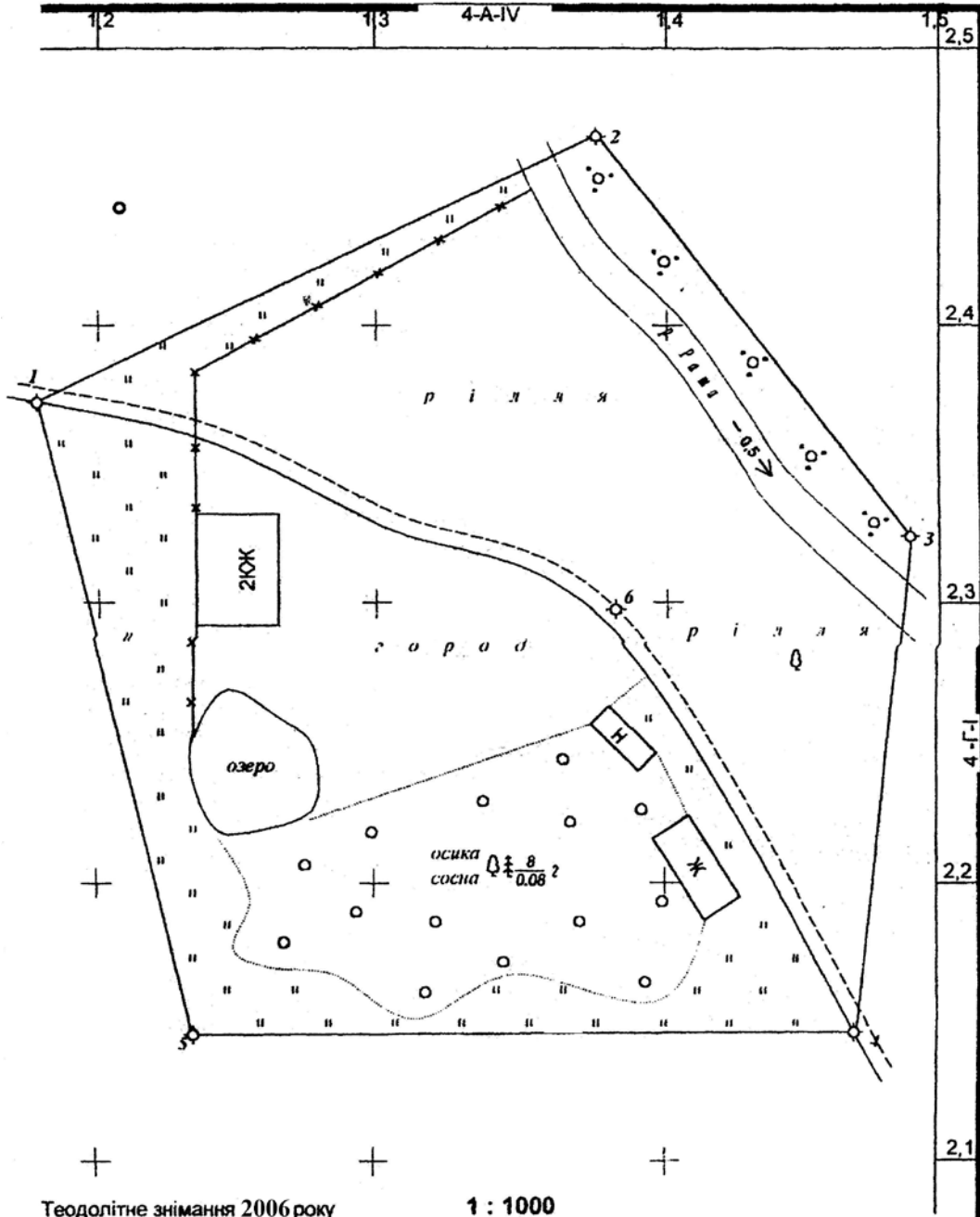
$$\Delta S = S_{\text{вим}} - S_{\text{меор}} = 23450 - 23504 = -54 \text{ м}^2$$

$$f_{S_{\text{відн}}} = \frac{\Delta S}{S_{\text{меор}}} = \frac{54}{23504} \cdot \frac{1}{435}; \quad \partial \text{о} \text{н} f_s = \frac{1}{300}.$$

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Система координат умовна
Україна

4-B-II



Теодолітне знімання 2006 року

1 : 1000

В 1 сантиметрі 10 метрів

Оцінка
Викладач

План склав і використав студент гр.

**Витяг із "Інструкції з топографічного знімання у масштабах
1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500"
ГКНТА - 2.04 - 02 - 098**

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Основні вимоги

1.1.1. Цей нормативний акт - Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 - визначає порядок створення топографічних карт у масштабах 1:500 -1:5000 для потреб картографування щодо їх змісту й точності.

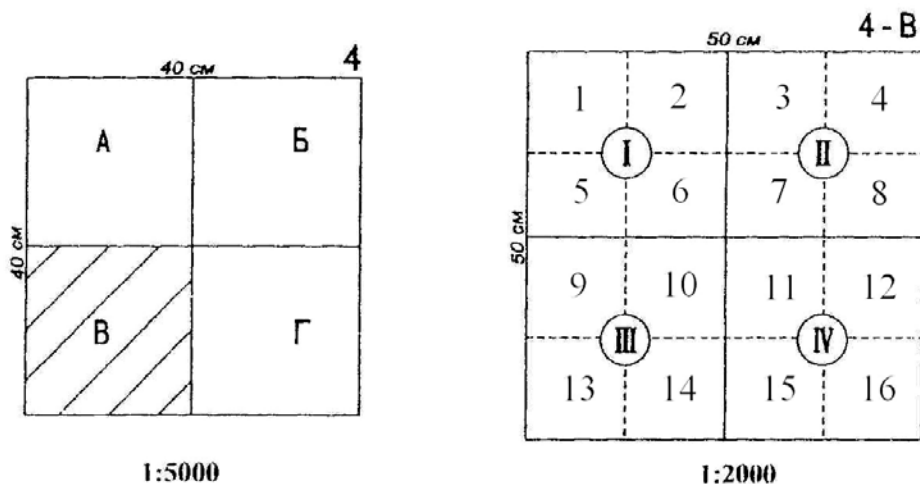
1.1.2. Технологія створення і технічні вимоги до топографічних карт у масштабах 1:500 -1:5000 є обов'язковими для всіх суб'єктів діяльності в цій галузі, незалежно від їхнього відомчого підпорядкування.

1.1.6. Інструкція передбачає застосування діючих "Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500" з урахуванням доповнень і пояснень Укргеодезкартографії щодо особливостей їхнього застосування.

1.4. Проекція, система координат та висот, розграфлення та номенклатура топографічних карт.

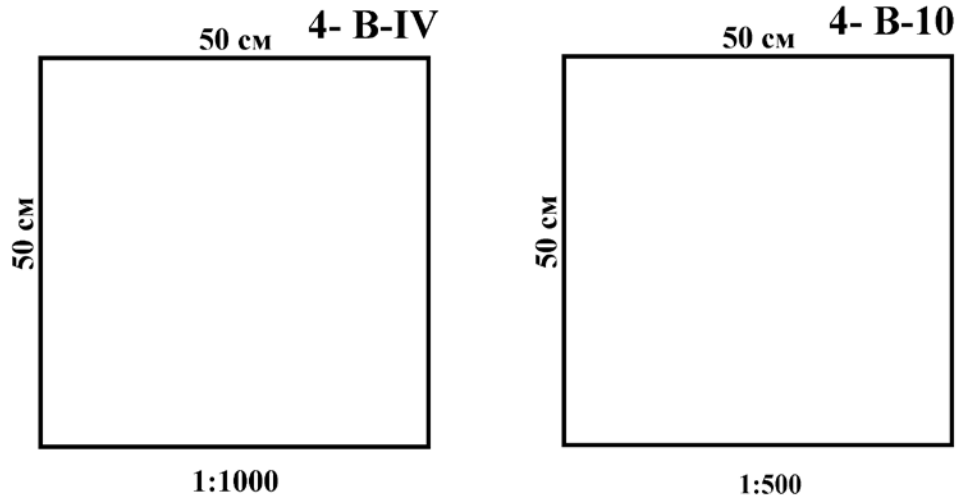
1.4.9. Для топографічних карт, що створюються на ділянки менше 20 кв. км. застосовується прямокутне розграфлення з розмірами рамок аркуша для масштабу 1:5.000 - 40x40 см, для масштабів 1:2000, 1:1000, та 1:500 - 50x50 см. Рамки аркушів масштабів 1:5000 та 1:2000 повинні збігатися з лініями кілометрової сітки.

У цьому випадку за основу розграфлення беруть аркуш масштабу 1:5000, який позначається арабськими цифрами. Йому відповідають чотири аркуші масштабу 1:2000, кожен з яких позначається приєднанням до номера аркуша масштабу 1:5000 однієї з перших великих букв українського алфавіту (А,Б,В,Г), наприклад, 4 - В.



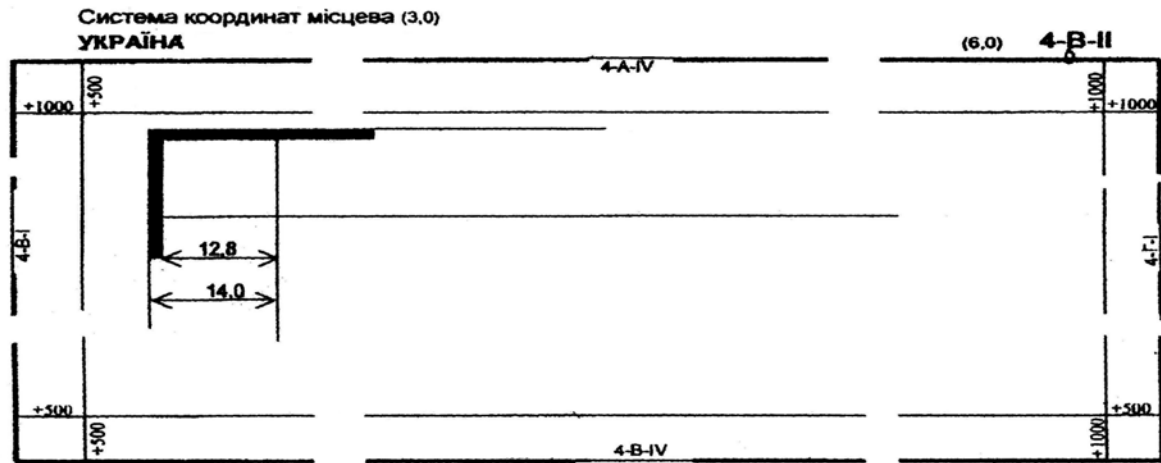
Аркушеві масштабу 1:2000 відповідають 4 аркуші масштабу 1: 1000, які позначаються римськими цифрами (I, II, III, IV) і 16 аркушів масштабу 1: 500, які позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Номенклатура аркушів масштабів 1:1000 та 1:500 складається з номенклатури аркуша масштабу 1:2000 і відповідної цифри для аркуша масштабу 1:1000, наприклад: 4 – Б - IV, або арабської цифри для аркуша масштабу 1:500, наприклад: 4 – Б - 16.



Зразок рамки та зарамкового оформлення плану

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Теодолітне знімання 20 року (3,0)

1:1000 (4,0)


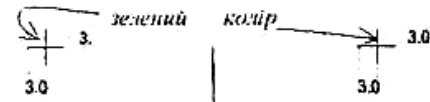








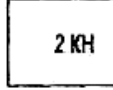

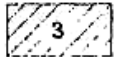
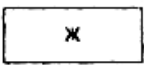
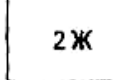
В 1 сантиметрі 10 метрів (3,0)

Схема розташування
ділянки знімання

1	2	3	А Б Г Д	5
6	7	8	9	10

Студент групи

УМОВНІ ЗНАКИ

№	НАЗВА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПЛАНІВ МАСШТАБІВ	
		1 : 5 000, 1 : 2 000	1 : 1 000, 1 : 500
5	Точки планових знімальних мереж [21, 31-33]: 1) довготривалого закріплення на місцевості 2) тимчасового закріплення на місцевості	2,5 1) 7 \odot 386,0 1,5 2) 21 \odot 198,2 1,5	2,5 1) 18 \odot 324,28 325,3 1,5 2) 19 \odot 201,5 1,5
485	Межі землекористувань і відводів [589-593, 596]		
12	Перетин координатних ліній [44]		
		5000	2000, 1000, 500
13	Будівлі житлові вогнетривкі (цегляні, кам'яні, бетонні, жужелеблочні тощо) [45-48, 50-54, 57]: 1) одноповерхові 2) вище одного поверху (цифри і букви - характеристики поверхності, матеріалу та призначення будівлі)	1,5 1) 1.0 ■ 1.0 ■  2) ■ 2 ■ 2 	1)  2)  2) 
14	Будівлі нежитлові вогнетривкі [45-49, 50-54, 57]: 1) одноповерхові 2) вище одного поверху	1,5 1) 1.0 ■ 1.0 ■  2) ■ 2 ■ 2 	1)  2) 
15	Будівлі житлові невогнетривкі (дерев'яні, саманні, глинобитні) [45, 46, 48, 50-53, 57]: 1) одноповерхові 2) вище одного поверху	1,5 1) 1.0 ■ 1.0 ■  2) ■ 2 ■ 2 	1)  2) 

№	НАЗВА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПЛАНІВ МАСШТАБІВ	
		1 : 5 000	1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500
16	Будівлі житлові невогнетривкі (дерев'яні, саманні, глинобитні) [45, 46, 48, 50-53, 57]: 1) одноповерхові 2) вище одного поверху		
		1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500	
237, 238	Ріки: 1) напрям і швидкість течії		
245	Озеро прісне		
		1 : 5 000, 1 : 2 000	1 : 1 000, 1 : 500
367	Характеристики лісових деревостоїв [504]: За складом: 1) листяні, 2) шпилькові, 3) змішані За метричними даними: ліворуч - в чисельнику - середня висота, м; в знаменнику - середня товщина стовбура, м; праворуч - середня віддаль між деревами, м		
366	Контурні рослинності, сільськогосподарських угідь, ґрунтів тощо [501-503]: 1) для ручного нанесення 2) для автоматизованого нанесення		
368	Ліси природні високоствовбурні [505]		

№	НАЗВА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	УМОВНІ ЗНАКИ ТОПОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПЛАНІВ МАСШТАБІВ	
		1:5000, 1:2000	1:1000, 1:500
395	Чагарники [529, 530] 1) окремі групи 2) зарості (із вказанням породи і середньої висоти в м.)		
401	Рослинність трав'яна, лугова (різнограв'я) [535, 536]		
193	Грунтові дороги: 1) пугівці 2) польові та лісні		
476	Огорожі дротяні: 1) з колючого дроту 2) з «гладкого» дроту		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА

СКЛАДАННЯ КОНТУРНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ

/Теодолітне знімання 2019 року/

Виконав студент групи

Ужгород – 2019 р.

ОПИС ДОКУМЕНТІВ

№№ док.	Назва документа	Кількість аркушів
1	Полевий журнал теодолітного знімання	2
2	Схема теодолітних ходів	1
3	Відомість обчислення координат зімкненого ходу	1
4	Відомість обчислення координат діагонального ходу	1
5	Відомість обчислення площі аналітичним способом	1
6	Відомість обчислення площі планіметром	1
7	План	

Студент групи

Література:

1. Гиршберг М.А. Геодезія. Ч.І.М. Недра, 1967.
2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. ГКНТА-2.04-0298, київ, 1999.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500.М., Недра, 1989.
4. Складання топографічного плану (карти). В.І.Ващенко, В.О. Латинський, О.І.Мороз, С.С.Перій. Львів ДУЛП, 2000.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

СКЛАДАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ ТРАСИ НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ

Для виконання розрахунково-графічної роботи "Складання поздовжнього профілю траси" кожний студент отримує індивідуально (див. Додаток 8):

1. Висоту початкового H_{Rp7} та кінцевого H_{Rp9} реперів.
2. Кут повороту траси Θ та радіус колової кривої R (поворот траси показаний у пікетажному журналі).
3. Румб початкового напрямку траси.

В обсяг роботи входить:

- обчислення та оформлення польового журналу технічного нівелювання траси;
- складання поздовжнього профілю траси (побудова лінії профілю поверхні землі та побудова проектної лінії);
- розрахунок елементів колової кривої та відображення її на профілі траси;
- побудова поперечного профілю;
- графічне оформлення завдання.

Для виконання розрахунково-графічної роботи "Нівелювання поверхні" кожний студент отримує індивідуально:

1. Висоту вихідної точки H_{1-a} (див. Дод. 8).
2. У процесі виконання роботи викладач задає місцезнаходження точок А, В, С, D, Е для розв'язування задач на плані з горизонталями.

В обсяг цієї роботи входить:

- обчислення та оформлення польового журналу нівелювання поверхні;
- складання та викреслювання схеми нівелювання поверхні;
- складання та викреслювання плану нівелювання поверхні;
- розв'язування задач на плані з горизонталями;
- графічне оформлення завдання.

Вихідні дані для виконання розрахункових робіт, польові журнали, взірці графічних робіт наведені в додатках 1-8.

1. СКЛАДАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ ТРАСИ

У процесі нівелювання (рис. І) на кожній станції відлічують чорну та

червону шкалу задньої та передньої рейок. Роботу на станції контролюють в полі обчисленням «п'яток» задньої та передньої рейок. Різниці "п'яток" задньої та передньої рейок і різниці в перевищеннях, обчислених із чорних і червоних відліків рейок на кожній станції, не мають перевищувати 5 мм. "П'яткою" рейки називають різницю червоного та чорного відліків рейки, встановленій на одній точці.

Приклад такого контролю показано в додатку 1.

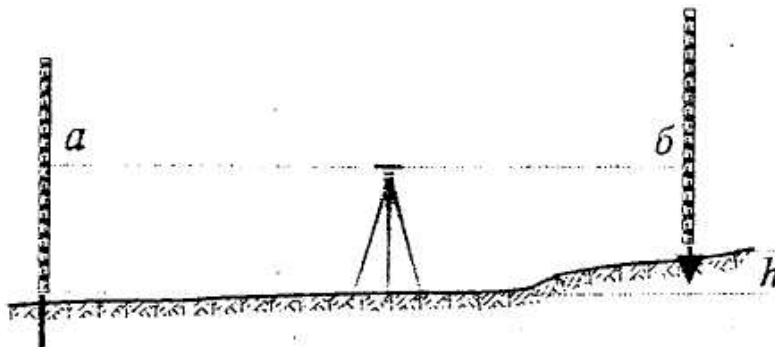


Рис. 1. Схема геометричного нівелювання

1.1. Обчислення журналу поздовжнього нівелювання

Розрахунки виконують в журналі (Дод. 1) у такій послідовності:

1. На кожній станції обчислюють перевищення h_1 і h_2 за різницями відліків задніх (a) і передніх (b) рейок:

$$h_1 = a_{\text{чорн}} - b_{\text{чорн}}; \quad h_2 = a_{\text{черв}} - b_{\text{черв}}. \quad (1)$$

Обчислені перевищення h_1 і h_2 записують у графи 6 і 7 журналу з відповідним знаком.

2. Середнє перевищення отримують за формулою

$$h_{\text{сер}} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (2)$$

і записують у графи 8 і 9.

3. Виконують посторінковий контроль. Для цього сумують чорні та червоні відліки задньої $\sum h_3$ і передньої рейок $\sum h_{\text{п}}$ (графи 3 і 4). Щоб уникнути помилок в обчисленнях, в суми відліків не вносять значень "п'яток" рейок. Знаходять суми перевищень $\sum h_{\text{обч}}$ (графи 6 і 7) і суми середніх перевищень $\sum h_{\text{сер}}$ (графи 8 і 9).

Одержані суми мають відповідати умові

$$\sum a_3 - \sum b_{\text{п}} = \sum h_{\text{обч}} = 2 \sum h_{\text{сер}}. \quad (3)$$

Результати умови (3) записують під відповідними графами внизу на кожній сторінці журналу. Їх збіжність має виконуватись з точністю до 1 мм.

4. В кінці журналу нівелювання виконують контроль всього

нівелірного ходу, так само, як виконували посторінковий контроль, враховуючи умову (3).

5. Визначають нев'язку нівелірного ходу за формулою:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_k - H_{\text{поч}}), \quad (4)$$

де $\sum h_{\text{ср}}$ сума середніх перевищень всього ходу; $H_k, H_{\text{поч}}$ - висоти кінцевої та початкової точок ходу. Такими точками можуть бути репери або інші фіксовані точки з відомими висотами.

Різницю $(H_k - H_{\text{поч}}) = \sum h_{\text{теор}}$ називають теоретичною сумою перевищень.

6. Для оцінки точності нівелірного ходу одержану нев'язку f_h , порівнюють із допустимою:

$$\Delta_{\text{доп}} f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (5)$$

де L - довжина нівелірного ходу в кілометрах.

7. Зрівноваження середніх перевищень виконують у тому випадку, коли нев'язка f_h , не перевищує допустимої. Нев'язку f_h вводять у вигляді поправок з оберненим знаком порівню в усі середні перевищення. Сума всіх поправок повинна дорівнювати нев'язці, взятій з протилежним знаком: $\sum \delta_h = -f_h$.

Поправки δ_h , виписують червоним кольором над середніми перевищеннями $h_{\text{ср}}$ у графі 8 і 9.

Середні перевищення обчислюють до цілих міліметрів. виправлені перевищення одержують за формул

$$h_{\text{випр}} = h_{\text{ср}} + \delta_h. \quad (6)$$

Контролем обчислення $h_{\text{випр}}$ є збіжність сум виправлених і теоретичних значень перевищень:

$$\sum h_{\text{випр}} = \sum h_{\text{теор}}. \quad (7)$$

Значення виправлених перевищень записують у графі 10 і 11 нівелірного журналу.

8. Висоти зв'язуючих точок обчислюють так: висота наступної точки H_{i+1} дорівнює висоті попередньої точки H_i плюс виправлене $h_{\text{випр}}$ перевищення між цими точками:

$$H_{i+1} = H_i + h_{\text{випр}}, \quad (8)$$

де i - номер точки.

Обчислені висоти зв'язуючих точок записують у графу 13 журналу.

Контролем обчислення висот зв'язуючих точок є одержання заданої висоти H_k кінцевої точки нівелірного ходу.

9. Обчислення висот проміжних точок виконують через горизонт приладу ГП (рис. 2).

Горизонт приладу обчислюють за формулою:

$$ГП = H_i + a, \quad (9)$$

а висоту проміжної точки

$$H_{\text{пр}} = ГП - v_{\text{пр}}, \quad (10)$$

де $ГП$ - висота візирної осі над рівневою поверхнею;

H_i – висота точки (у практиці вимірювань використовують задню точку ходу);

a – відлік чорної шкали рейки на цій точці;

$H_{\text{пр}}$ – висота проміжної точки;

$v_{\text{пр}}$ – відлік чорної шкали рейки на проміжній точці.

Значення горизонту приладу $ГП$ записують у проміжній точці - у відповідному рядку графу 13 (Дод. 1).

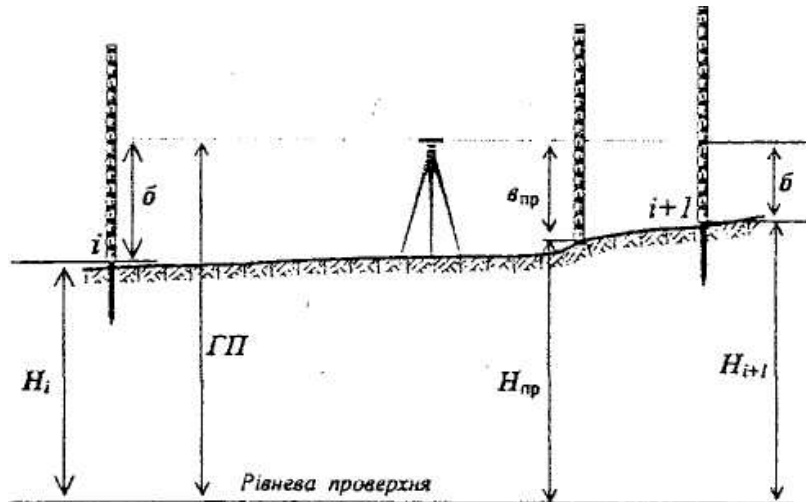


Рис. 2

10. Оформлення нівелірного журналу. Усі графи журналу, крім 13, акуратно заповнюють добре загостреним олівцем. Графу 13, посторінковий і пожурнальний контролю, обчислення, пов'язані з оцінкою точності нівелірного ходу, записують чорним чорнилом або тушшю; значення поправок δ_h у середні перевищення - червоним кольором.

1.2. Побудова поздовжнього профілю траси

Поздовжній профіль траси складають на міліметровому папері спочатку олівцем і починають із викреслювання сітки профілю у вигляді таких горизонтальних граф (додаток 3):

Номер	Назва графи	Ширина
-------	-------------	--------

графи		графи (см)
1	Ухили та віддалі	1,0
2	Проектні висоти	1,5
3	Висоти землі	1,5
4	Пікети та віддалі	1,0
5	Прямі та криві	3,0
6	План траси	2,0

Поздовжній профіль викреслюють у масштабах: горизонтальному – 1 :2000, вертикальному – 1 : 200 у такій послідовності:

1. Викреслюють сітку профілю і у графі 4 позначають положення пікетів та плюсових точок вертикальними рисками (Дод. 3).

2. Висоти точок виписують із журналу нівелювання (Дод. 1), їхні значення заокруглюють до 1 см і записують у графу 3 сітки профілю.

3. Профіль місцевості будують так. Відкладають висоти пікетів та плюсових точок від умовного горизонту в масштабі 1:200. Вибір умовного горизонту має забезпечувати положення лінії профілю місцевості не ближче 7-10 см над графою 1 сітки профілю, верхня лінія якої і приймається за умовний горизонт.

Одержані точки з'єднують ламаною лінією, яку і називають профілем траси (вертикальним розрізом ділянки місцевості за заданим напрямом).

1.3. Побудова проектної лінії

Проектну (червону) лінію будують, керуючись наступними умовами:

– ухили на окремих ділянках траси не повинні перевищувати допустимих значень;

– об'єми земляних робіт на окремих ділянках траси повинні бути приблизно однакові, тобто необхідно, щоб виконувався баланс земляних робіт, а загальний об'єм земляних робіт на трасі задовольняв умову

$$V_{\text{насищу}} \approx V_{\text{виїмки}} \approx \min; \quad (11)$$

– переходи від додатних ухилів (підйомів) до від'ємних (спусків) і навпаки проектують через горизонтальні прямі, довжиною не менше 100 м.

Проектна лінія складається, як правило, із декількох ділянок із різними ухилами. Ухили визначають за формулою:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{d} \quad (12)$$

де: i - ухил проектної лінії, який обчислюють до 0,001 (промиле, ‰);

H_1 і H_2 - висоти початкової та кінцевої точок проектної лінії на ділянці з одним ухилом (висоти визначають із профілю графічно);

d - віддаль, на якій діє проектний ухил i .

Наприклад. Обчислити ухил (Дод. 3) між ПК5 і ПК7, віддаль між якими $d = 200$ м.

Висоти початкової ($H_{ПК5}$) і кінцевої ($H_{ПК7}$) точок відрізка, на якому діє ухил, одержують з профілю графічно:

$$H_{ПК5} = 136,50 \text{ м}; \quad H_{ПК7} = 139,50 \text{ м}; \quad d = 200 \text{ м.}$$

Підставляють ці значення у формулу (12):

$$i = \frac{139,50 - 136,50}{200} = 0,015 \text{ ‰}$$

Для зручності та точності розрахунків одержаний ухил ; коригують так, щоб його значення передавалось цілою тисячною. Для цього переміщують одну з точок проектної лінії у вертикальному напрямку.

Таким чином обчислюють проектні ухили на всіх ділянках траси.

В графі 1 сітки профілю умовно показують підйом або спуск нахиленою лінією; у випадку нульового ухилу викреслюють горизонтальну лінію. Над лінією записують ухил у проміле, а внизу - довжину ділянки, на якій діє даний ухил.

Використовуючи обчислені ухили проектної лінії та проектні висоти кінців цієї лінії, визначають проектні (червоні) висоти усіх точок профілю:

$$H_{K+1} = H_K + i \times d, \tag{13}$$

де: H_K – відома проектна висота точки;

H_{K+1} – висота точки, яку визначають;

d – віддаль між цими точками.

Наприклад:

$$H_K = H_{ПК5}; \quad H_{K+1} = H_{ПК5+75};$$

$$H_{ПК5} = 136,50 \text{ м}; \quad d=75 \text{ м}; \quad I = 0,015\text{‰};$$

$$H_{ПК5+75} = 136,50 + 0,015 \times 75 = 136,50 + 1,12 = 137,62 \text{ (м)}.$$

$$H_{ПК6} = H_{ПК5} + i \times d;$$

$$H_{ПК6} = 136,50 + 0,015 \times 100 = 136,50 + 1,50 = 138,00 \text{ (м)}.$$

або:

$$H_{ПК6} = H_{ПК5+75} + i \times d;$$

$$H_{ПК6} = 137,62 + 0,015 \times 25 = 137,62 + 0,38 = 138,00 \text{ (м)}.$$

Проектні (червоні) висоти обчислюють до 0,01 м і записують у графу 2 сітки профілю над відповідними точками траси. На ділянках із нульовим ухилом (горизонтальні ділянки), проектні висоти виписують тільки на кінцях цього відрізка. В кінці інтервалу з однаковим ухилом проектної лінії мають отримати ту проектну висоту, яка відповідає даному ухилу, що і є контролем правильності обчислення проектних висот на ділянці з одним ухилом.

Робочі висоти h_p обчислюють як різницю проектних висот $H_{пр}$ і висот точок земної поверхні H_3 за формулою:

$$h_p = H_{пр} - H_3. \tag{14}$$

Робочі висоти записують над проектною лінією або під нею. Вони характеризують вид і об'єм земляних робіт у даній точці траси: робочі висоти h_p записані над проектною лінією свідчать про те, що в цих точках треба виконати насип, а під проектною лінією - указують на виїмку.

Місця перетину проектної лінії з лінією профілю називають точками нульових робіт, тобто точками, в яких земляні роботи дорівнюють нулю.

Віддаль x від ближнього пікету до точки нульових робіт визначають за формулою

$$x = \frac{h_1 \times d}{h_1 + h_2}, \quad (15)$$

а віддаль y від точки нульових робіт до ближньої наступної точки профілю - за формулою:

$$y = \frac{h_2 \times d}{h_1 + h_2} \quad (16)$$

В формулах (15) і (16)

d – горизонтальна віддаль між попередньою та наступною точками профілю відносно нульової;

h_1 і h_2 робочі висоти в указаних точках.

Робочі висоти h_1 і h_2 у формулах (15) і (16) приймають як абсолютні величини.

Контролем правильності обчислення віддалей до точок нульових робіт є умова:

$$d = x + y. \quad (17)$$

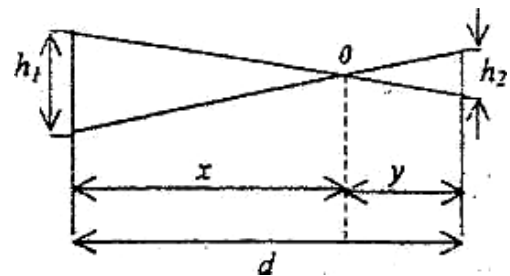


Рис. 3. Визначення планового положення точок нульових робіт.

Для прикладу знайдемо віддалі x та y до точки нульових робіт, яка знаходиться на профілі траси між ПК6 та плюсовою точкою ПК6+45 (Дод. 3):

$$h_1 = 1,26 \text{ м}; \quad h_2 = 0,54 \text{ м}; \quad d = 45,00 \text{ м}.$$

За формулами (15) і (16):

$$x = \frac{1,26 \times 45,00}{1,26 + 0,54} = 31,50 \text{ м}; \quad y = \frac{0,54 \times 45,00}{1,26 + 0,54} = 13,50 \text{ м};$$

$$d = x + y = 31,50 + 13,50 = 45,00 \text{ м},$$

тобто, умова (17) виконується.

Значення x і y виписують на профіль над лінією умовного горизонту, а місце перетину профілю з проектною лінією позначають нулем.

Визначивши значення x (або y) з точністю до 0,01 м, обчислюють

проектні висоти точок нульових робіт так само, як і проектні висоти всіх точок профілю за формулою (13). Значення $H_{пр}$ записують у графу 2 сітки профілю.

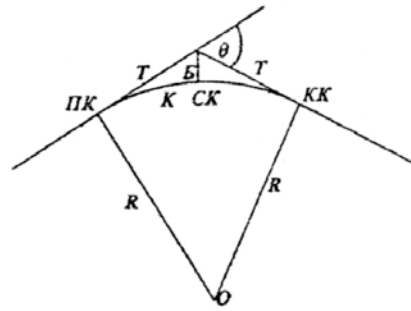


Рис. 4. Головні елементи та точки колової кривої

1.4. Розрахунок елементів колової кривої та відображення її на поздовжньому профілі

За заданим кутом повороту траси Θ та радіусом колової кривої R обчислюють значення елементів кривої за формулами:

$$T = R \times \operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}; \quad (18)$$

$$K = \frac{\pi R \Theta}{180^\circ}; \quad (19)$$

$$B = R \left(\sec \frac{\Theta}{2} - 1 \right); \quad (20)$$

$$D = 2T - K; \quad (21)$$

де T – тангенс, K – крива, B – бісектриса, D – домір.

Можна користуватись спеціальними "Таблицями для розбивки кругових кривих", із яких за аргументом Θ вибирають елементи кривої T , K , B , D . Таблиці складено для кривих радіуса $R = 1000$ м, тому значення елементів колової кривої необхідно привести у відповідність із заданим радіусом.

Пікетні положення початку та кінця кривої одержують за формулами:

$$\text{ПК} = \text{ВК} - T; \quad (22)$$

$$\text{КК} = \text{ПК} + K; \quad (23)$$

$$\text{Контроль: } \text{КК} = \text{ВК} + T - D, \quad (24)$$

де: ВК - вершина кута повороту траси; ПК - початок кривої; КК - кінець кривої.

Приклад. Виконати розрахунок колової кривої для $\Theta = 23^\circ 15'$ і $R = 200$ м. Вершина кута повороту траси (ВК) знаходиться на ПК6 + 45 (Дод. 3).

З "Таблиць для розбивки кругових кривих" для $\Theta = 23^\circ 15'$ і $R = 1000$ м вибираємо значення: $T = 205,73$ м; $K = 405,79$ м; $D = 5,66$ м; $B = 20,94$ м.

Для $R = 200$ м одержуємо значення:

$$\begin{aligned} T &= 205,73 \times 0,2 = 41,15 \text{ м}; & K &= 405,79 \times 0,2 = 81,16 \text{ м}; \\ D &= 5,66 \times 0,2 = \underline{1,14} \text{ м}; & B &= 20,94 \times 0,2 = 4,19 \text{ м}. \end{aligned}$$

За формулою (21) проконтролюємо правильність одержаних значень:

$$D = 2T - K = (41,15 \times 2) - 81,16 = \underline{1,14\text{м.}}$$

Обчислимо пікетні значення початку (ПК) та кінця (КК) кривої за формулами (22) і (23), контроль виконаємо за формулою (24).

		<u>Контроль:</u>
ВК ПК6+45,00		ВК ПК6+45,00
-Т 41,15		+Т 41,15
ПК ПК6+03,85		ПК6+86,15
+К 81,16		-Д 1,14
КК ПК6+85,01		КК ПК6+85,01

Розходження в положенні кінця кривої допускають 1 см.

Одержані елементи кривих записують під зображеннями колових кривих або над ними (граф 5 сітки профілю). їх викреслюють зверху відносно осі траси для правих кутів повороту, знизу - для лівих (рис. 5).

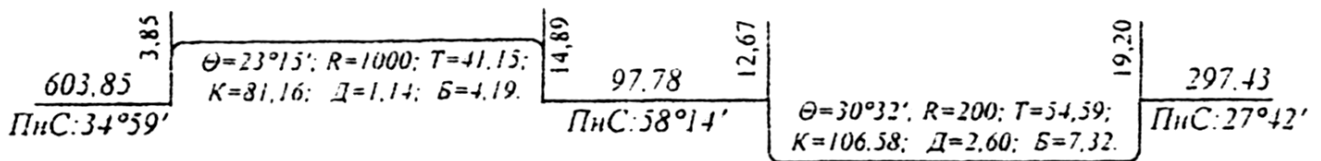


Рис. 5. Приклад зображення колових кривих на профілі

Початок та кінець колової кривої "прив'язують" до пікетів, як показано на рис. 5.

Для визначення загальної довжини траси сумують довжини всіх прямих відрізків P і кривих K .

Контролем обчислень загальної довжини траси є рівняння:

$$\sum P + \sum K = \sum S - \sum D, \quad (25)$$

де P — довжини прямих вставок; K - довжини колових кривих; S - віддалі між вершинами кутів повороту траси; D - довжини домірів.

Значення прямих вставок записують над осьюовою лінією траси (граф 5), а під лінією - їхні румби. Румб початкового напрямку задають, а наступний обчислюють, враховуючи кут повороту траси: правий кут повороту додають, а лівий - віднімають.

1.5. Побудова поперечного профілю

Поперечний профіль (поперечник) будують за даними журналу нівелювання (Дод. 1) на ПК1 в масштабах горизонтальному та вертикальному 1:500. Сітка поперечного профілю спрощена в порівнянні

з поздовжнім профілем і складається з чотирьох граф:

1. Графа ухилів – 1,0 см.
2. Проектні висоти – 1,5 см;
3. Висоти землі – 1,5 см;
4. Пікети та віддалі – 1,0 см.

Висоти пікетів поперечника обчислено в журналі нівелювання (Дод. 1, графа 13). Їх використовують для побудови поперечного профілю.

Проектну лінію прокреслюють горизонтально (тобто з ухилом $i=0$) на тій самій висоті, на якій вона запроектована на поздовжньому профілі траси у відповідній точці (у даному завданні - це ПК1).

Робочі висоти обчислюють за формулою (14); віддалі до точок нульових робіт - за формулою (15).

1.6. Графічне оформлення поздовжнього та поперечного профілів

Після перевірки всіх обчислень та графічних побудов, виконаних олівцем, профілі викреслюють тушшю.

Червоною тушшю викреслюють: проектну лінію; робочі висоти; дані граф 1, 2, 5 сітки профілю; у графі 6 сітки - вісь траси та вершини кутів повороту траси (стрілкою вліво або вправо).

Синьою тушшю викреслюють всі елементи, що відносяться до точок нульових робіт: нулі в місцях перетину проектної лінії з лінією профілю; вертикальні лінії від точок нульових робіт до умовного горизонту; значення віддалей від пікетів до точок нульових робіт; проектні висоти точок нульових робіт.

Усі інші лінії та написи виконують чорною тушшю.

Ситуація вздовж траси для оформлення графі 6 сітки профілю подана в пікетажному журналі (Дод. 2). Ситуацію наносять в умовних масштабу 1:2 000.

Написи "Профіль поздовжнього нівелювання траси від ПК0 до ПК8", "Поперечник на ПК1", масштаби викреслюють топографічним шрифтом (висота букв та цифр 4,0 мм), всі інші написи викреслюють курсивним основним шрифтом, рядковими буквами висотою 2 мм.

2. НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ

Нівелювання поверхні – це вид топографічного знімання, який застосовують на відкритій місцевості зі спокійним або, слабо вираженим рельєфом. Нівелювання поверхні застосовують коли висоти точок зображуваної поверхні потрібно знати з підвищеною точністю. За результатами нівелювання поверхні складають великомасштабні карти. Висоти точок отримують із геометричного нівелювання вершин квадратної сітки; паралельних ліній, полігонів, полярним способом. Нівелювання поверхні застосовують для вишукувань будівництва населених пунктів, промислових споруд, аеродромів тощо та створення проектів вертикального розпланування.

В даному випадку виконано нівелювання поверхні за квадратами. Усі результати вимірювань записано в польовий журнал (Дод. 4) і занесено на схему (Дод. 5) нівелювання поверхні, де показано розміщення станцій нівелірного ходу, зв'язуючі точки та напрями на вершини квадратів, які нівелюють як проміжні точки .

2.1. Обчислення польового журналу нівелювання поверхні

Розрахунки в журналі нівелювання поверхні виконують в тій же послідовності, що і в журналі поздовжнього нівелювання траси (див. Розділ 1.1). Але, оскільки для нівелювання поверхні було прокладено зімкнений нівелірний хід із 6 станцій, визначення нев'язки та оцінку точності виконують так.

У зімкненому ході теоретична сума перевищень дорівнює нулю:

$$\sum h_{\text{теор}} = 0. \quad (26)$$

Нев'язка ходу - це загальна алгебраїчна сума середніх перевищень:

$$f_h = \sum h_{\text{ср.}} \quad (27)$$

Допустиму нев'язку визначають за формулою:

$$\text{доп} f_h = \pm 5 \text{мм} \sqrt{n}, \quad (28)$$

де n - кількість станцій.

Якщо нев'язка f_h не перевищує допустимого значення, ув'язують середні перевищення. Сума виправлених (ув'язаних) перевищень має дорівнювати нулю:

$$\sum h_{\text{випр}} = \sum h_{\text{теор}} = 0. \quad (29)$$

Виконання умови (29) є контролем правильності обчислення виправлених перевищень.

Використовуючи висоту вихідної точки та виправлені перевищення, обчислюють висоти всіх зв'язуючих точок за формулою (8). Одержані значення записують в графу 13 журналу нівелювання поверхні (Дод. 4).

В даному завданні за вихідну точку прийнята вершина 1-а, висоту якої кожний студент одержує індивідуально (Дод. 8).

Контролем правильності обчислення висот зв'язуючих точок є отримання висоти вихідної вершини 1-а (H_{1-a}).

Далі обчислюють горизонт приладу $ГП$ на кожній станції за формулою (9) та висоти всіх проміжних точок за формулою (10).

2.2. Складання плану нівелювання поверхні

План складають у масштабі 1:500, висота перерізу рельєфу 0,5 м.

На аркуші креслярського паперу розміром 220 × 300 мм будують квадрат із сторонами 100 м, а в середині викреслюють сітку квадратів із сторонами 20 м. Біля кожної вершини виписують її висоту із графи 13 журналу нівелювання

поверхні (Дод. 4). Значення висот заокруглюють до 0,01 м.

Рисування рельєфу складається з двох дій:

- 1) інтерполювання – визначення на плані точок, висоти яких кратні висоті перерізу рельєфу;
- 2) викреслювання горизонталей – ліній, що з'єднують точки з однаковими висотами.

Інтерполювання горизонталей виконують аналітичним, графічним, механічним або автоматичним методами. Розглянемо графічний метод інтерполювання за допомогою палетки. Палетка - це калька (восковка) із паралельними й рівновіддаленими лініями товщиною 0,1 мм, викресленими рейсфедером, рапідграфом або кульковою ручкою. За заданою висотою перерізу рельєфу та екстремальними висотами на плані (H_{\max} і H_{\min}), підписують лінії на палетці. Потім, наклавши палетку на план, зміщують і розвертають її так, щоб точки, між якими інтерполюють, розмістилися між лініями палетки з місцях, що відповідають значенням їхніх висот. Після цього шпилькою (голкою) переколюють на план місця перетину ліній палетки й лінії, що з'єднує точки на плані. Знявши палетку, підписують олівцем біля наколотих точок висоти горизонталей. Для прикладу проінтерполюємо вздовж лінії з висотами 87,32 і 89,24 (рис. 6).

Оскільки висота перерізу рельєфу $h = 0,5$ м, лінії на палетці підписують від найменшого до найбільшого (в межах конкретного плану) значення висот через 0,5 м.

На рис. 6 бачимо, що лінію, що з'єднує точки з відомими висотами, перетинають лінії палетки в точках a , b , v і z із висотами 87,5, 88, 88,5, 89 м і 194,5 м відповідно. Точки a , b , v , і

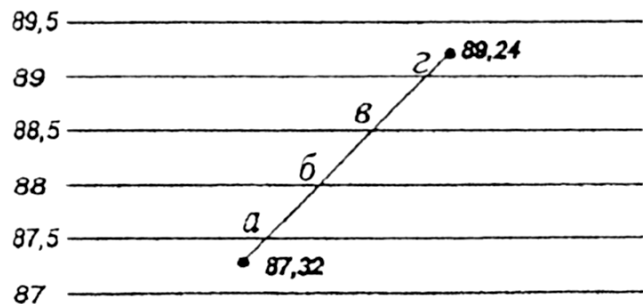


Рис. 6. Інтерполювання за допомогою палетки.

z наколюють голкою і, знявши палетку, олівцем підписують висоти. Аналогічно виконують інтерполяцію вздовж сторін квадратів. Точки з однаковими висотами з'єднують плавною лінією і дістають план з горизонталями (Дод. 6).

2.3. Розв'язування задач на плані з горизонталями

Вихідні дані для розв'язування задач викладач дає кожному студентові індивідуально. Задачі оформляють на аркуші креслярського паперу розміром 220×300 мм (дод.7).

Задача 1. Визначення висот точок A , B і C .

а) Якщо точка знаходиться на горизонталі, то її висота дорівнює висоті горизонталі.

Точки A і B (дод.6) знаходяться на горизонталях з висотами 192,0 м і 195,5 м відповідно і тому $H_A = 192,0$ м, $H_B = 195,5$ м.

б) Якщо точка знаходиться між горизонталями (рис. 7а), то її висоту знаходять за формулою:

$$H = H_0 + \Delta h, \quad (30)$$

де H_0 – висота молодшої горизонталі; Δh – перевищення точки над горизонталлю.

Отже, Δh розв'язування задачі зводиться до визначення перевищення. Виходимо з того, що висота між сусідніми горизонталями змінюється пропорційно закладенню. Тоді Δh знаходимо за формулою:

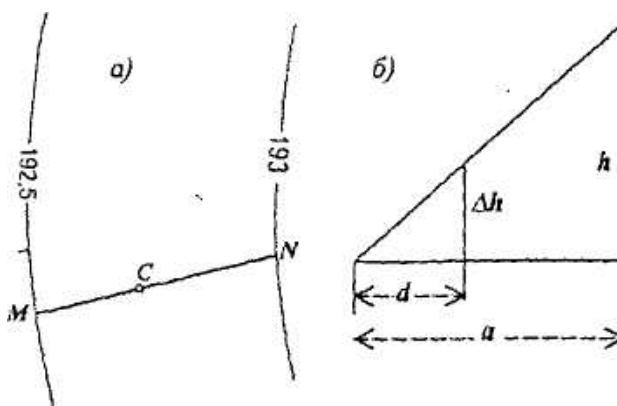


Рис. 7. Визначення висоти точки С

$$\Delta h = h \frac{d}{a}; \quad (31)$$

де: d – віддаль від точки до молодшої горизонталі;

a – віддаль між сусідніми горизонталями (закладення);

h – висота перерізу рельєфу.

Висоту точки C визначають так: через точку C проводять пряму лінію MN як найменшу віддаль між сусідніми горизонталями, тобто закладення a (рис. 7 б). На плані вимірюють віддалі $MN = a$ і $MC = d$ із точністю до 0,1 мм.

Приклад: Із плану (Дод. 6) одержано такі результати: $MM = 28,6$ мм; $MC = 7,5$ мм; $H = 0,5$ м.

За формулою (31) знаходять Δh :

$$\Delta h = 0,5 \frac{7,5}{28,6} = 0,13 \text{ м.}$$

Висоту точки C визначають за формулою (30):

$$H_c = 192,50 + 0,13 = 192,63 \text{ м,}$$

де $H_0 = 192,50$ м - висота молодшої горизонталі.

Задача 2. Побудова профілю вздовж лінії AB .

Лінію AB переносять на папір із збереженням масштабу плану (Дод. 6) і позначають точки A і B , а також точки $1, 2, 3, \dots$, в яких лінія AB перетинає горизонталі. Побудована лінія буде основою профілю. Паралельно до основи прокреслюють лінії через однакові проміжки (наприклад, через 1 см) і оцифровують їх відповідно до значень висот тих горизонталей, які перетинає лінія AB . У точках $A, 1, 2, \dots, B$ на побудованих перпендикулярах відкладають висоти цих точок. Висоти визначають із плану нівелювання поверхні. Здобуті точки з'єднують і одержують профіль вздовж лінії AB (Дод. 7).

Задача 3. Визначення стрімкості схилу вздовж лінії DE . Мірою стрімкості схилу лінії служить її ухил i , який визначають за формулою:

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{a} \quad (32)$$

де: ν - кут нахилу; h - висота перерізу рельєфу; a - закладення.

Для визначення стрімкості схилу користуються спеціальним графіком. Для його побудови на горизонтальній лінії відкладають довільні, рівні між собою відрізки та підписують їх у градусах, в порядку зростання значень кута нахилу ν . Надаючи куту ν різні значення, обчислюють величину закладення a за формулою:

$$a = \frac{h}{\operatorname{tg} \nu} = h \operatorname{ctg} \nu \quad (33)$$

Величини a відкладають в масштабі плану на перпендикулярах у точках поділу основи графіку. Здобуті точки з'єднують плавною кривою й одержують графік визначення стрімкості схилу.

Для визначення стрімкості схилу циркулем-вимірником виміряють на плані закладення між двома горизонталями на заданому схилі, наприклад, DE (Дод. 6) і на побудованому графіку знаходять $\nu_{DE} = 3^\circ 15'$ (Дод. 7). Користуючись цим графіком можна визначати величину закладення, якщо задається кут нахилу.

2.4. Графічне оформлення схеми, плану, задач

План нівелювання поверхні, побудований олівцем, здають на перевірку. Викладач задає вихідні дані для розв'язування задач на плані з горизонталями.

Журнал нівелювання поверхні оформляють аналогічно до журналу поздовжнього нівелювання траси (розділ 1.1, пункт 10).

Схеми, план та задачі викреслюють і оформляють різнокольоровою тушшю: чорною, синьою, червоною, коричневою.

Сітку квадратів схеми та плану, оцифровку, висоти вершин квадратів викреслюють синьою тушшю; висота цифр і букв 2 мм. Зв'язуючі точки, нівелірний хід і розміщення станцій на схемі викреслюють чорною тушшю, а напрями на вершини квадратів, що нівелюють як проміжні точки з кожної станції, бажано показати різними кольорами для наочності.

Горизонталі на плані викреслюють коричневою фарбою (або тушшю) товщиною 0,1 мм, а потовщені - 0,3 мм. В масштабі 1:500 із висотою перерізу рельєфу 0,5 м потовщують і підписують кожну четверту горизонталь. Підписи горизонталей орієнтують основою цифр у напрямку схилу. Бергштрихи викреслюють довжиною 0,5 мм коричневим кольором. Лінії AB , OE і точку C на плані викреслюють червоним кольором.

Задачі оформляють чорною тушшю. Тільки лінію *BE* на графіку визначення стрімкостей викреслюють червоним кольором. Написи: "Схема нівелювання поверхні", "План нівелювання поверхні", "Задачі", "1:500" викреслюють топографічним шрифтом висотою 4,0 мм. Усі інші підписи виконують основним курсивним шрифтом, рядковими буквами висотою 2 мм.

Література

1. Ганьшин В.Н., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во «Недра», 1985.
2. Гиршберг М.А. Геодезия. Ч.1. – М.: Изд-во «Недра», 1985.
3. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV класса. – М.:Недра, 1990.
4. Симонин С.Й. Инженерно-топографическое черчение и наглядные изображения. – М.: Изд-во «Недра», 1969.
5. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. – Київ, 2001.
6. Федоров В.И., Шнлов П.И. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1982.
7. Чеботарез А.С. Геодезия. Ч.1. 2-е изд. – М.: Изд-во Геодиздат, 1955.

Міністерство освіти і науки України
Ужгородський Національний університет

ЖУРНАЛ

поздовжнього нівелювання траси
від ПК0 до ПК8

Розпочатий: 7.01.2019 р.
Закінчений: 13.01.2019 р.

Прилад: нівелір Н-3 №

Виконав: студ.

Прийняв:

Ужгород
2019

Дата _____ погода _____ Виконавець _____
 Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевищення						Горизонт приладу	Висота	Примітка
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані				
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	Rp.7 (20м) x ₁	1808 <u>6494</u> 4686	0622 <u>5307</u> 4685		1186 1187		1186,5						
II	x ₁ (140м) x ₂	0313 <u>5002</u>	2674 <u>7364</u>										
III	x ₂ (140м) ПКО	2923 <u>7609</u>	0332 <u>5018</u>										
IV	ПКО ПК1	1000 <u>5686</u>	1883 <u>6571</u>										
	П+10 П+20 Л+10 Л+20			0920 1063 0800 0435									
V	ПК1 ПК2	1280 <u>5966</u>	1440 <u>6128</u>										

Посторінковий контроль 38081 37339 7555 6813 3777,5 3406,5
 0742 +0742 +0371

Дата _____ погода _____ Виконавець _____
 Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

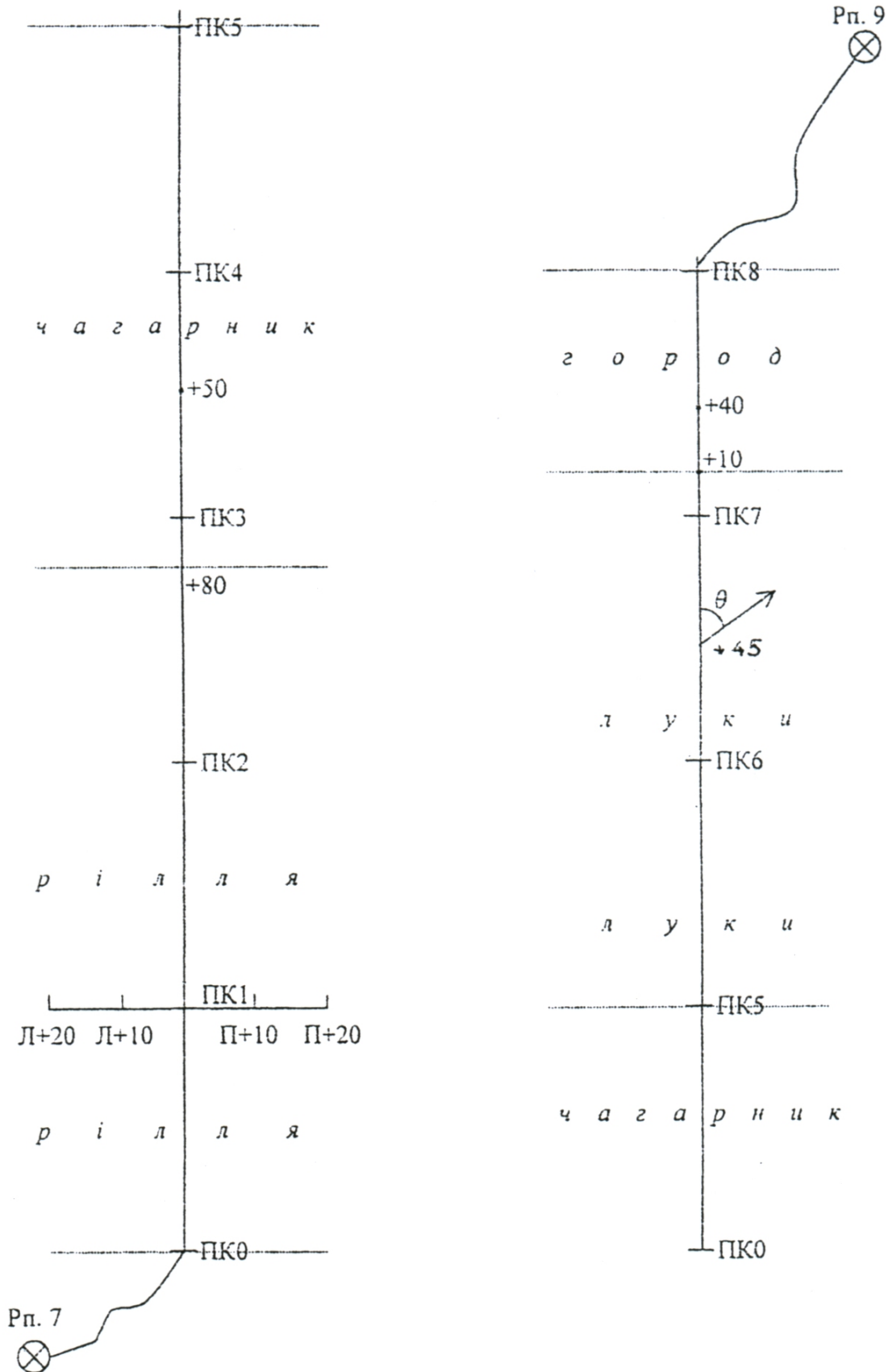
Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевищення						Горизонт приладу	Висота	Примітка	
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані					
					+	-	+	-	+	-				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
VI	ПК2	0623	1911	1713										
	+80	<u>5310</u>												<u>6595</u>
VII	ПК3	0445	I I	1728										
	+50	<u>5131</u>												
VIII	ПК4	2698	2754											
		<u>7385</u>												<u>7441</u>
IX	ПК5	2272	1845											
	+75	<u>6958</u>												<u>6533</u>
X	ПК6	2973	0249	2732										
	+75	<u>7660</u>												<u>4936</u>
XI	+45	2305	1398	1473										
	+67	<u>6992</u>												
	ПК7													
	+10		<u>6085</u>	1463										

Посторінковий контроль

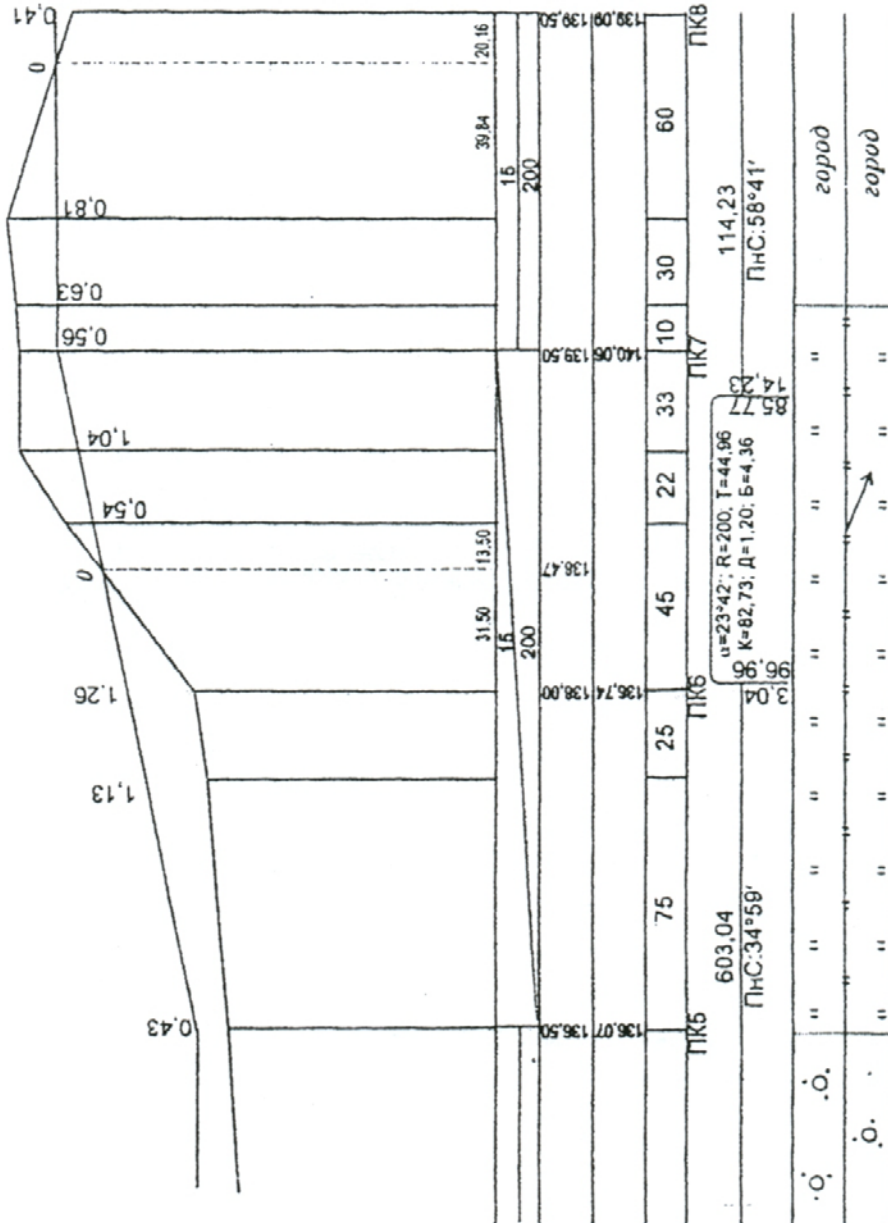
Дата _____ погода _____ Виконавець _____
 Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевищення						Горизонт приладу	Висота	Примітка
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані				
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
XII	+10	1398											
	+48	<u>6085</u>	2440	1218									
	ПК8		<u>7127</u>										
XIII	ПК8	2250											
	(80м)	<u>6937</u>	2835										
	x5		<u>7522</u>										
XIV	x5	2350											
	(100м)	<u>7036</u>	1260										
	Rp9		<u>5948</u>										
Посторінковий контроль:													
Контроль по ходу:													
$\sum h_{\text{геор}} = H_{Rp9} - H_{Rp7}; \quad \sum h_{\text{геор}} =$ $\sum h_{\text{обч.}} =$ $f_n =$ $f_{\text{доп}} = \pm 50 \text{ мм } \sqrt{L}; \quad f_{\text{доп}} = \pm$													

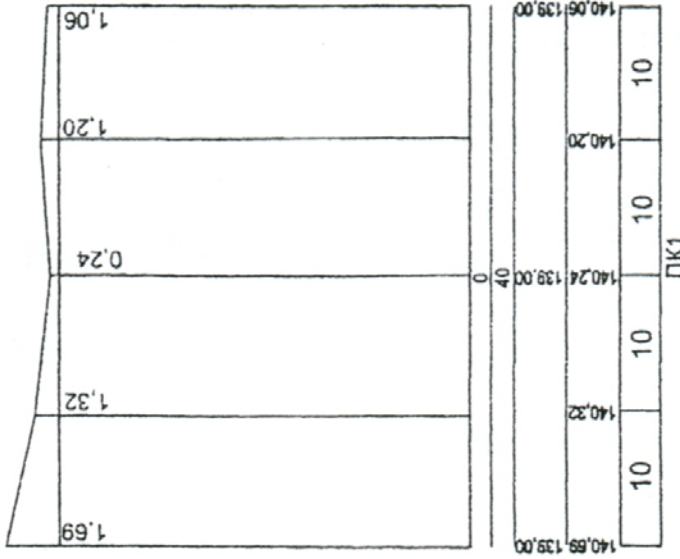
ПКЕТАЖНИЙ ЖУРНАЛ



ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ТРАСИ ВІД ПК-0 ДО ПК-8



Поперечник на ПК1



горизонтальний 1:2000

Масштаби:

вертикальний 1:500

Профіль склав і викреслив студ. Мартинюк І.С.

горизонтальний 1:2000

Масштаби:

вертикальний 1:200

Оцінка
Викладач

Міністерство освіти і науки України
Ужгородський Національний університет

ЖУРНАЛ
нівелювання поверхні

Розпочатий: 10.01.2019 р.
Закінчений: 13.01.2019 р.

Прилад: нівелір Н-3 №

Виконав: студ.

Прийняв:

Ужгород
2019

Дата _____ погода _____ Виконавець _____

Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевищення						Горизонт приладу	Висота	Примітка
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані				
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1-а	0845 5629											
	2-а			1779									
I	3-а			2497									
	3-в			0388									
	2-б			1156									
	1-б			0352									
	3-б		1289 6073										
	3-б	1730 6513											
	4-а			0270									
II	4-б			1526									
	4-а			2817									
	5-а			2478									
	6-а			1938									
	5-б												
	6-б		0102 4883										

Посторінковий контроль

Дата _____ погода _____ Виконавець _____
 Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевищення						Горизонт приладу	Висота	Примітка
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані				
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	6-б	2534 7318											
	5-в			1813									
III	6-в			1138									
	6-г			0050									
	4-г			1289									
	5-г		0550 5334										
	5-г	2572 7357											
	5-д			0970									
IV	6-д			0561									
	6-е			0029									
	5-е			0462									
	4-а												
	4-е		0886 5669										

Посторінковий контроль

Дата _____ погода _____ Виконавець _____
 Початок _____ Год. _____ хв. _____ Кінець _____ год. _____ хв. _____

Номер станції	Номер пікета	Відліки по рейках			Перевіщення						Горизонт приладу	Висота	Примітка
		Задні	Передні	Проміжні	Обчислені		Середні		Ув'язані				
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	4-е	0277 5060											
	2-д			2853									
V	3-г			2998									
	3-д			2099									
	3-е			1321									
	2-е			1953									
	1-е			2310									
			2821 7605										
	1-д												
	1-д	0135 4919											
	1-в			1515									
VI	2-в			2074									
	2-г			1462									
	1-г			1153									
	1-а		2438 7224										

27

Посторінковий контроль:

Контроль по ходу:

$$\sum h_{теор} = 0$$

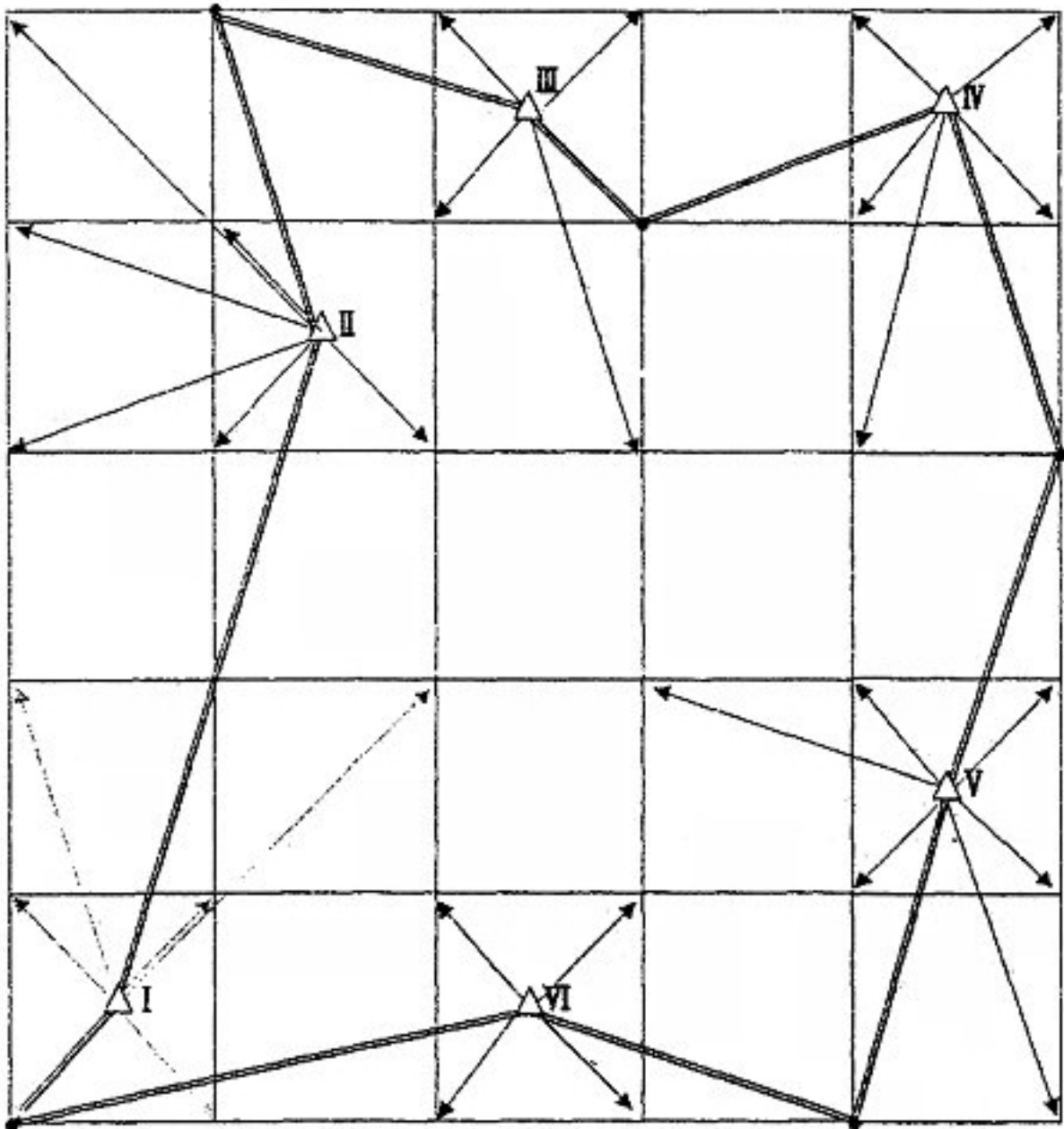
$$f_h = \sum h_{ср}$$

$$f_h =$$

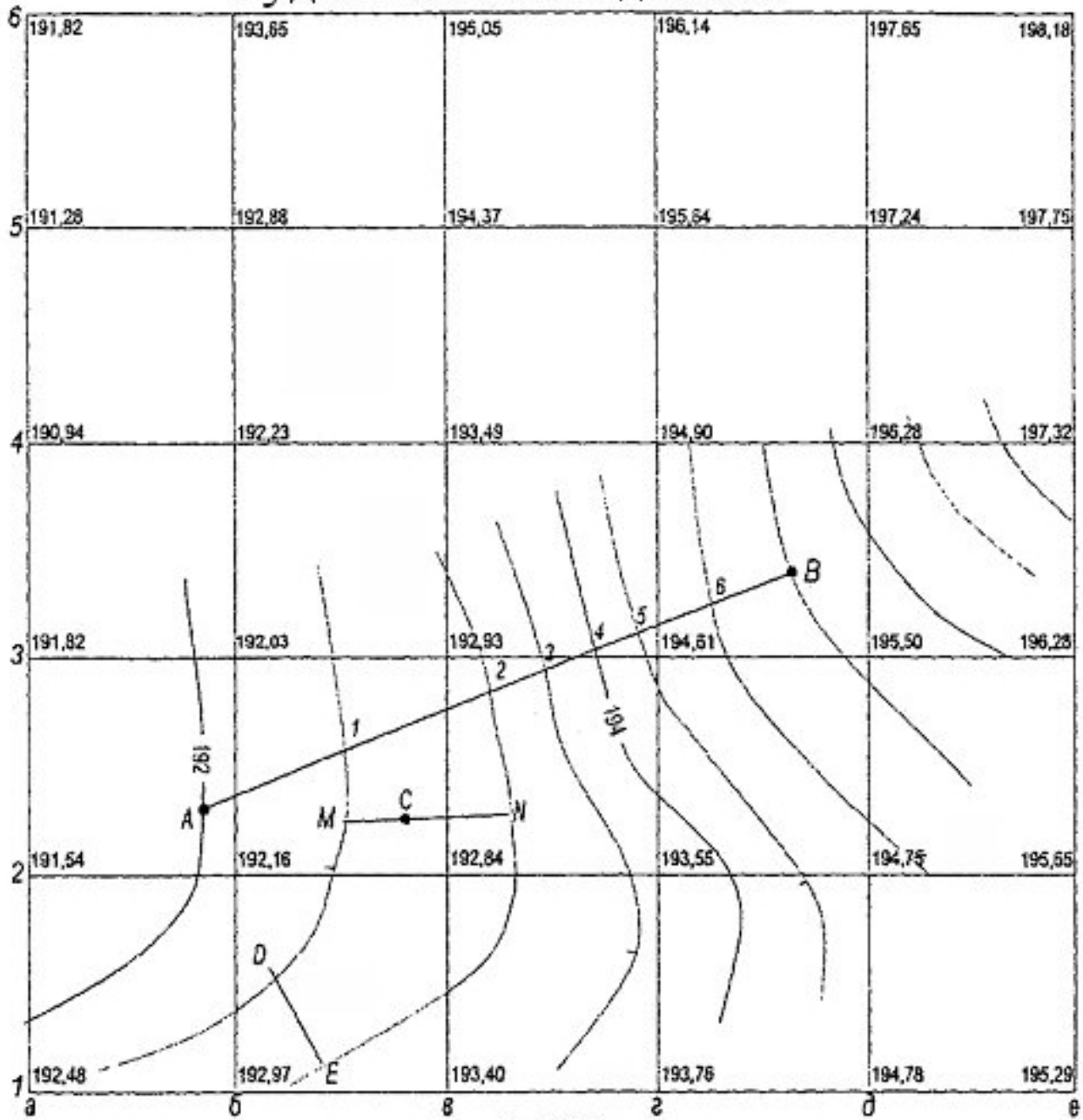
$$доп f_h = \pm 5 \text{ мм } \sqrt{n};$$

$$доп f_h = \pm$$

СХЕМА НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ



ПЛАН будівельного майданчика



1:500
Суспільні горизонталі проведено через 0,5 м

ЗАДАЧІ

Задача 1. Визначення висот точок А,В,С.

а) Точки А і В знаходяться на горизонталях з висотами

192,0 і 195,5 м відповідно і тому:

$$H_A = 192,0 \text{ м}; H_B = 195,5 \text{ м}.$$

б) Точка С знаходиться між горизонталями з висотами 192,5 м і 193,0 м.

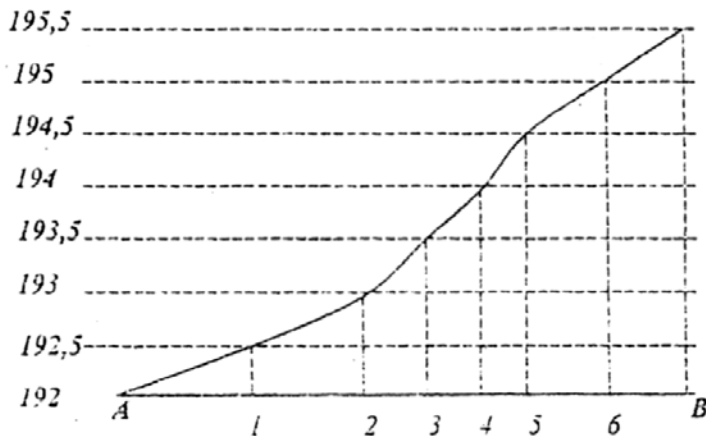
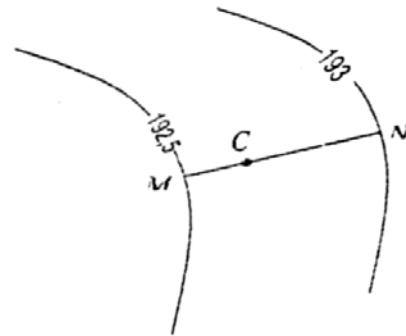
$$H_C = 192,5 \text{ м} + \Delta h;$$

$$\Delta h = \frac{d}{a} \times h.$$

$MN = 28,6 \text{ мм}; MC = 7,5 \text{ мм}; h = 0,5 \text{ м},$

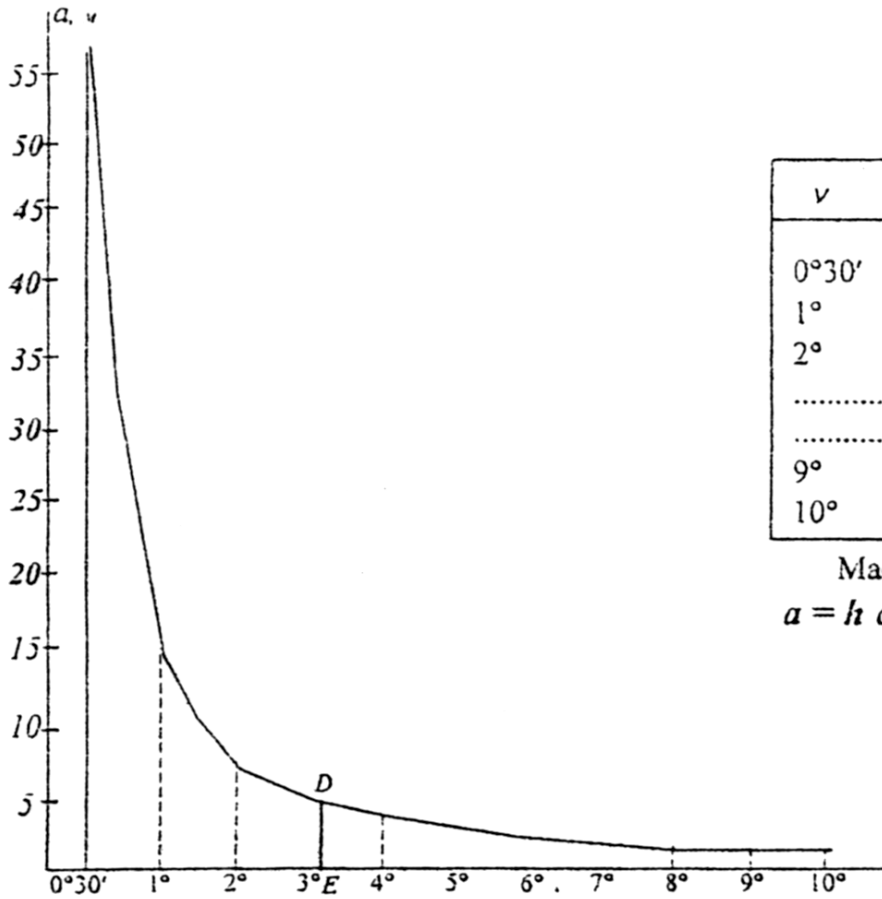
$$\Delta h = \frac{7,5d}{28,6} \times 0,5 = 0,13 \text{ м}.$$

$$H_C = 192,5 \text{ м} + 0,13 \text{ м} = 192,63 \text{ м}.$$



Задача 2. Побудова профілю вздовж лінії АВ.

Задача 3. Визначення стрімкості схилу лінії DE.



v	$ctg v$	a
$0^\circ 30'$	114,6	57,3
1°	57,3	28,6
2°	28,6	14,3
.....
9°	6,3	3,2
10°	5,7	2,8

Масштаб плану 1:500

$$a = h \text{ ctg } v; \quad h = 0,5 \text{ м};$$

$$v_{DE} = 3^\circ 15'$$

Графік визначення стрімкостей

Індивідуальні вихідні дані для виконання
розрахунково-графічних робіт

Номер варіанту	Поздовжній профіль траси Румб початкового напрямку траси ПнС:34°59'				Нівелювання поверхні
	Н _{Рп7} , м	Н _{Рп9} , м	Р, м	α	Н _{1-а} , м
1	2	3	4	5	6
1	100.154	101.053	250	15°20'	101.234
2	105.326	106.216	200	21 П	119.547
3	110.615	111.475	180	24 30	123.364
4	115.436	116.321	245	17 25	137.319
5	120.253	121.128	210	22 10	141.815
6	125.497	126.378	150	27 45	155.903
7	130.845	131.743	245	16 55	167.340
8	135.315	136.177	240	18 10	153.981
9	140.997	141.862	225	20 30	145.437
10	145.815	146.695	150	28 35	139.785
11	150.319	151.212	180	23 42	100.007
12	155.218	156.113	140	29 15	145.133
13	160.797	161.672	185	23 20	159.423
14	165.421	166.316	250	16 53	128.857
15	170.834	171.730	140	30 05	105.510
16	175.628	176.525	210	21 30	102.905
17	180.123	180.990	240	17 15	100.315
18	185.745	186.610	135	30 00	98.113
19	190.417	191.284	200	22 10	85.927
20	195.241	196.110	165	26 45	71.423
21	200.348	201.220	225	19 27	103.439
22	101.903	102.780	145	27 33	105.887
23	106.231	107.115	260	15 00	90.005
24	113.601	114.486	200	21 30	111.957
25	116.583	117.468	170	25 25	120.445
26	121.614	122.495	245	16 40	137.433
27	126.509	127.384	210	20 30	135.931
28	131.235	132.105	140	30 17	157.819
29	136.742	137.605	240	17 31	150.150
30	141.285	142.175	230	19 25	141.078
31	146.318	147.183	180	22 44	100.315
32	151.511	152.380	160	26 09	107.411
33	156.338	157.220	150	28 32	110.245
34	161.910	162.575	235	18 31	112.518
35	166.199	167.070	140	29 04	115.929
36	171.583	172.452	240	18 25	120.741
37	176.870	177.756	220	20 07	132.210
38	180.334	181.210	190	21 20	131.415
39	186.307	187.295	250	15 35	135.700
40	191.365	192.254	245	16 50	140.115

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ (КАРТИ)

(ЗА МАТЕРІАЛАМИ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ)

Тахеометричне знімання застосовують для створення планів та карт невеликих ділянок. Вона виконується електронними, топограмними, авторедукційними, внутрібазними тахеометрами або теодолітами.

Принципи тахеометричного знімання: в плані положення пікетів відносно станцій тахеометричного ходу (знімальних станцій) визначають метолом полярних координат, а їх висоту - метолом тригонометричного нівелювання або горизонтальним променем.

Тахеометрію, як і інші види знімань, поділяють на польові й камеральні роботи.

В розрахунково-графічній роботі, яка розглядається нижче, студенти повинні виконати комплекс камеральних робіт.

Мета виконання роботи - закріплення знань, отриманих на лекціях і лабораторних заняттях (зображення на планах та картах ситуації й рельєфу), а також удосконалення графічного оформлення номографічних карт в умовних знаках.

Топографічний план – це зменшене, узагальнене побудоване в ортогональній проекції зображення обмеженої ділянки місцевості, в межах якої кривина Землі не враховується.

Топографічна карта – це зменшене, закономірно спотворене зображення на площині всієї земної поверхні або значної її частини, побудоване з врахуванням кривини Землі.

ЗМІСТ ЗАВДАННЯ

Завдання складається із обчислювальної й графічної частин.

Обчислювальна частина містить у собі:

- опрацювання журналу тахеометричного знімання (Додаток 1).
- складання схеми тахеометричного ходу (Додаток 2);
- розв'язування обернених геодезичних задач за заданими координатами точок 5. 6 і 9. 1 (Додаток 3),
- обчислення координат точок тахеометричного ходу (Додаток 4),
- ув'язку перевищень тахеометричного ходу та обчислення висот станцій (Додаток 5).
- обчислення висот пікетів на станціях у польовому журналі

Графічна частина містить:

побудову координатної сітки та нанесення точок тахеометричного ходу за координатами;

нанесення пікетів (полярним методом);

інтерполювання горизонталей;

викреслювання ситуації та рельєфу з використання зарисів;

укладання та викреслювання горизонталей олівцем;

викреслювання та оформлення плану (карти) тушшю.

ВИХІДНІ ДАНІ

Тахеометричне знімання у даному завданні виконано на ділянці місцевості. В результаті проведених робіт подано відповідно оформлений польовий журнал, в якому є такі відліки рейки (віддалемірний відлік) горизонтального кута з вимірними правими кутами ходу), вертикального круга, а також зарис на кожній станції.

Результати польових вимірювань тахеометричного знімання є загальним для всіх студентів.

Індивідуальні вихідні дані – координати пунктів 5, 6, 9, 1 та висоти пунктів 6 і 9 наведено в Додатку 6.

1. ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ (Додаток 1)

1.1. Обчислюють значення горизонтальних кутів β'_1 і β'_i на станції у півприйомах:

$$\beta'_1 = КП_{i-1} - КП_{i+1}; \quad \beta'_2 = КЛ_{i-1} - КЛ_{i+1};$$

Приклад обчислення кутів на станції 6:

$$\beta'_6 = КП_5 - КП_7 = 254^\circ 16' - 188^\circ 13' = 66^\circ 03';$$

$$\beta''_6 = КЛ_5 - КЛ_7 = 66^\circ 04' - 0^\circ 00' = 66^\circ 04'.$$

1.2. Обчислюють середні кути β_i :

$$\beta_i = \frac{1}{2}(\beta'_i + \beta''_i);$$

Приклад обчислення середнього кута на станції 6:

$$\beta_6 = \frac{1}{2}(66^\circ 03' + 66^\circ 04') = 66^\circ 03,5'.$$

1.3. Обчислюють місце нуля (MO) вертикального круга на кожній станції:

$$MO = \frac{1}{2}(KL + KP).$$

Наприклад на станції 6:

$$KP_7 = +0^\circ 53'; \quad KL_7 = -0^\circ 49'$$

$$MO = \frac{1}{2}(+0^\circ 53' - 0^\circ 49') = +0^\circ 02'.$$

Значення MO записують у журнал.

1.4. Обчислюють кути нахилу ліній тахеометричного ходу за формулами:

$$v = KL - MO; \quad v = MO - KP.$$

Наприклад на станції 6:

$$v_{6-7}^{KP} = -0^\circ 49' - (+0^\circ 02') = -0^\circ 51';$$

$$v_{6-7}^{KL} = +0^\circ 02' - (+0^\circ 53') = -0^\circ 51'.$$

1.5. Обчислюють кути нахилу на пікети.

Оскільки в теодоліті 21-30 положення круга ліворуч (KL) є основним, знімання ситуації та рельєфу виконувалось при KL . Обчислення кутів нахилу на пікети для всіх станцій виконують за формулою:

$$v = KL - MO.$$

Наприклад:

$$v_{61} = -1^\circ 28' - (+0^\circ 02') = -1^\circ 30';$$

$$v_{62} = -1^\circ 45' - (+0^\circ 02') = -1^\circ 47'.$$

1.6. Горизонтальні проєкції d та перевищення h' обчислюють за формулами:

$$d = D \cos^2 v; \quad h' = \frac{1}{2} D \sin 2v \quad \text{або} \quad h' = dtg v,$$

де D - відлік рейки.

Значення d та h' обчислюють на калькуляторі або вибирають з тахеометричних таблиць за аргументами v та D .

Горизонтальні проєкції обчислюють до 0,1 м, а перевищення – до 0,01 м і записують у відповідні графи журналу. Знаки знайдених перевищень відповідають знакам кутів нахилу. Так, для пікетної точки 61 (ст. 6) кут нахилу $v = -1^\circ 30'$, а тому $h' = -2,69$ м.

2. СКЛАДАННЯ СХЕМИ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ (Додаток 2)

Схему тахеометричного ходу викреслюють у вибраному масштабі на аркуші паперу 11-го формату. Довжини ліній відкладають міліметровою лінійкою, а кути – транспортиром. Орієнтують лінії схеми відносно краю аркуша паперу, вважаючи, що він має напрям Південь-Північ. На схемі підписують номери станцій тахеометричного ходу, виписують, середні значення горизонтальних кутів, а також біля кожної сторони ходу виписують з журналу по чотири значення горизонтальних проєкцій та перевищень, визначених двічі при *КП* і *КЛ* «вперед» і двічі *КП* і *КЛ* «назад». Внизу під ними записують їх середні значення і надають їм знаки перевищень «вперед», тобто, з прямого ходу. Лінії 5-6 і 9-1, як опорні, викреслюють подвійною лінією і біля них виписують дирекційні кути, визначені з обернених геодезичних задач. Показують результати оцінки точності кутових вимірів, тобто $\sum \beta_{np}, \sum \beta_{теор}, f_{\beta}$ і $donf_{\beta}$. Внизу схему, як і інші матеріали, підписують і ставлять дату.

3. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОБЕРНЕНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАДАЧ (Додаток 3)

В результаті розв'язування обернених геодезичних задач отримують дирекційні кути лінії 5-6 і 9-1. Правильність розв'язування задач контролюють отриманням однакових довжин ліній 5-6 і 9-1 - дія 6. Розходження допускається 1-2 см. Для правильного розв'язування задач необхідно брати не менше п'яти значущих цифр тригонометричних функцій. Величини дирекційних кутів визначають за знаками отриманих приростів координат (див.рис.1.)

Так, якщо $\Delta x+$ і $\Delta y+$, то отриманий на дисплеї калькулятора кут (*r*) приймають за дирекційний α , тобто $\alpha=r$.

Якщо $\Delta x-$, а $\Delta y+$, то дирекційний кут $\alpha=180^\circ-r$. При $\Delta x-$ і $\Delta y-$ дирекційний кут $\alpha=180^\circ+r$. А якщо $\Delta x+$, а $\Delta y-$, то дирекційний кут $\alpha=360^\circ-r$.

4. ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ТОЧНОСТІ (Додаток 4)

4.1. Записують номери точок тахеометричного ходу в графу 1 відомості обчислення координат. В графу 2 журналу тахеометричного знімання записують значення середніх горизонтальних кутів β_i , в графу 5 – горизонтальні проєкції d_i довжин ліній. Записують в графу 4. визначені значення дирекційних кутів ліній 5-6 і 9-1, а в графі 15 і 17 - координат опорних пунктів 6 і 9.

4.2. Обчислюють суму виміряних, кутів

$$\sum \beta_{\text{практ.}} = \beta_6 + \beta_7 + \beta_8 + \beta_9.$$

4.3. Обчислюють теоретичну суму кутів розімкненого ходу, якщо виміряні праві кути, за формулою

$$\sum \beta_T = \alpha_{\text{поч.}} - \alpha_{\text{кінц.}} + 180^\circ \cdot n,$$

або за формулою

$$\sum \beta_T = \alpha_{\text{кінц.}} - \alpha_{\text{поч.}} + 180^\circ \cdot n,$$

якщо виміряні дві кути.

Тут: n - кількість кутів;

$\alpha_{\text{поч.}}$, $\alpha_{\text{кінц.}}$ - відомі дирекційні кути початкової і кінцевої сторін, між якими прокладено хід.

4.4. Обчислюють кутову нев'язку в ході:

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{пр.}} - \sum \beta_T.$$

4.5. Визначають допустиму нев'язку:

$$f_{\beta_{\text{дон}}} = \pm 1' \sqrt{n}.$$

Нев'язка f_β не повинна перевищувати $f_{\beta_{\text{дон}}}$. Нев'язку розподіляють (вводять у вигляді поправок) порівну на всі виміряні кути з оберненим знаком. Якщо у виміряних кутах є частки мінут, то поправки вводять з таким розрахунком, щоб виправлені кути в графі 3 визначались з точністю до мінути.

Сума виправлених кутів повинна дорівнювати їх теоретичній сумі.

4.6. Обчислюють дирекційні кути, якщо виміряні праві кути, за формулами

$$\alpha_{6-7} = \alpha_{5-6} + 180^\circ - \beta_{6_{\text{випр}}};$$

$$\alpha_{7-8} = \alpha_{6-7} + 180^\circ - \beta_{7_{\text{випр}}};$$

$$\alpha_{8-9} = \alpha_{7-8} + 180^\circ - \beta_{8_{\text{випр}}};$$

і для контролю:

$$\alpha_{9-1} = \alpha_{8-9} + 180^\circ - \beta_{9_{\text{випр}}},$$

або за формулами

$$\alpha_{6-7} = \alpha_{5-6} + \beta_{6_{випр}} - 180^\circ;$$

$$\alpha_{7-8} = \alpha_{6-7} + \beta_{7_{випр}} - 180^\circ;$$

$$\alpha_{8-9} = \alpha_{7-8} + \beta_{8_{випр}} - 180^\circ;$$

і для контролю

$$\alpha_{9-1} = \alpha_{8-9} + \beta_{9_{випр}} - 180^\circ,$$

якщо виміряні ліві кути.

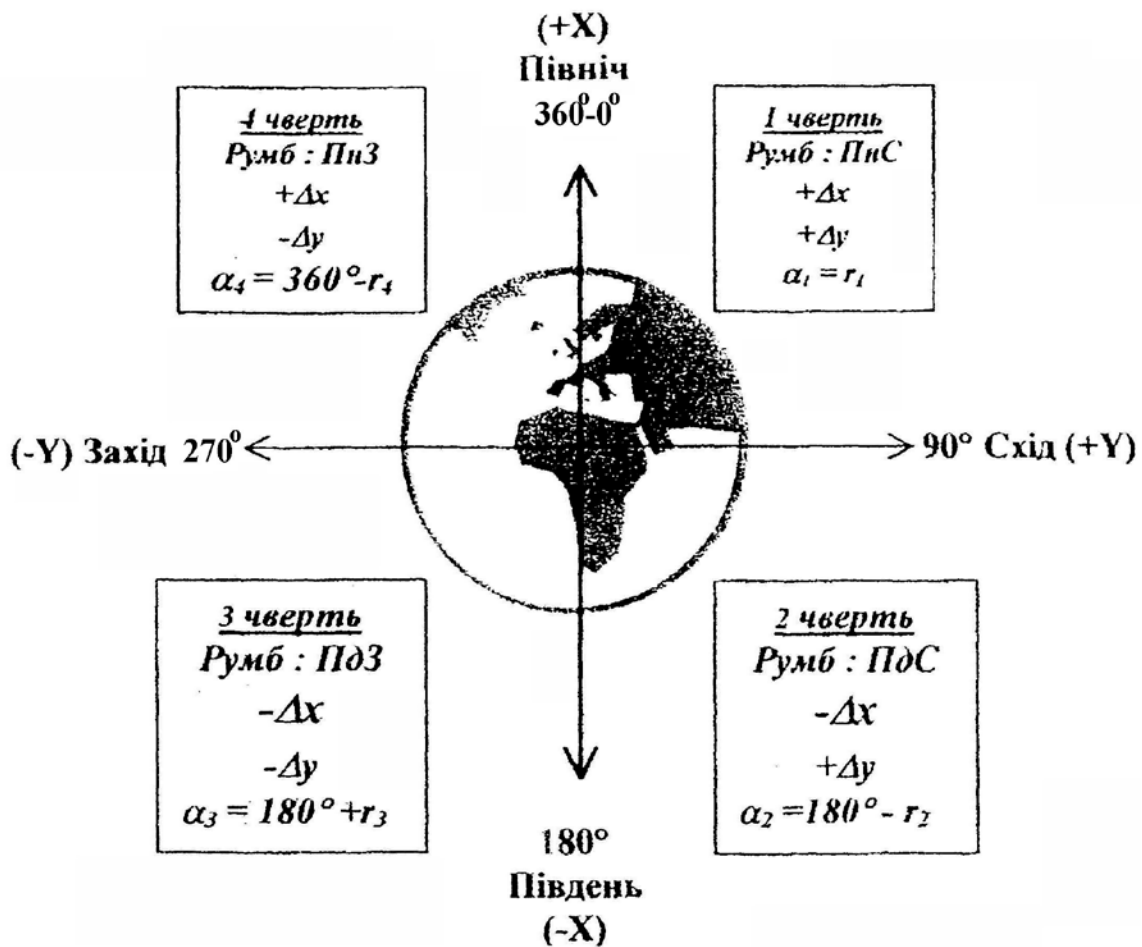


Рис. 1.

Румби, дирекційні кути та прирости координат

4.7. Визначають назви румбів згідно з рис. 1, а їх величину – за формулами

$$r_{ПНС} = \alpha;$$

$$r_{ПДС} = 180^\circ - \alpha;$$

$$r_{ПДЗ} = \alpha - 180^\circ;$$

$$r_{ПНЗ} = 360^\circ - \alpha.$$

Примітка: румби в наведеному прикладі (Додаток 4) не обчислювались.

4.8. Обчислюють прирости координат за формулами прямої геодезичної задачі:

$$\Delta x'_{6-7} = d_{6-7} \cos \alpha_{6-7}; \quad \Delta y'_{6-7} = d_{6-7} \sin \alpha_{6-7};$$

$$\Delta x'_{7-8} = d_{7-8} \cos \alpha_{7-8}; \quad \Delta y'_{7-8} = d_{7-8} \sin \alpha_{7-8};$$

$$\Delta x'_{8-9} = d_{8-9} \cos \alpha_{8-9}; \quad \Delta y'_{8-9} = d_{8-9} \sin \alpha_{8-9}.$$

Прирости координат обчислюють калькулятором або за допомогою таблиць приросив координат чи таблиць тригонометричних функцій і калькуляторів, в яких відсутні тригонометричні функції. Результати обчислень заокруглюють до 0,01 м і записують в гр. 7 та 9 з відповідними знаками, які визначають за величиною дирекційних кутів або назвами румбів (рис. 1).

Так, якщо $0^\circ < a < 90^\circ$, то Δx і Δy будуть із знаком плюс;

якщо $90^\circ < a < 180^\circ$, то Δx буде із знаком мінус, а Δy - із знаком плюс;

якщо $180^\circ < a < 270^\circ$, то Δx і Δy будуть із знаком мінус;

якщо $270^\circ < a < 360^\circ$, то Δx буде із знаком плюс, а Δy - із знаком мінус.

4.9. Обчислюють лінійні нев'язки f_x та f_y по осях координат. Їх знаходять як різницю між практичною і теоретичною сумою приростів. Для розімкненого ходу

$$f_x = \sum \Delta x' - (x_{кінц.} - x_{поч.}),$$

$$f_y = \sum \Delta y' - (y_{кінц.} - y_{поч.}),$$

де $x_{кінц.}$, $у_{кінц.}$, $x_{поч.}$, $у_{поч.}$ - координати кінцевого і початкового пунктів ходу.

У нашому прикладі початковою є точка б, а кінцевою - 9.

4.10. Обчислюють абсолютну лінійну нев'язку в периметрі ходу за формулою

$$f_{абс.} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

та відносну нев'язку

$$f_{відн.} = \frac{f_{абс.}}{P},$$

де P - периметр ходу.

Допустима лінійна нев'язка в периметрі тахеометричного ходу не повинна бути більшою

$$\partial \text{оnf}_{\text{вiдн.}} = \frac{P}{400\sqrt{n}},$$

де n – кількість сторін в ході.

За умови виконання нерівності $f_{\text{вiдн.}} \leq \partial \text{оnf}_{\text{вiдн.}}$ розподіляють нев'язки f_x та f_y між всіма приростами прямо пропорційно до довжин ліній ходу і вводять у вигляді поправок з оберненим знаком.

Поправки обчислюють за формулами:

$$V_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{P} d_i; \quad V_{\Delta y_i} = -\frac{f_y}{P} d_i;$$

і записують в гр. 11 та 13. Сума виправлених приростів координат повинна дорівнювати відповідно $(x_{\text{кінц.}} - x_{\text{поч.}})$, $(y_{\text{кінц.}} - y_{\text{поч.}})$, тобто, теоретичній сумі приростів.

4.12. Обчислюють координати точок теодолітного ходу за формулами:

$$x_7 = x_6 + \Delta x_{6-7}; \quad y_7 = y_6 + \Delta y_{6-7};$$

$$x_8 = x_7 + \Delta x_{7-8}; \quad y_8 = y_7 + \Delta y_{7-8};$$

і для контролю:

$$x_9 = x_8 + \Delta x_{8-9}; \quad y_9 = y_8 + \Delta y_{8-9}.$$

тобто, отримують відомі координати точки 9.

5. УВ'ЯЗКА ПЕРЕВИЩЕНЬ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ХОДУ І ОБЧИСЛЕННЯ ВИСОТ СТАНЦІЙ

(Додаток 5)

5.1. Виконують обчислення висот станцій тахеометричного ходу в спеціальній відомості у такій послідовності.

В гр. 1 записують номери точок ходу 6, 7, 8, 9.

В гр. 2 із схеми записують середні значення горизонтальних проєкцій.

В гр. 3 із схеми записують середні перевищення $h_{\text{сєр.}}$. Сумуючи середні перевищення, знаходять їх практичну суму $\Sigma h_{\text{пр.}}$. Знаходять теоретичну суму перевищень як різницю висот кінцевої і початкової станцій

$$\sum h_T = H_9 - H_1.$$

Обчислюють висотну нев'язку ходу

$$f_k = \sum h_{\text{пр.}} - \sum h_T.$$

Обчислюють допустиму висотну нев'язку тахеометричного ходу:

$$\partial \text{оnf}_h = \frac{0,0004 \cdot P}{\sqrt{n}},$$

де P – периметр ходу, n – кількість сторін.

Нев'язка f_h не повинна перевищувати $\pm 0,01 f_h$. В середні перевищення $h_{сер.}$, вводять поправки $v_{\Delta h}$ пропорційно до довжин ліній із знаком, оберненим до знаку нев'язки. Сума поправок повинна дорівнювати значенню нев'язки з оберненим знаком $\Sigma v_{\Delta h} = -f_h$. Поправки, заокруглені до 0,01 м, записують у гр. 4 і обчислюють виправлені перевищення:

$$h_i = h'_i + v_{\Delta h_i}.$$

Маючи висоту H_6 початкового пункту і кінцевого H_9 , визначають висоти всіх станцій тахеометричною ходою:

$$H_7 = H_6 + h_{6-7};$$

$$H_8 = H_7 + h_{7-8};$$

і для контролю

$$H_9 = H_8 + h_{8-9}.$$

Визначені висоти станцій записують в журнал (Додаток 1).

5.2. Обчислюють висоти пікетів за формулою:

$$H_{пик.} = H_{ст.} + h_{ст.-пик.} + i - l,$$

де i – висота приладу;

l – висота наведення.

Так, на станції 6:

$$H_{61} = H_6 + h_{61} + i - l = 90,04 - 2,69 + 1,43 - 1,43 = 87,35;$$

$$H_{62} = H_6 + h_{62} + i - l = 90,04 - 3,86 + 1,43 - 1,43 = 86,18;$$

.....

$$H_{67} = H_6 + h_{67} + i - l = 90,04 - 2,85 + 1,43 - 3,00 = 85,62;$$

.....

6. СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ (КАРТИ)

Будують топографічний план (карти) в масштабі 1:2000 з перерізом рельєфу через 1 м у наступній послідовності.

6.1. Будують координатну сітку на аркуші креслярського паперу (формат 22). Сторону квадрата сітки приймають 10 см, що в масштабі 1:2000 відповідає 200 м.

6.2. Виконують оцифрування ліній сітки. Координати ліній сітки необхідно підібрати так, щоб середина ділянки знімання збігалась із серединою аркуша.

6.3. Наносять на координатну сітку станції тахеометричного ходу за координатами, обчисленими у відомості (Дод. 4, гр. 12, 13), використовуючи при цьому циркуль-вимірювач та масштабну лінійку. Контролем правильності нанесення точок є вимірювання довжин ліній на плані (карті) та їх орієнтування. Різниця між довжинами ліній виміряних між точками на плані (карті)

горизонтальними проекціями ліній (Дод. 4, гр. 5) не повинна перевищувати 0,4 мм на карті.

6.4. Наносять ситуацію на план (карту) за допомогою зарису (Дод. 1) тими ж методами, які застосовувались під час знімання.

6.5. Наносять пікети на план (карту) за даними польового журналу та зарису (Дод. 1) за допомогою транспортира або тахеометричного круга. За вихідний (нульовий) напрям приймають лінію ходу, за якою здійснювалось орієнтування тахеометра перед зніманням на станції. При цьому кожний пікет на плані позначають крапкою, а біля неї олівцем пишуть номер пікета і його висоту.

6.6. Перерізом рельєфу через 1 м інтерполюють висоти і викреслюють горизонталі. Інтерполяцію виконують графічно, за допомогою палетки

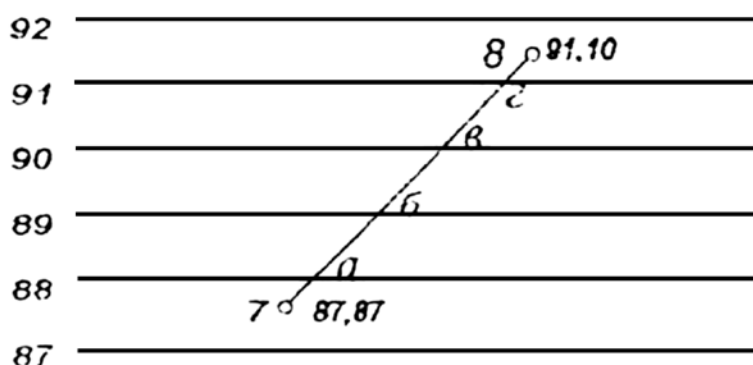


Рис. 2
Інтерполяція палеткою

Для цього на прозорому папері на однаковій віддалі проводять паралельні лінії і оцифровують їх (рис. 2), враховуючи висоти кінцевих точок 7 і 8 відрізка, що підлягає інтерполяції. Потім палетку накладають на цей відрізок так, щоб висоти кінцевих точок збігались з відповідними значеннями висот палетки. Після цього точки *a*, *б*, *в*, *г* перетину лінії, яка інтерполюється, з лініями палетки, переколюють на план (карту) і біля них підписують висоти горизонталей. Точки з однаковими висотами з'єднують плавними кривими, горизонталями. Після укладання горизонталей олівцем їх викреслюють коричневим кольором. Горизонталі, кратні 5 м (наприклад 130, 135) викреслюють лініями товщиною 0,3 мм і відписують їх висоту так, щоб верх був спрямований у бік підвищення схилу. Решту горизонталей викреслюють лініями товщиною 0,15 мм. Висоти пікетів пишуть чорною тушшю, номери їх не показують.

7. ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО (ПЛАНУ) КАРТИ І РАМКИ

Викреслювання топографічного плану (карти) і рамки виконують згідно з таблицями «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500». Схематичне креслення плану (карти) подано в Додатку 7, зразок оформлення рамки та зарамкового оформлення – в Додатку 8.

Перелік документів, які підлягають здачі.

- польовий журнал тахеометричного знімання;
- схема тахеометричного ходу;
- відомість розв'язування обернених геодезичних задач;
- відомість обчислення координат тахеометричною ходю;
- відомість обчислення висот станцій тахеометричного ходу;
- топографічний план (карта).

Всі матеріали здаються у папці з належно-оформленим титульним листом (Додаток 9) та переліком документів (Додаток 10).

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ

тахеометричного знімання
ділянки місцевості

Розпочато: 3 січня 2019 р.
Закінчено: 5 січня 2019 р.
Теодоліт 2Т30, №

Виконав студент гр.
прізвище

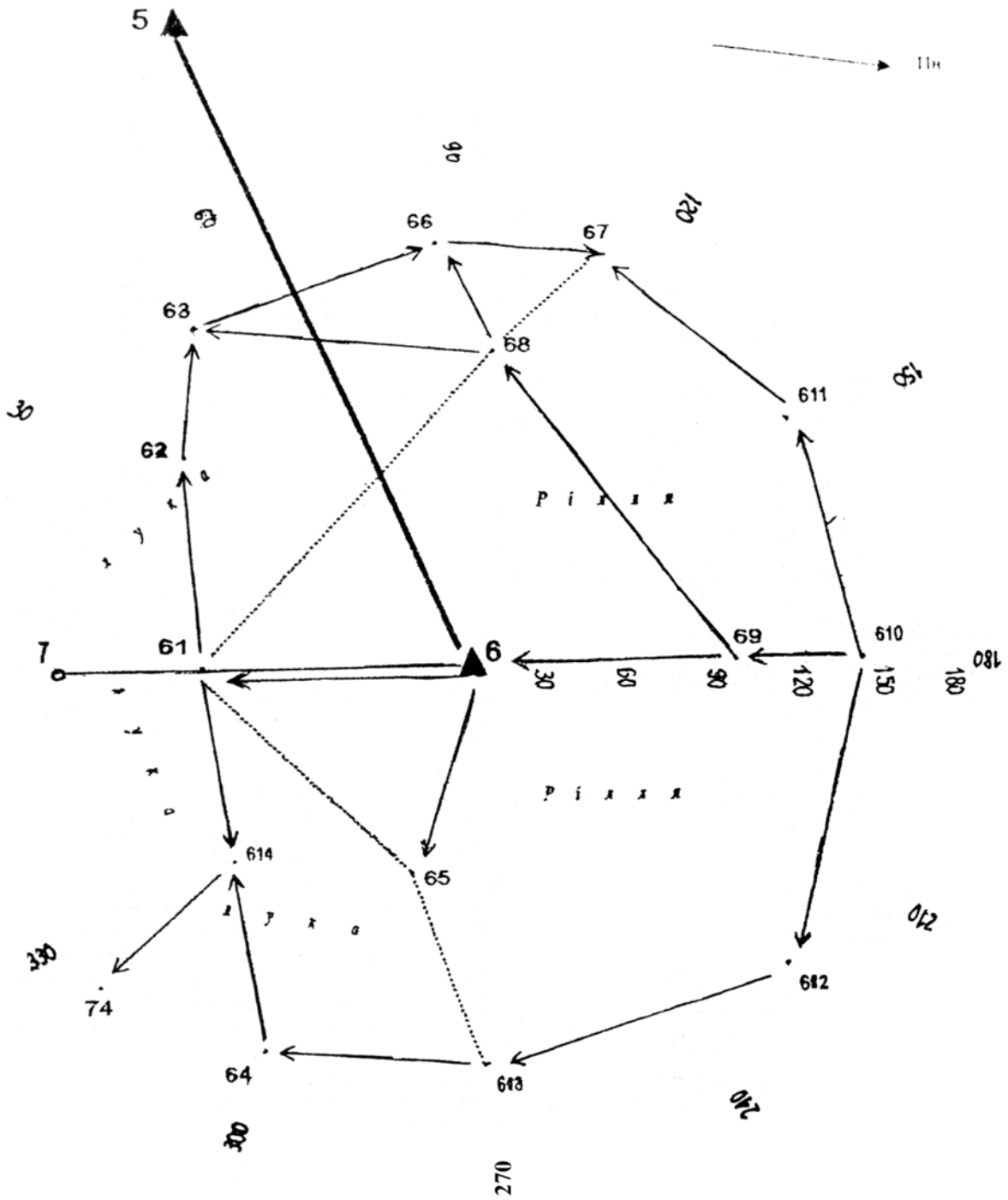
Ужгород – 2019

Дата 3.01.2016 р.
Спостерігач
Записав і обчислював

Погода ясно, слабкий вітер

№№ станцій і пікетів	Відлік			Кут нахилу, ν $\nu = MO - KI$	Горизонтальна проекція $d = KD \cos^2 \nu$	Перевиснення $h = d \operatorname{tg} \nu + i$	Висота $H = H_{cm} + h$	Примітка
	рейки, D (см)	горизонтального круга	вертикального круга					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Назва станції 6: Коефіцієнт віддалеміра $K = 100$; Висота приладу $i = 1,43$ м; Орієнтування на станцію 7: Місце нуля $MO = +0^{\circ} 02'$; $H_{cm} = 90,04$ м.</i>								
5		254°16'						
7	158	188°13'	+0°53'	-0°51'	158,0	-2,34		
Величина гор. кута		66°03'						
КЛ								
5		66°04'						
7	158	0°00'	-0°49'	-0°51'	158,0	-2,34		
Величина гор. кута		66°04'						
Сер. кут		66°03,5'						
КЛ								
61	103	0°00'	-1°28'	-1°30'	102,9	-2,69	87,35	
62	124	35 20	-1 45	-1°47'	123,9	-3,86	86,18	
63	171	52 40	-2 14					
64	176	304 30	-1 53					
65	77	287 30	-1 17					
66	148	87 40	-2 12					
67	158	113 20	-1 00					$l = 3m$
68	87	94 05	-1 12					
69	91	180 30	+1 54					
610	144	180 35	+2 16					
611	142	144 40	+0 15					
612	152	227 05	+0 06					
613	154	269 00	-1 38					
614	119	327 30	1 53					
Ст. 7		0 01						

ЗАРИС на ст. 6

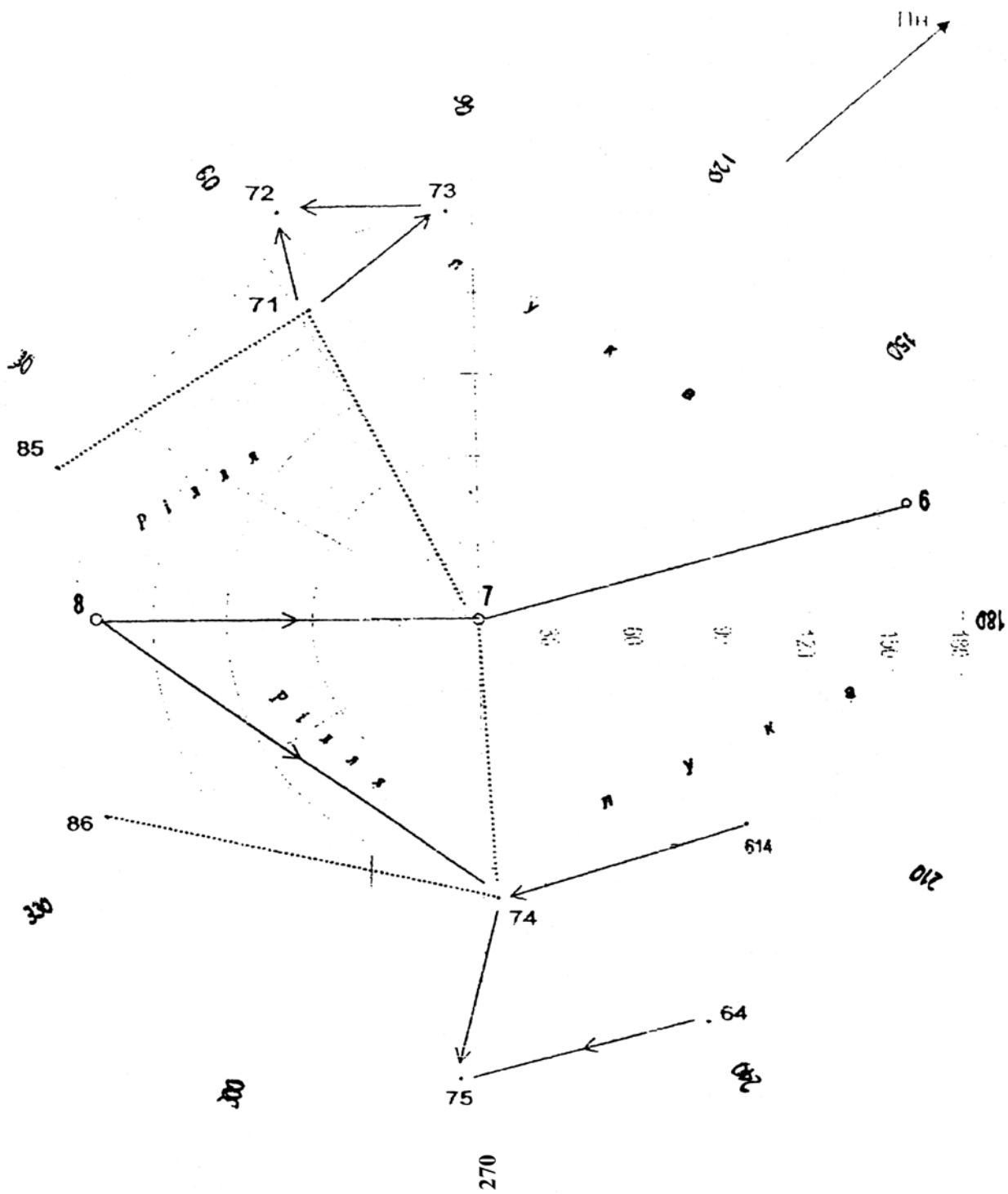


Дата 3.01.2019 р.
 Спостерігач
 Записав і обчислював

Погода ясно, слабкий вітер

№№ станцій і пікетів	Відлік			Кут нахилу, ν $\nu = MO - KI$	Горизонтальна проекція $d = KD \cos^2 \nu$	Перевіщення $h = d \operatorname{tg} \nu + i$	Висота $H = H_{cm} + h$	Примітка
	рейки, D (см)	горизонтального круга	вертикального круга					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва станції 7: Коефіцієнт віддалеміра $K = 100$; Висота приладу $i = 1,45$ м; Орієнтування на станцію 8: Місце нуля $MO = +0^{\circ} 01'$; $H_{cm} =$ м.								
6	158	241°28'	-0,52					
8	146	75°39'	-1°19'					
Величина гор. кута								
КЛ								
6	158	165°50'	+0 54					
8	146	0°00'	+0 21					$i=l$
Величина гор. кута								
Сер. кут								
КЛ								
71	132	62°40'	-0°32					
72	174	66 50	-0 51					$l = 3m$
73	148	85 40	-1 38					
74	99	267 10	-1 49					
75	163	275 15	-1 38					
Ст.8		0 01						

ЗАРИС на ст. 7

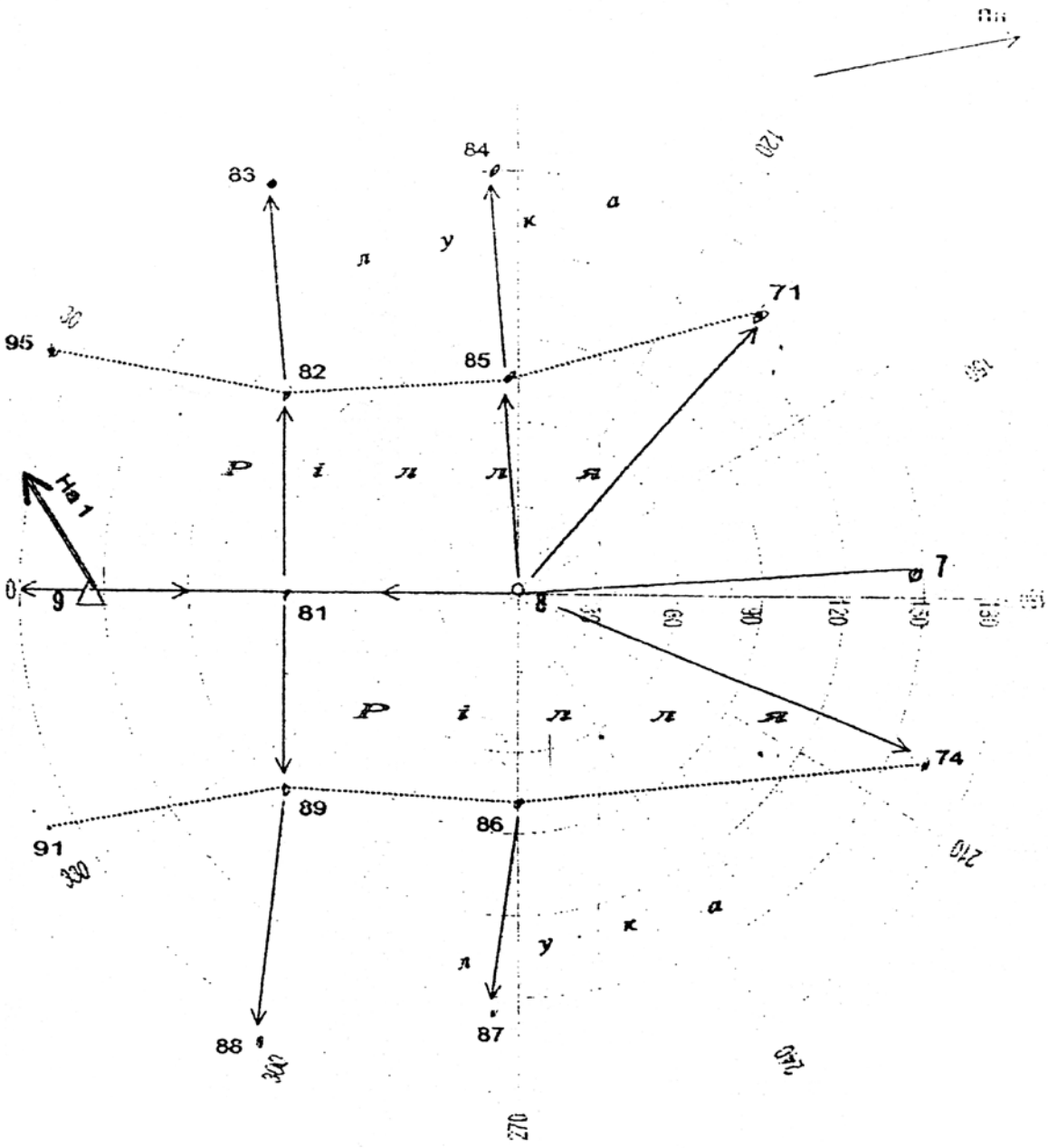


Дата 3.01.2019 р.
Спостерігач
Записав і обчислював

Погода ясно, слабкий вітер

№№ станцій і пікетів	Відлік			Кут нахилу, ν $\nu = MO - KI$	Горизонтальна проекція $d = KD \cos^2 \nu$	Перевіщення $h = d \operatorname{tg} \nu + i$	Висота $H = H_{cm} + h$	Примітка
	рейки, D (см)	горизонтального круга	вертикального круга					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Назва станції 8: Коефіцієнт віддалеміра $K = 100$; Висота приладу $i = 1,40$ м; Орієнтування на станцію 9: Місце нуля $MO = +0^{\circ} 01'$; $H_{cm} =$ м.</i>								
7	146	349°52'	+1°20'					
9	155	171°43'	+0°11'					
Величина гор. кута								
КЛ								
7	146	178°09'	-1°22'					
9	155	0°00'	-0°13'					$i = l$
Величина гор. кута								
<i>Сер. кут</i>								
КЛ								
81	75	00°00'	-2°07'					
82	116	41 20	-2 29					
83	174	57 50	-2 22					
84	151	85 40	-2 30					
85	77	85 30	-3 03					
86	75	272 10	-3 03					
87	154	273 40	-2 45					
88	188	304 05	-2 55					$l = 3m$
89	121	319 40	-2 25					
Ст.9		0 01						

ЗАРИС на ст. 8

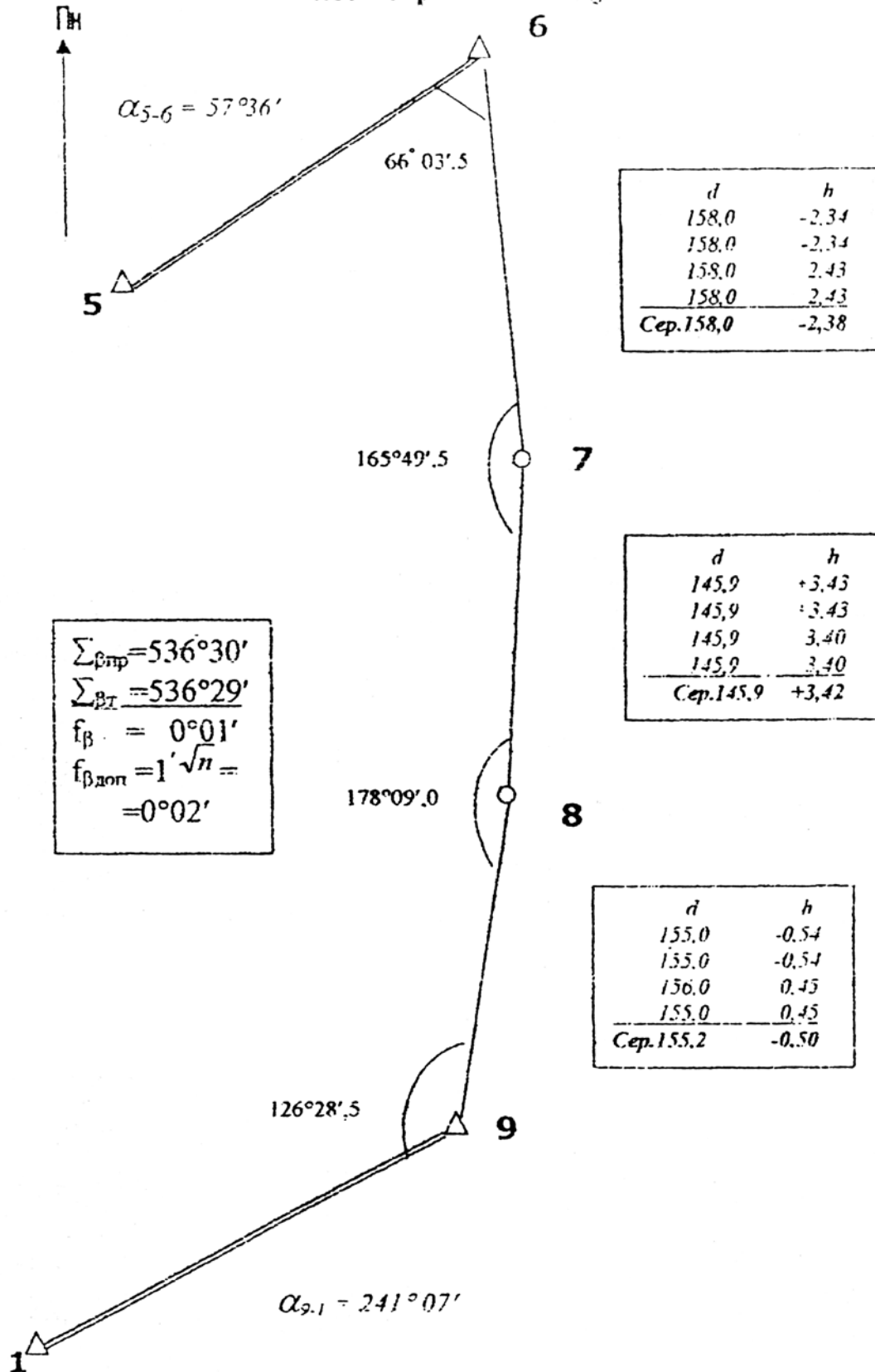


Дата 4.01.2019 р.
 Спостерігач
 Записав і обчислював

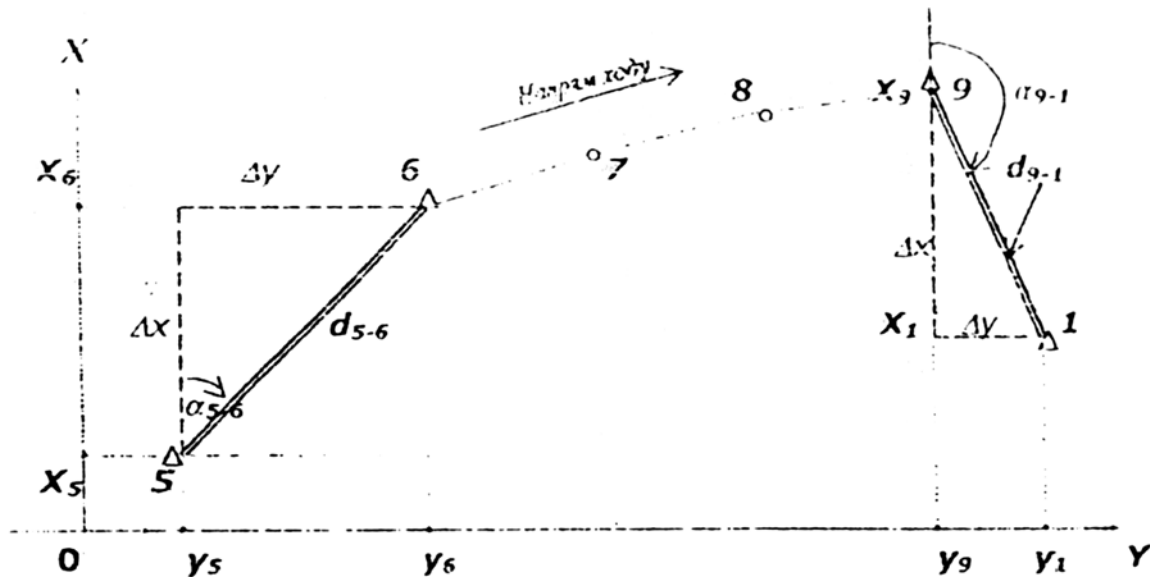
Погода ясно, слабкий вітер

№№ станцій і пікетів	Відлік			Кут нахилу, ν $\nu = MO-KП$	Горизонтальна проекція $d = KD \cos^2 \nu$	Перевиснення $h = d \operatorname{tg} \nu + i$	Висота $H = H_{cm} + h$	Примітка
	рейки, D (см)	горизонтального круга	вертикального круга					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва станції 9: Коефіцієнт віддалеміра $K=100$; Висота приладу $i=1,50$ м; Орієнтування на станцію 8: Місце нуля $MO=$; $H_{cm}=$ м.								
8	156	195 51	-0°08'					
1		69 23						
Величина гор. кута								
КЛ								
8	155	0°00'	+0°12'					
1		233 32						$i=l$
Величина гор. кута								
Сер. кут								
КЛ								
91	76	123°10'	-2°44'					
92	148	123 20	-2 34					
93	96	183 00	-1 54					
94	158	183 10	-1 39					
95	87	233 40	-2 54					
96	155	233 30	-2 29					
97	170	154 50	-1 38					$l = 3m$
Ст.9		0 02						

СХЕМА
тахеометричного ходу



РОЗВ'ЯЗУВАННЯ
обернених геодезичних задач



Дано: $X_5, Y_5; X_6, Y_6; X_9, Y_9, X_1, Y_1$. Знайти: $\alpha_{5-6}, d_{5-6}, \alpha_{9-1}, d_{9-1}$.

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{поч.-кінц.}} = \frac{y_{\text{кінц.}} - y_{\text{поч.}}}{x_{\text{кінц.}} - x_{\text{поч.}}} = \frac{\Delta y}{\Delta x}; \quad d_{\text{поч.-кінц.}} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{\text{поч.-кінц.}}} = \frac{\Delta x}{\cos \alpha_{\text{поч.-кінц.}}}$$

Послідовність дій	Лінія 5-6			
	Елементи формул	Результати обчислень	Елементи формул	Результати обчислень
1	y_6	-1792,19	x_6	-118,12
2	y_5	-2000,00	x_5	-250,00
3	Δy	+207,81	Δx	+131,88
4	$\operatorname{tg} \alpha$	1,575751	α	57°36'
5	$\sin \alpha$	0,844328	$\cos \alpha$	0,535827
6	d	246,12	d	246,12

Послідовність дій	Лінія 9-1			
	Елементи формул	Результати обчислень	Елементи формул	Результати обчислень
1	Y_1	-2089,11	X_1	-731,39
2	Y_9	-1803,95	X_9	-574,08
3	Δy	-285,16	Δx	-157,31
4	$\operatorname{tg} \alpha$	1,812726	α	241°07'
5	$\sin \alpha$	0,875605	$\cos \alpha$	0,483028
6	d	325,67	d	325,67

Відомість обчислення координат тахеометричного ходу від г.6 до г.9

Номер вершини	Кути		Дирекціони кути	Довжина ліній (горизонтальна проекція)	Прирости координат				Координати	
	вміряні (прямі)	виправлені			обчислені		виправлені		X	Y
					Δx	Δy	Δx	Δy		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5										
			57°36'							
6	-0,5 66 03,5	66 03							-118,1	-1792,2
			171 33	158,0	-0,2 -156,3	-0,01 +23,2	-156,5	+23,3		
7	-0,5 165 49,5	165 49								
			185 44	145,9	-0,2 -145,2	-14,6	-145,4	-14,6		
8	178 09,0	178 09								
			187 35	155,2	-0,2 -153,9	-20,5	-154,1	-20,5		
9	126 28,0	126 28							-574,1	-1804,0
			241 07							
10										

$$\begin{aligned} \sum \beta_{\text{пр}} &= 536^\circ 30' & P &= 460,1 & \sum_{\text{обч.}} &= -455,4 & -11,9 \\ \sum \beta_{\text{т}} &= 536^\circ 31' & & & \sum_{\text{норм.}} &= -456,40 & -11,8 \\ f_{\beta} &= +1' & & & f_x &= +0,6 & f_y = -0,1 \end{aligned}$$

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,6\text{м};$$

$$\partial \text{он} f_{\beta} = 1' \sqrt{n} = 1' \sqrt{4} = 0^0 02'$$

$$f_{\text{відн.}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,6}{460} = \frac{1}{770};$$

$$f_{\text{відн. доп.}} \leq \frac{1}{400\sqrt{n}} = \frac{1}{400\sqrt{3}} = \frac{1}{700}$$

ВІДОМІСТЬ
обчислення висот станцій
тахеометричного ходу

№№ станцій	Довжина ліній	Середні перевищення	Поправки	Направлені перевищення	Висоти станцій
1	2	3	4	5	6
6					90,04
	158,0	-2,38	+0,02	-2,36	
7					87,68
	145,9	+3,43	+0,01	+3,44	
8					91,12
	155,2	-0,50	+0,01	-0,49	
9					90,63

$$P=460,1\text{м} \quad \sum h_{\text{np}}=+0,55\text{м}$$

$$\sum h=+0,59$$

$$\frac{\sqrt{h_r} = H_9 h_6 = +0,59\text{м}}{f_n = -0,04\text{м}}$$

$$\partial \text{on} f_h = \frac{0,0004 \cdot P}{\sqrt{n}} \approx 0,11\text{м}$$

ВАРІАНТИ ВИХІДНИХ ДАНИХ
ГД-11

№ № п/ п	X ₅	Y ₅	X ₆	Y ₆	X ₉	Y ₉	X ₁	Y ₁	H ₆	H ₉
1	-250,00	-2000,00	-170,63	-1855,54	-624,89	-1895,90	-732,04	-2122,54	347,56	348,00
2	-250,00	-2000,00	-223,31	-1837,35	-638,15	-2026,79	-663,65	-2276,18	349,78	350,23
3	-250,00	-2000,00	-279,04	-1837,75	-607,04	-2154,61	-547,96	-2398,24	353,11	353,57
4	-250,00	-2000,00	-331,45	-1836,70	-535,10	-2264,76	-398,21	-2474,77	357,55	358,02
5	-250,00	-2000,00	-374,55	-1892,04	-430,57	-2344,64	-231,52	-2497,03	363,10	363,58
6	-250,00	-2000,00	-403,41	-1939,72	-305,40	-2385,11	-66,94	-2462,45	369,76	370,25
7	-250,00	-2000,00	-414,71	-1994,29	-173,89	-2381,56	+76,72	-2375,01	121,12	121,62
8	-250,00	-2000,00	-107,22	-2049,51	-51,08	-2334,38	+183,02	-2244,69	130,00	130,51
9	-250,00	-2000,00	-381,73	-2099,08	+48,98	-2248,98	+239,81	-2086,40	139,99	140,51
10	-250,00	-2000,00	-341,18	-2137,31	+114,87	-2135,11	+240,60	-1918,23	151,09	151,62
11	-250,00	-2000,00	-290,91	-2159,85	+139,04	-2005,79	+185,31	-1759,40	163,30	163,84
12	-250,00	-2000,00	-234,64	-2164,11	+118,72	-1875,81	+80,24	-1628,09	170,62	177,17
13	-250,00	-2000,00	-180,83	-2149,61	+56,26	-1760,03	-62,58	-1539,29	191,05	191,61
14	-250,00	-2000,00	-134,92	-2118,01	+41,22	-1671,68	-226,83	-1503,17	206,59	207,16
15	-250,00	-2000,00	-102,17	-2072,91	-162,57	-1620,87	-393,73	-1523,85	223,24	223,69
16	-250,00	-2000,00	-86,32	-2019,48	-293,92	-1613,41	-544,19	-1598,97	241,00	241,46
17	-250,00	-2000,00	-89,19	-1963,82	-420,24	-1650,14	-661,02	91719,23	259,87	260,34
18	-250,00	-2000,00	-110,44	-1912,29	-527,10	-1726,88	-730,86	-1872,92	279,85	280,33
19	-250,00	-2000,00	-147,65	-1870,80	-602,28	-1832,84	-745,72	-2040,43	300,94	301,43
20	-250,00	-2000,00	-196,56	-1844,07	-637,19	-1961,88	-703,91	-2203,33	323,14	323,64
21	-250,00	-2000,00	-251,57	-1835,18	-627,82	-2092,90	-610,20	-2342,07	346,45	346,96
22	-250,00	-2000,00	-306,41	-1845,12	-570,27	-2213,51	-475,31	-2443,41	370,87	371,39
23	-250,00	-2000,00	-354,80	-1872,78	-485,52	-2309,70	-314,66	-2793,15	396,40	396,95
24	-250,00	-2000,00	-391,21	-1914,98	-368,85	-2370,48	-146,62	-2486,51	423,04	423,58
25	-250,00	-2000,00	-411,47	-1966,90	-238,59	-2388,91	+9,60	-2424,25	450,79	451,34

ГД-12

№ № п/ п	X ₅	Y ₅	X ₆	Y ₆	X ₉	Y ₉	X ₁	Y ₁	H ₆	H ₉
1	-140,00	1200,00	-60,63	1344,46	-514,89	1304,10	-622,04	1077,46	231,11	231,56
2	-140,00	1200,00	-113,31	1362,65	-528,15	1173,21	-553,65	923,82	233,33	233,78
3	-140,00	1200,00	-169,04	1362,25	-197,04	1045,39	-437,96	801,76	236,66	237,12
4	-140,00	1200,00	-221,45	1343,30	-425,10	935,24	-288,21	725,23	241,10	241,57
5	-140,00	1200,00	-264,55	1307,96	-320,57	855,36	-121,52	702,97	246,65	247,13
6	-140,00	1200,00	-293,41	1260,28	-195,40	814,89	43,06	735,55	253,31	253,80
7	-140,00	1200,00	-304,73	1205,71	-63,89	818,44	186,72	824,99	261,08	261,58
8	-140,00	1200,00	-2937,22	1150,49	58,92	865,62	293,02	955,31	269,96	270,47
9	-140,00	1200,00	-271,73	1100,92	158,98	951,02	349,81	1113,60	279,95	280,47
10	-140,00	1200,00	-231,18	1062,69	224,87	1064,89	350,60	1281,77	291,05	291,58
11	-140,00	1200,00	-180,21	1040,15	249,04	1194,21	295,31	1440,60	303,26	303,80
12	-140,00	1200,00	-124,64	1035,89	228,72	1324,19	190,24	1571,19	316,58	317,13
13	-140,00	1200,00	70,83	1050,39	166,26	1439,97	47,42	1660,71	331,01	331,57
14	-140,00	1200,00	-24,92	1081,99	68,78	1528,32	-116,83	1696,83	346,55	347,12
15	-140,00	1200,00	7,83	1127,09	-52,57	1579,13	283,73	1676,15	363,20	363,65
16	-140,00	1200,00	23,68	1180,52	-183,92	1586,59	-434,19	1601,03	380,96	381,42
17	-140,00	1200,00	20,81	1236,18	-310,24	1549,86	551,02	1480,07	399,83	400,30
18	-140,00	1200,00	-0,44	1287,71	-417,10	1473,12	-620,86	1327,08	219,81	220,29
19	-140,00	1200,00	-37,63	1329,20	-192,28	1365,16	-635,72	1159,57	240,90	241,39
20	-140,00	1200,00	-86,56	1355,93	-527,19	1238,32	-593,91	996,67	263,10	263,60
21	-140,00	1200,00	-141,57	1364,82	-517,82	1107,10	-500,20	857,03	286,41	286,92
22	-140,00	1200,00	-196,41	1354,88	-165,27	986,49	-365,31	756,59	210,83	211,35
23	-140,00	1200,00	-244,80	1327,22	-375,52	890,30	-204,66	706,85	236,36	236,89
24	-140,00	1200,00	-281,21	1285,02	-258,85	829,52	-36,62	713,49	263,00	263,54
25	-140,00	1200,00	-301,47	1233,10	-128,59	811,09	119,60	775,75	290,75	291,30

ГД-13

№ № п/ п	X ₅	Y ₅	X ₆	Y ₆	X ₉	Y ₉	X ₁	Y ₁	H ₆	H ₉
1	1300,00	-203,00	1379,37	-58,54	925,11	-98,90	817,96	-325,54	100,11	100,55
2	1300,00	-203,00	1326,99	-40,35	911,85	-229,79	886,35	-479,18	102,33	102,78
3	1300,00	-203,00	1270,96	-40,75	942,96	-357,61	1002,04	-601,24	105,66	106,12
4	1300,00	-203,00	1218,55	-59,70	1014,90	-467,76	1151,79	-677,77	110,10	110,57
5	1300,00	-203,00	1175,45	-95,04	1119,43	-547,64	1318,48	-700,03	115,65	116,13
6	1300,00	-203,00	1146,59	-142,72	1244,60	-588,11	1483,06	-665,45	122,31	122,80
7	1300,00	-203,00	11,35,27	-197,29	1376,11	-584,56	1626,72	-578,01	130,08	130,58
8	1300,00	-203,00	1142,78	-252,51	1498,72	-537,38	1733,02	-447,69	138,96	139,47
9	1300,00	-203,00	1168,27	-302,08	1598,98	-451,98	1789,81	-289,40	148,95	149,47
10	1300,00	-203,00	1208,82	-340,31	1664,87	-338,11	1790,60	-121,23	160,05	160,58
11	1300,00	-203,00	1259,79	-362,85	1689,04	-208,79	1735,31	37,60	172,26	172,80
12	1300,00	-203,00	1315,36	-367,11	1668,72	-78,81	1630,24	168,91	185,58	186,13
13	1300,00	-203,00	1369,17	-352,61	1606,26	36,97	1487,42	257,71	200,01	200,57
14	1300,00	-203,00	1415,08	-321,01	1508,78	125,32	1323,17	293,83	215,55	216,12
15	1300,00	-203,00	1447,83	-275,91	1387,43	176,13	1156,27	273,15	232,20	232,65
16	1300,00	-203,00	1463,68	-222,48	1256,08	183,59	1005,81	198,03	249,96	250,42
17	1300,00	-203,00	1460,81	-166,82	1129,76	146,86	888,98	77,07	268,83	269,30
18	1300,00	-203,00	1439,56	-115,29	1022,90	70,12	819,14	-75,92	288,81	289,29
19	1300,00	-203,00	1402,35	-73,80	947,72	-37,84	804,28	-243,43	309,90	310,39
20	1300,00	-203,00	1353,44	-47,07	912,81	-164,68	846,09	-406,33	332,10	332,60
21	1300,00	-203,00	1298,43	-38,18	922,18	-295,90	939,80	-545,97	355,41	355,92
22	1300,00	-203,00	1243,59	-48,12	974,73	-416,51	1074,69	-646,41	379,83	380,35
23	1300,00	-203,00	1195,20	-75,78	1064,48	-512,70	1235,34	-696,15	405,36	405,89
24	1300,00	-203,00	1158,79	-117,98	1181,15	-573,48	1403,38	-689,51	432,00	432,54
25	1300,00	-203,00	1138,53	-169,90	1311,41	-591,91	1559,60	-627,25	459,75	460,30

**Витяг із "Інструкції з топографічного знімання у масштабах
1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500"
ГКНТА - 2.04 - 02 - 098**

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Основні вимоги

1.1.1. Цей нормативний акт - Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 - визначає порядок створення топографічних карт у масштабах 1:500 -1:5000 для потреб картографування щодо їх змісту й точності.

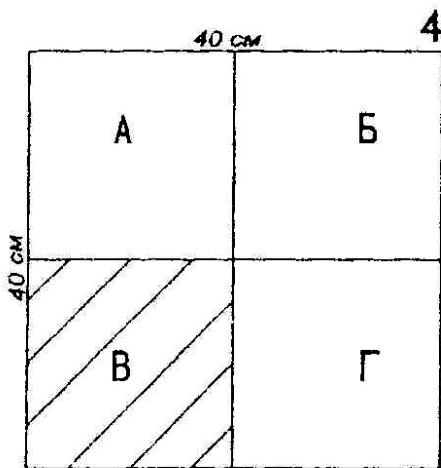
1.1.2. Технологія створення і технічні вимоги до топографічних карт у масштабах 1:500 -1:5000 є обов'язковими для всіх суб'єктів діяльності в цій галузі, незалежно від їхнього відомчого підпорядкування.

1.1.6. Інструкція передбачає застосування діючих "Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500" з урахуванням доповнень і пояснень Укргеодезкартографії щодо особливостей їхнього застосування.

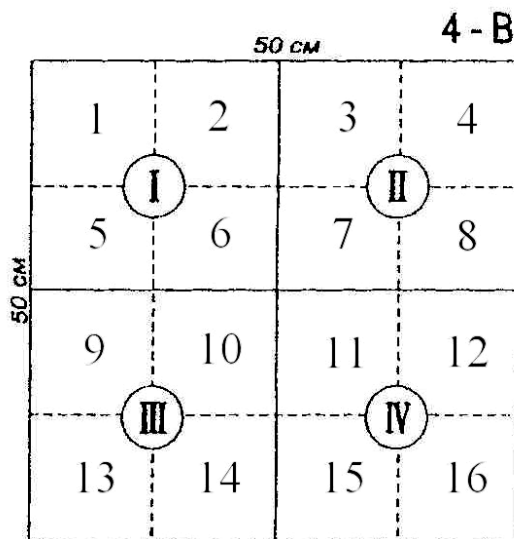
1.4. Проекція, система координат та висот, розграфлення та номенклатура топографічних карт.

1.4.9. Для топографічних карт, що створюються на ділянки менше 20 кв. км. застосовується прямокутне розграфлення з розмірами рамок аркуша для масштабу 1:5.000 - 40x40 см, для масштабів 1:2000, 1:1000, та 1:500 - 50x50 см. Рамки аркушів масштабів 1:5000 та 1:2000 повинні збігатися з лініями кілометрової сітки.

У цьому випадку за основу розграфлення беруть аркуш масштабу 1:5000, який позначається арабськими цифрами. Йому відповідають чотири аркуші масштабу 1:2000, кожен з яких позначається приєднанням до номера аркуша масштабу 1:5000 однієї з перших великих букв українського алфавіту (А,Б,В,Г), наприклад, 4 - В.



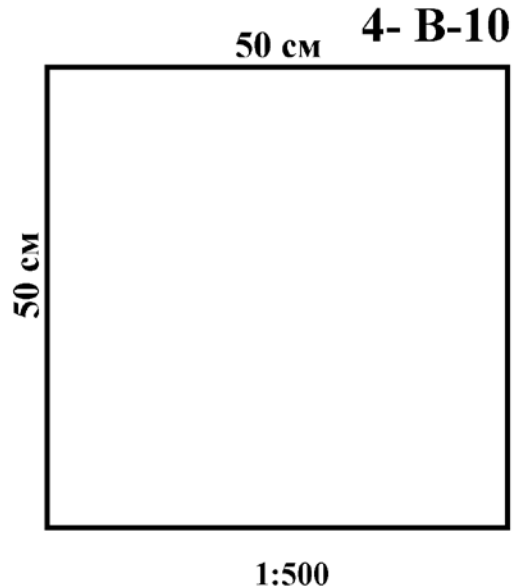
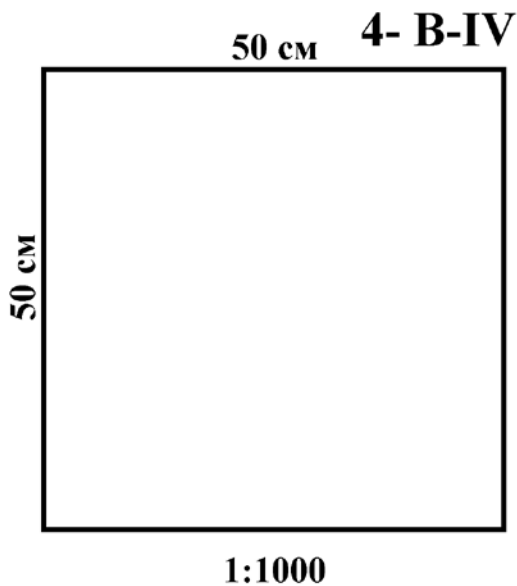
1:5000



1:2000

Аркушеві масштабу 1:2000 відповідають 4 аркуші масштабу 1: 1000, які позначаються римськими цифрами (I, II, III, IV) і 16 аркушів масштабу 1: 500, які позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Номенклатура аркушів масштабів 1:1000 та 1:500 складається з номенклатури аркуша масштабу 1:2000 і відповідної цифри для аркуша масштабу 1:1000, наприклад: 4 – Б - IV, або арабської цифри для аркуша масштабу 1:500, наприклад: 4 – Б - 16.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**СКЛАДАННЯ
ТОПОГРАФІЧНОГО
ПЛАНУ (КАРТИ)**

Виконав студент гр.
прізвище

Ужгород
2019 р.

ОПИС ДОКУМЕНТІВ

№№ док.	Назва документа	Кількість аркушів
1	Польовий журнал тахеометричного знімання	
2	Схема тахеометричного ходу	1
3	Відомість розв'язування обернених задач	1
4	Відомість обчислення координат	1
5	Відомість обчислення висот станцій	1
6	Топографічний план (карта)	1

Студент групи

Список літератури

1. Багратуни Г.В., Ганьшин В.Н. Инженерная геодезия. -М.:Недра, 1984.
2. Гиршберг М.А. Геодезия. Ч.І. -М.:Недра, 1967.
3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 ГКНТА 2.04-02-98, Київ, 1999
4. Никулин А.С. Тахеометрическая таблица. -М.:Недра, 1976
5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500-М.:Недра, 1989.
6. Федоров В.И., Шилов П.И. Инженерная геодезия .-М.: Недра, 1982.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ТЕОРІЇ ПОХИБОК ВИМІРЮВАНЬ

В даних методичних вказівках подаються загальні відомості з теорії похибок вимірювань, правила обчислень та пояснюється розв'язання окремих задач щодо оцінки точності вимірювань.

Кожний студент отримує індивідуальне завдання і виконує його в зошиті в клітинку. Для кожної задачі студент переписує умову, виконує обчислення і записує результати. Виконана робота здається викладачеві і, відповідаючи на питання, студент показує, наскільки він засвоїв матеріал, що розглядається в задачах.

1. Вимірювання та похибки вимірювань

Вимірювання в геодезії розглядаються з двох точок зору: кількісної, яка показує числове значення вимірної величини, і якісної, яка характеризує її точність.

З практики відомо, що навіть під час найретельнішої і найакуратнішої роботи багаторазові (повторні) вимірювання не дають однакових результатів. Це вказує на те, що одержані результати не є точним значенням вимірюваної величини, а дещо відхиляються від нього, містять похибки, викликані різними причинами. Значення відхилення характеризує точність вимірів. Якщо позначити істинне значення вимірюваної величини X , а результат вимірювань l , то істинна похибка виміру Δ буде

$$\Delta = l - X \quad (1)$$

Основними причинами виникнення похибок є:

- 1) недосконалість органів відчуття спостерігача; помилки, викликані цією причиною, називають *особистими помилками*;
- 2) недосконалість приладів, застосованих для вимірювань, викликає так звані *інструментальні похибки*;
- 3) зовнішні умови, під час яких виконуються вимірювання, тобто температура, тиск, вологість навколишнього середовища, вітер тощо. Цю групу похибок називають *зовнішніми похибками*, або *похибками середовища*.

За характером дії та властивостями похибки бувають грубі, систематичні і випадкові.

Грубими називають похибки, які за абсолютною величиною перевищують межу, встановлену для даних умов вимірювань, межу. У більшості випадків вони виникають в результаті прорахунків. Наприклад, прорахунок у градусах

відліку теодоліта, або в метрах під час вимірювання стрічкою. Такі похибки виявляють повторними вимірюваннями, а результати, що містять їх, бракують і заміняють новими.

Систематичними називають похибки, які за однакових умов вимірювань зберігають знак або величину, одноманітно повторюючись у багаторазових вимірах (наприклад, систематичне неточне укладання мірної стрічки у створі лінії під час вимірювань призводить до збільшеного значення довжини цієї лінії). Систематичні похибки змінюються за визначеним законом. Так, якщо в нівелірі нема взаємної паралельності візирної осі і осі циліндричного рівня, то відлік рейки буде містити похибку, пропорціональну віддалі від нівеліра до рейки.

Вплив систематичних похибок намагаються виключити із результатів вимірювань або послабити їхню дію ретельною перевіркою вимірювальних приладів, застосуванням відповідної методики вимірювань, а також введенням поправок у результати вимірювань. Так, наприклад у геометричному нівелюванні для видалення похибки, викликані непаралельністю візирної осі і осі циліндричного рівня, нівелір встановлюють точно посередині між рейками; середнє значення кута, отриманого з різних положень вертикального круга – КП і КЛ, буде вільне від впливу колімаційної похибки.

Випадкові похибки – це похибки, розмір і вплив яких на кожний окремий результат вимірювань залишається невідомим. Величину і знак випадкової похибки заздалегідь установити неможливо. На відміну від систематичних похибок, для випадкових похибок неможливо знайти правило, за яким вони міняються; їх неможливо заздалегідь прорахувати або цілком звільнитися від них. Відліки рейки, стрічки, горизонтального чи вертикального кругів тощо завжди містять випадкові похибки. Оскільки позбавитися випадкових похибок неможливо, то важливо домогтися, щоб вони були невеликими і менше спотворювали результат вимірів.

Задача вимірювання тісно пов'язана з іншою, не менше важливою задачею – встановити, наскільки – надійний, достовірний результат вимірів, інакше кажучи, разом з результатом вимірювання необхідно знати його точність, величину похибки отриманого результату. На практиці, як правило, ставиться задача вимірювання із заздалегідь встановленою точністю. У цьому випадку відповідно до заданої точності підбирають прилади та методи вимірювань. Наприклад, точність можна підвищити багаторазовим вимірюванням однієї і тієї ж величини.

Предметом теорії похибок є вивчення таких питань:

- 1) як з матеріалів вимірювань отримати найнадійніші результати;
- 2) як обчислити похибку результату чи оцінити його точність;
- 3) які використовувати прилади і інструменти і які застосувати методи вимірювань, щоб в кожному конкретному випадку дістати заздалегідь задану точність результатів вимірів.

Розрізняють вимірювання: прямі (безпосередні) і непрямі (посередні), незалежні і умовні, рівноточні і нерівноточні.

Прямими називають такі вимірювання, коли безпосередньо вимірюється величина об'єкта. Наприклад, довжина лінії вимірюється мірною стрічкою.

Непрямими або *посередніми* називають такі вимірювання, коли визначувану величину знаходять за допомогою інших, безпосередньо виміряних величин.

Приклад 1. Для визначення висоти сигналу $BC = l$ (рис. 1) вимірюють два кути ν_1 і ν_2 і лінію A_1B_1 , що дорівнює катету $AB = b$, який є спільним для двох суміжних трикутників ABC і AB_1B_1 .

Вимірявши кути ν_1 і ν_2 , довжину лінії b , висоту сигналу можна отримати непрямим способом за формулою:

$$l = h_1 + h_2 = b \operatorname{tg} \nu_1 + b \operatorname{tg} \nu_2. \quad (2)$$

Приклад 2. Виміряно два кути α і γ (рис. 2), третій кут β можна отримати через безпосередньо виміряні кути за формулою:

$$\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma). \quad (3)$$

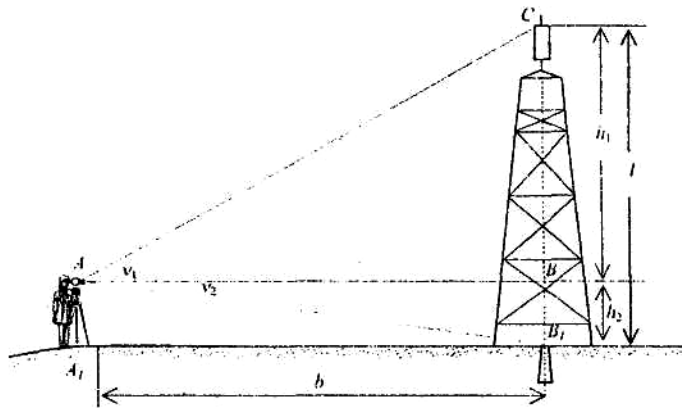


Рис.1

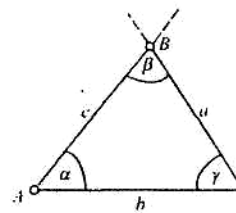


Рис.2

Якщо кілька виміряних величин не залежать одна від одної, то вимірювання таких величин називають *незалежними*. Якщо вимірювані величини повинні задовольняти теоретично обґрунтованим умовам, то вимірювання називають *умовними*.

Наприклад, сума кутів α , β , γ плоского трикутника ABC повинна задовольняти умову:

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ. \quad (4)$$

Розходження між виміряними і теоретичними значеннями тих же величин називаються *нев'язками*. В даному прикладі величина невязки

$$f_\beta = (\alpha + \beta + \gamma) - 180^\circ \quad (5)$$

Рівноточні і нерівноточні вимірювання. Якість результатів вимірів може бути різною залежно від приладів, які застосовувались для вимірювань, кваліфікації спостерігача, кількості вимірювань, обраного способу вимірювань, зовнішніх умов. Отже, в залежності від вказаних причин, ступінь надійності

результату також буде змінюватись. Ступінь вірогідності результату прийнято характеризувати числом, яке називається *вагою* результату. Вага результату тим більша, чим точніший прилад застосовувався під час вимірювань. Вага вимірювання однієї і тієї ж величини більша, ніж вага окремого вимірювання.

Нехай вимірювання виконувались в умовах, які дозволяють вважати результати однаково надійними. Наприклад, якщо в теодолітному ході за остаточний результат приймалися середні значення з вимірів кутів двома прийомами 30-секундним теодолітом і середні значення довжин ліній з прямих і зворотних вимірювань 20-метровою стрічкою, то такі вимірювання називаються *рівноточними*.

А якщо в одному теодолітному ході середні значення ліній отримано із прямого і зворотного напрямку вимірювань, а у другому тільки з одного напрямку, то точність вимірів в цих двох ходах буде різною, а самі вимірювання називаються *нерівноточними*.

Результати рівноточних вимірів мають однакові ваги, а результати нерівноточних – різні: чим результат точніший, тим більша його вага.

2. Властивості випадкових похибок

Вивченням основних властивостей та закономірностей дії похибок, розробкою методів отримання найточнішого значення вимірюваної величини та характеристик її точності займається *теорія похибок вимірів*. В ній вивчаються, в основному, питання, пов'язані з такими результатами вимірів, в яких вплив систематичних похибок або надто малий, або такими, з яких систематичні похибки виключені.

Не дивлячись на уявні безладність та відсутність закономірності у появі випадкових похибок, дослідженнями встановлено, що за наявності великої кількості вимірів, випадкові похибки володіють цілком визначеними властивостями, а саме:

1. *Обмеженість*. За певних умов вимірювань випадкові похибки за абсолютною величиною не можуть перевищувати певної межі, яка називається *граничною* похибкою. Ця властивість дозволяє виявити і виключити із результатів вимірювань грубі похибки.

2. *Симетричність*. Додатні і від'ємні випадкові похибки приблизно однаково часто зустрічаються в низці вимірювань, що допомагає виявленню систематичних похибок.

3. *Унімодальність*. Чим більша абсолютна величина похибки, тим рідше вона зустрічається у низці вимірів.

4. *Компенсація*. Середнє арифметичне із випадкових похибок вимірювань однієї і тієї ж величини, виконаних в однакових умовах, з необмеженим зростанням кількості вимірювань прямує до нуля. Цю властивість, що називається властивістю компенсації, можна математично

записати так: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{[\Delta]}{n} \right) = 0$, де $[\Delta]$ – знак суми, тобто $[\Delta] = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n$, n –

кількість вимірів.

Остання властивість випадкових похибок дозволяє встановити принцип отримання з ряду вимірів однієї і тієї ж величини результату, найближчого до її істинного значення, тобто найточнішого. Таким результатом є середнє арифметичне з n виміряних значень даної величини. В разі необмежено великої

кількості вимірювань n $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[l]}{n} = X$.

В разі обмеженої кількості вимірів арифметична середина $\bar{x} = \frac{[l]}{n}$ залишкову випадкову похибку, однак від точного значення X вимірюваної величини вона відрізняється менше, ніж будь-який результат l безпосереднього вимірювання. Це дозволяє за будь-якої кількості вимірів, якщо $n > 1$, приймати арифметичну середину за остаточне значення вимірюваної величини. Точність остаточного результату тим вища, чим більше n .

3. Оцінка точності вимірів

Істинна похибка. Якщо відомо істинне значення вимірюваної величини, то для оцінки точності результатів вимірів визначають різницю Δ між виміряним l і істинним X означенням цієї величини за формулою (1).

Середня квадратична похибка. Для правильного використання результатів вимірювань необхідно знати, з якою точністю, тобто з якою ступінню наближення до істинного значення вимірюваної величини, вони отримані. Характеристикою точності окремого виміру в теорії помилок служить середня квадратична похибка m , яка обчислюється за формулою Гауса:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}, \quad (6)$$

де n - кількість вимірів даної величини.

Цю формулу застосовують у тих випадках, коли відоме істинне значення вимірюваної величини.

Імовірна похибка. Різниці окремих значень вимірюваної величини і арифметичної середини називають імовірними похибками δ .

$$\delta = l - \bar{X} \quad (7)$$

Маючи значення імовірних похибок, середню квадратичну похибку одного виміру обчислюють за формулою Бесселя:

$$m = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}}, \quad (8)$$

Точність арифметичної середини буде вища точності окремого виміру. Її середню квадратичну похибку M визначають за формулою:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}, \quad (9)$$

де m – середня квадратична похибка одного виміру;
 n - кількість вимірів.

Часто у практиці для контролю та підвищення точності визначувану величину вимірюють двічі – у прямому та оберненому напрямку, наприклад, довжину лінії, перевищення між точками. Із двох отриманих значень за остаточне приймають середнє з них. У цьому випадку середню квадратичну похибку одного виміру обчислюють за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{[d^2]}{2n}}, \quad (10)$$

а похибку арифметичної середини – за формулою:

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}, \quad (11)$$

де d – різниця дворазово виміряних величин, n – кількість різниць (подвійних вимірювань).

Згідно з першою властивістю випадкових похибок, для абсолютної величини випадкової похибки за даних умов вимірювань існує допустима межа, яку називають граничною похибкою. У будівельних нормах граничну похибку називають допустимим відхиленням.

Гранична похибка. Теорією похибок вимірювань доказывается, що абсолютна більшість випадкових похибок (68,3%) даного ряду вимірів знаходиться в інтервалі від 0 до $\pm m$; в інтервал від 0 до $\pm 2m$ попадає 95,4%, а від 0 до $3m$ - 99,7 % похибок. Таким чином, із 100 похибок даної низки вимірів лише п'ять можуть виявитися більші чи дорівнюватимуть $2m$, а з 1000 похибок тільки три будуть більші чи дорівнюватимуть $3m$. На основі цього граничною похибкою $\Delta_{\text{гран}}$ для даної низки вимірів приймають потроєну квадратичну похибку, тобто $\Delta_{\text{гран}} = 3m$. На практиці в багатьох видах робіт для підвищення вимог точності вимірів приймають $\Delta_{\text{гран}} = 2m$. Похибки вимірювань, величини яких перевищують $\Delta_{\text{гран}}$ вважають грубими.

Відносна похибка. Інколи про точність вимірів судять не за абсолютною величиною середньої квадратичної чи граничної похибки, а за величиною відносної похибки.

Відносною похибкою називається відношення абсолютної похибки до значення виміряної величини. Відносна похибка виражається у вигляді простого дробу, чисельник якого - одиниця, а знаменник - число, заокруглене

до двох-трьох значущих цифр з нулями. Наприклад, відносна середня квадратична похибка вимірів лінії довжиною $l=110\text{ м}$ при $m_l = 2\text{ см}$ дорівнює $\frac{m_l}{l} = \frac{1}{5500}$, а відносна гранична похибка при $\Delta_{гран} = 3m = \frac{3m_l}{l} = \frac{1}{1800}$.

Основні правила обчислень

Обчислення – невід'ємний елемент геодезичних робіт як під час вимірювань, так і у процесі опрацювання їхніх результатів. Спосіб та технічні засоби залежать від складності та об'єму роботи. Для обчислень використовують різну обчислювальну техніку (калькулятори, комп'ютери). В ході роботи користуються довідковими матеріалами, таблицями, номограмами. Обчислюючи, дотримуються загальних вимог, які дозволяють зменшити вірогідність помилок і отримати результат найпростішим способом:

- перш за все обирають раціональну схему (алгоритм), який забезпечує простоту, наочність та однотипність обчислень; наприклад, результати вимірювань записують у стандартних журналах, а наступних камеральних обчислень – у бланках чи відомостях;

- усі обчислення супроводжують контролем – біжучим і заключним. Біжучий контроль полягає у перевірці правильності проміжних обчислень, а заключний – остаточного результату. Для цього обчислення виконують два працівники, паралельно і незалежно один від одного, або результати перевіряються за допомогою контрольних формул;

- записи виконують чітко і розбірливо; не допускаються виправлення невірно записаного чи обчисленого числа по написаному – помилкове число закреслюють однією лінією і над ним пишуть правильне число.

В геодезичних обчисленнях доводиться мати справу переважно з наближеними числами. Щоб досягнути найбільшого ступеня наближення, слід дотримуватися наступних правил. У наближеному числі виділяють *десяткові знаки, значущі цифри і вірні цифри*. Десятковими знаками вважають всі цифри, що стоять після коми, значущими цифрами - всі цифри окрім нулів, що стоять перед першою і після останньої значущими цифрами (наприклад, у числі 0,0204 чотири десяткових знаки і три значущих цифри). Вірними називаються усі числа, що заслуговують на довіру. Наприклад, вимірюючи лінію з точністю до 1 м, отримують результат 285,41 м. Вірними будуть цифри 285, останні дві цифри невірні. Під час обчислень показують таку кількість значущих цифр, десяткових знаків, які забезпечують потрібну точність результатів і не завантажують обчислення невірними або непотрібними цифрами. У тих випадках, коли наближене число містить зайву кількість невірних значущих цифр, їх заокруглюють. При цьому користуються наступним правилом: під час виконання наближених обчислень кількість значущих цифр проміжних результатів не повинна перевищувати кількості вірних цифр більше, ніж на одну чи дві одиниці. Остаточний результат може містити не більше однієї

зайвої значущої цифри. Числа заокруглюють за загальним правилом: якщо наступна після цифри, що залишається, менша п'яти, то її і решту цифр відкидають, якщо більше п'яти - до останньої цифри, що залишається, додають одиницю. Наприклад, число π послідовно заокруглюють так: 3,14159; 3,1416; 3,142; 3,14.

Якщо в числі остання цифра 5, то її заокруглюють до парної цифри, наприклад, 10,375 – до 10,38; 0,245 – до 0,24.

Під час виконання арифметичних дій з наближеними числами доцільно керуватися наступними правилами:

– додаючи чи віднімаючи числа з неоднаковою кількістю десяткових знаків, залишають стільки десяткових знаків, скільки їх має число з найменшою кількістю десяткових знаків, плюс один запасний знак. В сумі чи різниці залишають стільки десяткових знаків, скільки має число з найменшою кількістю знаків;

– перемножуючи чи ділячи числа з неоднаковою кількістю значущих цифр, залишають стільки значущих цифр, скільки їх має число з найменшою кількістю значущих цифр, плюс одна цифра. У добутку чи частці зберігають стільки значущих цифр, скільки їх має число з найменшою кількістю значущих цифр;

– підносячи числа до степеня, у результаті залишають стільки значущих цифр, скільки їх було у числі, яке підносилось до степеня;

– добуваючи корінь з числа, у результаті залишають стільки значущих цифр, скільки вірних цифр має підкореневе число.

Розв'язання задач

Задача 3.1. *Лінія виміряна сталевією стрічкою, довжина якої дорівнює 0,163 м. На стрічці є 20 позначених поділок. Відлічування виконують, вважаючи, що одна поділка — це метр номінальної довжини. Чому дорівнює Довжина виміряної лінії, якщо кількість укладень стрічки 15, а залишок, виміряний тією ж стрічкою, дорівнює 17,37 м?*

Розв'язання.

Введемо умовні позначення для вихідних даних та величини, що визначається:

S – довжина лінії, що визначається;

$l_0 = 20,000$ м – номінальне значення довжини мірної стрічки;

$l = 20,163$ м – фактичне значення довжини мірної стрічки (отримано з компарування стрічки);

n – кількість укладень стрічки;

$r = 17,37$ м – залишок лінії, виміряної стрічкою, довжина якої дорівнює 20,163 м.

Довжина лінії визначається за формулою:

$$S=l \times n + \frac{l}{l_0} \cdot r, \quad (12)$$

при цьому коефіцієнт $\frac{l_0}{l} = \frac{20,163}{20} = 1,008$, служить для введення поправки в залишок r за рахунок того, що фактична довжина мірної стрічки $l = 20,163$ і не дорівнює 20,000 м. Фізична суть цього коефіцієнта - це реальна довжина одного метра стрічки, використаної для вимірювання.

Відповідь. Довжина лінії, виміряної стрічкою дорівнює:

$$S = 20,163 \times 15 + \frac{20,163}{20} \times 17,37 = 319,96 \text{ м}$$

Задача 3.2. Дано результати рівноточних вимірів однієї і тієї ж лінії:

280,63 280,55 280,68 280,60 280,51 280,65

Істинне значення довжини лінії X — **280,62 м**. Визначити середню квадратичну і відносну похибку одного виміру.

Розв'язання.

Середню квадратичну похибку одного виміру m_s , яка характеризує весь даний ряд із шести вимірів, визначають за істинними похибками вимірів Δ_i за формулою (6).

Обчислення виконують у такій послідовності:

1. Обчислюють відхилення (істинні похибки)

$$\Delta_i = S_i - X \quad (13)$$

кожного значення виміряної величини S_1, S_2, \dots, S_n від його істинного значення.

2. За формулою Гауса (6) обчислюють середню квадратичну похибку одного виміру.

3. Якщо оцінюють вимірювання лінійної величини, то обчислюють відносну середню квадратичну похибку одного виміру за формулою:

$$f_{\text{відн}} = \frac{m_s}{X}. \quad (14)$$

Результати вимірювань та обчислень подано в таблиці 1.

Таблиця 1

№№ вимірів	Виміряні значення лінії S_i	$\Delta_i = S_i - X$	Δ_i^2	$m_s = \sqrt{\frac{0,0220}{6}} = 0,06 \text{ м};$ $f_{\text{відн}} = \frac{m_s}{X};$ $f_{\text{відн}} = \frac{0,06}{280,62} = \frac{1}{4680}$
1	280,63	+0,01	0,0001	
2	280,55	-0,07	0,0049	
3	280,68	+0,06	0,0036	
4	280,60	-0,02	0,0004	
5	280,51	-0,11	0,0121	
6	280,65	$\pm 0,03$	0,0009	

	X=280,62		$[\Delta_i^2]=0,0220$	
--	----------	--	-----------------------	--

Відповідь. Середня квадратична похибка одного виміру $m_s=0,06$ м, відносна похибка $f_{відн.}=\frac{1}{4680}$.

Задача 3.3. Дано шість результатів рівноточних вимірів однієї і тієї ж лінії S.

305,16 305,03 305,21 305,10 305,23 305,07

Визначити найнадійніше значення \bar{S} та відносну похибку $f_{відн.}$ цього значення.

Розв'язання.

Точність результатів багаторазових вимірів однієї і тієї ж величини оцінюють у такій послідовності:

1. Знаходять імовірне (найточніше для даних умов) значення виміряної величини за формулою арифметичної середини

$$\bar{S}=\frac{[S_i]}{n} \quad (15)$$

2. Обчислюють відхилення (імовірні похибки)

$$\delta_1=S_1-\bar{S} \quad (16)$$

кожного значення виміряної величини S_1, S_2, \dots, S_n від значення арифметичної середини.

3. Контроль обчислень:

$$[\delta]=0 \quad (17)$$

4. За формулою Бесселя (7) обчислюють середню квадратичну похибку одного виміру.

За формулою (8) визначають середню квадратичну похибку арифметичної середини.

5. Якщо оцінюють вимірювання лінійної величини, то обчислюють відносну середню квадратичну похибку кожного виміру за формулою (13) і арифметичної середини за формул:

$$f_{відн.}=\frac{M_S}{S} \quad (18)$$

6. В разі необхідності обчислюють граничну похибку одного виміру, яка може служити допустимим значенням похибок аналогічних вимірювань.

Результати вимірювань та обчислень подано в таблиці 2.

Таблиця 2

№№ вимірів i	Виміряні значення лінії S_i	$\delta_i = \bar{S} - S_i$	δ_i^2	$m_s = \sqrt{\frac{0,318}{6-1}} = 0,08 м;$ $M_S = \frac{0,08}{\sqrt{6}} = 0,03 м;$
1	305,16	-0,03	0,0009	
2	305,03	+0,10	0,0100	

3	305,21	-0,08	0,0064
4	305,10	+0,03	0,0009
5	305,23	-0,10	0,0100
6	305,07	$\pm 0,06$	0,0036
	$\bar{S} = 305,13$	$[\delta_i] = -0,02$	$[\delta_i^2] = 0,03018$

Відповідь: $\bar{S} = 305,13 \text{ м}; f_{\text{відн}} = \frac{1}{10170}$.

Задача 3.4. Дано результати рівноточних вимірів одного і того ж кута:
 $50^\circ 41' 18''$ $50^\circ 41' 03''$ $50^\circ 41' 12''$ $50^\circ 41' 21''$ $50^\circ 41' 09''$ $50^\circ 41' 15''$.

Обчислити найнадійніше значення кута, середню квадратичну похибку одного виміру та кінцевого значення.

Порядок розв'язання даної задачі аналогічний до розв'язання задачі 3.3.

Введемо позначення:

β_i – виміряні кути ($i = 1, 2, 3, \dots, 6$);

$\bar{\beta}$ – найнадійніше (найімовірніше) значення кута;

m – середня квадратична похибка одного виміру кута;

$m_{\bar{\beta}}$ – середня квадратична похибка кінцевого значення кута (тобто кута

$\bar{\beta}$).

Результати вимірювань та обчислень подано в таблиці 3.

Таблиця 3

№№ вимірів	Виміряні значення кута β_i	$\delta_i = \beta_0 - \beta_i$	δ_i^2	$m_{\beta} = \sqrt{\frac{210}{6-1}} = 6,5'';$ $M_{\beta} = \frac{6,5}{\sqrt{6}} = 3'';$ $\bar{\beta} = 50^\circ 41' 13'' \pm 3''.$
1	$50^\circ 41' 18''$	-5''	25	
2	$50^\circ 41' 03''$	+10	100	
3	$50^\circ 41' 12''$	+1	1	
4	$50^\circ 41' 21''$	-8	64	
5	$50^\circ 41' 09''$	+4	16	
6	$50^\circ 41' 15''$	-2	4	
	$\bar{\beta} = 50^\circ 41' 13''$	$[\delta_i] = 00$	$[\delta_i^2] = 0,0318$	

Відповідь: $\bar{\beta} = 50^\circ 41' 13'';$ $m_{\beta} = 6,5'';$ $M_{\bar{\beta}} = 3''.$

Оцінку точності за різницями подвійних вимірів виконують у такій послідовності:

Обчислюють середнє значення з подвійних вимірів.

Обчислюють різниці d подвійних вимірів.

За формулою (9) обчислюють середню квадратичну похибку одного виміру.

За формулою (10) обчислюють середню квадратичну похибку середнього

результату із двох вимірів.

Задача 3.5. На метеостанції температура повітря вимірювалась у різний час доби двома однаковими термометрами.

Необхідно визначити середню квадратичну похибку вимірювання температури повітря одним термометром та середнього значення з одночасних вимірювань двома термометрами.

Розв'язання

Значення виміряних температур повітря та оцінку точності вимірювань записують за формою, поданою в таблиці 4.

Таблиця 4

№№ вимірів	Час вимірювань, год	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{сеп}} = \frac{t_1 + t_2}{2}$	$d = t_1 - t_2$	d^2	Обчислення
1	0	12,4	12,6	12,5	-0,2	0,04	$m_1 = \sqrt{\frac{0,55}{24}} = 0,15^\circ$ $M_1 = 0,5\sqrt{\frac{0,55}{12}} = 0,11^\circ\text{C}$
2	2	11,7	11,8	11,8	-0,3	0,09	
3	4	12,0	12,0	12,0	0	0	
4	6	15,1	14,7	14,9	0,4	0,16	
5	8	16,0	15,9	16,0	+0,1	0,01	
6	10	20,5	20,6	20,6	-0,1	0,01	
7	12	24,9	25,2	25,0	-0,3	0,09	
8	14	25,2	25,2	25,2	0	0	
9	16	24,4	24,2	24,3	+0,2	0,04	
10	18	20,1	20,0	20,0	+0,1	0,01	
11	20	16,1	16,4	16,2	-0,3	0,09	
12	22	13,5	13,4	13,4	+0,1	0,01	
					$[-0,3]$	0,55	

Відповідь: $m_1 = 0,15^\circ$; $M_1 = 0,11^\circ\text{C}$

Похибка функції виміряних величин.

В практиці геодезичних робіт нерідко виникає необхідність знайти середню квадратичну похибку функції, якщо відомі середні квадратичні похибки її аргументів, і навпаки. Формули для оцінки точності різного виду функцій виміряних величин подано в таблиці 5.

Таблиця 5

Назва функції	Вид функції	Середня квадратична похибка функції
Добуток виміряної величини на постійний множник	$u = kx$	$m_u = km_x$
Сума або різниця двох виміряних величин	$u = x \pm y$	$m_u^2 = m_x^2 + m_y^2$
Алгебраїчна сума декількох	$u = x \pm y \pm \dots \pm w$	$m_u^2 = m_x^2 + m_y^2 + \dots + m_w^2$

вимірних величин		
Лінійна функція	$u = k_1 x \pm k_2 y \pm \dots \pm k_n w$	$m_u^2 = k_1^2 m_x^2 + k_2^2 m_y^2 + \dots + k_n^2 m_w^2$
Функція загального виду	$u = f(x, y, \dots, w)$	$m_u^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial w}\right)^2 m_w^2$

Приклади оцінки точності різного виду функцій вимірних величин подано нижче.

Задача 3.6. Радіус кола виміряно з точністю $m_r = 0,01$ м, визначити середню квадратичну похибку довжини кола m_c .

Розв'язання:

Дана функція має вигляд $C = 2\pi r$, отже.

$$m_c = 2\pi m_r = 6,28 \times 0,01 = 0,06 \text{ м.}$$

Задача 3.7. Визначимо точність кута β одержаного як різницю двох відліків, середні квадратичні похибки яких $m_1 = m_2 = 0,5'$.

Розв'язання:

Оскільки $\beta = E_2 - E_1$, де E_1 і E_2 – відліки, то $m_\beta = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} = 0,7'$.

Задача 3.8. З вимірювань двох ліній отримані результати:

$$S_1 = 430,00 \text{ м} \pm 0,35 \text{ м,}$$

$$S_2 = 380,00 \text{ м} \pm 0,21 \text{ м.}$$

З них визначено віддали

$$S' = S_1 + S_2 \text{ і } S'' = S_1 - S_2$$

Оцінити точність обчислених значень S' і S'' .

Розв'язання:

Для оцінки точності суми або різниці двох вимірних величин застосовується формула:

$$m_u^2 = m_1^2 + m_2^2.$$

$$m_{S'}^2 = m_{S''}^2 = m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2 = (0,35)^2 + (0,21)^2 = 0,1225 + 0,0441 = 0,1666.$$

Звідки

$$m_{S'} = m_{S''} = \pm \sqrt{0,1666} \approx \pm 0,41.$$

Отже, $S' = 810,00 \text{ м} \pm 0,41 \text{ м}$, відносна похибка $\frac{1}{1976}$. $S'' = 50,00 \text{ м} \pm 0,41 \text{ м}$,

відносна помилка $\frac{1}{122}$.

Задача 3.9. У нівелірному ході довжиною 1200 м середня квадратична похибка перевищення на одній станції $m_{hcm} = \pm 1,8$ мм. Знайти середню квадратичну похибку перевищення між кінцевими пунктами ходу, якщо довжина візирного променя 75 м.

Розв'язання:

Віддаль між сусідніми точками ходу складає 150 м, отже, у всього ході є 8 станцій. Оскільки перевищення між кінцевими пунктами є алгебраїчна сума усіх перевищень ходу, то похибка ходу m_{hxy} буде обчислюватися за формулою

$$m_u^2 = m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2.$$

При

$$m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_n = m$$

$$m_u = \pm m\sqrt{n}$$

Отже

$$m_{hxy} = \pm m_{hcm} \sqrt{n}; \quad m_{hxy} = \pm 1,8 \text{ мм} \sqrt{8} = 5,2 \text{ мм}.$$

Задача 3.10. Визначити середню квадратичну похибку m_z функції

$$z = 5x - 2y + 3t, \text{ якщо } m_x = 0,03; \quad m_y = 0,12; \quad m_t = 0,18.$$

З курсу теорії похибок відомо, що середня квадратична похибка m_z функції

$$z = k_1x \pm k_2y \pm k_3t,$$

обчислюється з виразу

$$m_z^2 = k_1^2 \times m_x^2 + k_2^2 \times m_y^2 + k_3^2 \times m_t^2.$$

Підставивши у формулу значення k_1 , k_2 , k_3 , m_x , m_y і m_t , обчислюють значення m_z :

$$m_z^2 = 25 \times 0,03^2 + 4 \times 0,12^2 + 9 \times 0,18^2 = 0,3717.$$

$$m_z = \sqrt{0,3717} = 0,61$$

Відповідь. $m_z = 0,61$.

Задача 3.11. Виміряні довжини дачної ділянки $a = 30,00$ м з середньою квадратичною похибкою 2 см та її ширина $b = 20,00$ м з тією ж квадратичною похибкою. Знайти середню квадратичну похибку площі ділянки.

Розв'язання:

Функція має вигляд

$$S = a \cdot b$$

$$m_P^2 = \left(\frac{\partial P}{\partial a}\right)^2 m_a^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial b}\right)^2 m_b^2.$$

Оскільки $\frac{\partial P}{\partial a} = b$, $\frac{\partial P}{\partial b} = a$, $m_a = m_b = m_{a,b}$. то

$$m_P = m_{a,b} \sqrt{b^2 + a^2} = 0,02 \sqrt{20^2 + 30^2} = 0,72 \text{ м}^2.$$

Задача 3.12. У трикутнику ABC (рис.3.) поміряно сторону $AC = b$, кут $CAB = \alpha$ і кут $ACB = \gamma$.

Оцінити точність сторони a для таких даних:

$$b = 184,01 \text{ м} \pm 0,16 \text{ м}$$

$$\alpha = 58^\circ 32,2' \pm 0,3'$$

$$\gamma = 54^\circ 42,5' \pm 0,3'$$

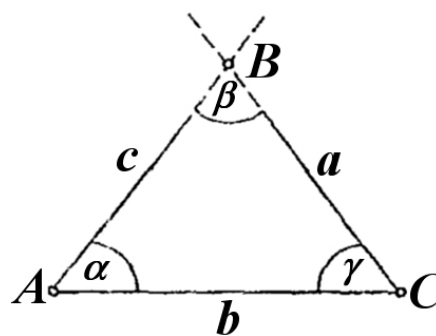


Рис. 3.

Розв'язання.

За теоремою синусів маємо

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta},$$

звідки

$$a = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} b.$$

Оскільки сума кутів у трикутнику дорівнює 180° , то кут β можна обчислити через безпосередньо виміряні кути α і γ

$$\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma)$$

і тоді отримаємо

$$a = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} b.$$

Застосування формули середньої квадратичної похибки функції загального виду, маємо

$$\frac{\partial a}{\partial \alpha} = b \frac{\sin(\alpha+\gamma)\cos\alpha - \sin\alpha\cos(\alpha+\gamma)}{\sin^2(\alpha+\gamma)} \frac{1}{\rho'}$$

$$\frac{\partial a}{\partial \gamma} = b \frac{\sin\alpha\cos(\alpha+\gamma)}{\sin^2(\alpha+\gamma)} \frac{1}{\rho'}$$

$$\frac{\partial a}{\partial b} = \frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha+\gamma)}$$

Підставивши у формулу значення

$$\begin{aligned} \sin\alpha &= 0,8529 \\ \cos\alpha &= 0,5220 \\ \sin(\alpha+\gamma) &= 0,9188 \\ \cos(\alpha+\gamma) &= 0,3948 \\ \frac{1}{\rho'} &= \frac{1}{3438'} \end{aligned}$$

отримаємо

$$\frac{\partial a}{\partial \alpha} = \frac{184,01}{3438} \times \frac{0,9188 \times 0,5220 - 0,8529 \times 0,3948}{(0,9188)^2} \approx 0,0090;$$

$$\frac{\partial a}{\partial \gamma} = \frac{184,01}{3438} \times \frac{0,8529 \times 0,3948}{(0,9188)^2} \approx -0,535 \times (0,399) \approx -0,0213;$$

$$\frac{\partial a}{\partial b} = \frac{0,8529}{0,9188} \approx 0,928;$$

$$\begin{aligned} m_a^2 &= (0,0090)^2 \times (0,3)^2 + (-0,0213)^2 \times (0,3)^2 + (0,928)^2 \times (0,16)^2 = \\ &= 7,29 \times 10^{-6} + 40,90 \times 10^{-6} + 22046 \times 10^{-6} \approx 22094 \times 10^{-6} \approx 0,0221; \end{aligned}$$

$$m_a = \pm \sqrt{0,0221},$$

звідки

$$m_a = \pm 0,149 \text{ м}$$

Нерівноточні вимірювання.

Нерівноточними називаються такі вимірювання $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$, які виконані відповідно з різними середніми квадратичними похибками $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ через різну кількість прийомів, використання приладів різної точності, різних умов тощо.

Для визначення загального результату арифметичної середини у цьому випадку користуються формулою:

$$\bar{x} = \frac{l_1 P_1 + l_2 P_2 + l_3 P_3 + \dots + l_n P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (19)$$

де P_i - допоміжні числа, умовно названі вагами вимірювань, які визначають ступінь надійності результатів.

Ваги визначають за формулою:

$$P_i = \frac{\mu^2}{m_i^2}, \quad (20)$$

де μ – безрозмірний коефіцієнт.

Поняття ваги можна застосовувати і для будь-якої функції F вимірних величин. Вагу P_F функції F з відомою її середньою квадратичною похибкою m_F обчислюють за формулою:

$$P_F = \frac{\mu^2}{m_F^2}. \quad (21)$$

Величину μ називають "похибкою одиниці ваги", бо якщо $P_i=1$, то $\mu = m_i$. З вищенаведених формул маємо

$$m_F = \frac{\mu}{\sqrt{P_F}}, \quad \mu = m_F \sqrt{P_F}. \quad (22)$$

Величину оберненої ваги називають просто "оберненою вагою" і позначають буквою q для ваги виміру і Q для ваги функції.

Використовуючи формули (20-23) у практиці проектування геодезичних вимірювань та їхнього опрацювання, розв'язують дві основні задачі:

- 1) встановлення ваг нерівноточних або різнорідних вимірів з метою спільного опрацювання результатів;
- 2) визначення ваги функції нерівноточних вимірів аргументів для отримання середньої квадратичної похибки функції, і навпаки.

Задача 3.13. Визначити найнадійніше значення кута з наступних даних:

Таблиця 6

№№ з/п	Величина кута	Кількість вимірів
1	62°13'22"	4
2	62°13'30"	5
3	62°13'20"	3

4	62°13'34"	2
5	62°13'26"	7

В даній задачі виконується опрацювання нерівноточних вимірів одного й того ж кута β .

Подані в таблиці дані слід розуміти наступним чином: кут $\beta_1 = 62^\circ 13' 22''$ одержано як середнє арифметичне з чотирьох прийомів вимірів визначуваного кута у першу видимість; кут $\beta_2 = 62^\circ 13' 30''$ - це середнє арифметичне із п'яти прийомів вимірів того ж самого кута у другу видимість і так далі. Як бачимо, всі значення кута β , подані у графі "Величина кута", виміряні різною кількістю прийомів, тому ці значення є нерівноточними. Внаслідок цього за остаточне (найімовірніше) значення кута β_0 не можна прийняти середнє арифметичне із значень кута, наведених у графі "Величина кута".

Найімовірніше (найнадійніше) значення кута β_0 визначається як середньовагове з наведених значень кута, де за вагу P_i кожного з цих значень приймають кількість прийомів вимірювань, із яких це значення обчислено. Так, вага першого значення кута $P_1 = 4$, вага значення другого результату $P_2 = 5$, третього – $P_3 = 3$ і так далі.

Найімовірніше значення кута отримують за формулою:

$$\beta_0 = \frac{[\beta_i P_i]}{[P_i]} = \frac{[\beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 + \beta_3 P_3 + \beta_4 P_4 + \beta_5 P_5]}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}$$

Оскільки значення градусів і мінут в усіх наведених результатах однакові, у формулу для значення β_i підставляють лише величини секунд відповідних кутів:

$$\beta_0 = 62^\circ 13'' + \frac{22 \times 4 + 30 \times 5 + 20 \times 3 + 34 \times 2 + 26 \times 7}{4 + 5 + 3 + 2 + 7} = 62^\circ 13' 26''$$

Відповідь. $\beta_0 = 62^\circ 13' 26''$.

Література

1. Баканова В.В. Практикум по геодезии. – М.: Недра, 1983.
2. Гиршберг М.А. Геодезия, ч.і. – М.: Недра, 1967.
3. Измайлов П.И. Практикум по геодезии. М.: Недра, 1970.
4. Чеботарев А.С. Геодезия, ч.і. - М: Геодезиздат, 1955.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

СКЛАДАННЯ КОНТУРНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ З ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ САЗПР НА ПРИКЛАДІ ПАКЕТУ ПРОГРАМ DIGITALS

(за матеріалами теодолітного знімання)

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ

Результати знімачь можуть бути представлені у вигляді цифрового або електронного топографічного плану.

Цифровий топографічний план - це цифрова модель місцевості, що сформована з урахуванням законів картографічної генералізації у прийнятих для планів проєкціях, розграфлення, системі координат та висот і записана на магнітних (оптичних) носіях.

Цифровий топографічний план, візуалізований з використанням програмних і технічних засобів у прийнятій системі умовних знаків, прийнято називати електронним топографічним планом.

Цифрові топографічні плани одержують шляхом запису просторових координат об'єктів місцевості і кодів їх характеристик у числовому вигляді в процесі польового топографічного знімання, а також фотограмметричним шляхом за аерофотознімками (цифровими знімками) і за графічними оригіналами.

Застосування цифрових та електронних топографічних планів дає змогу автоматизувати:

- складання топографічних планів у різних масштабах, їх оновлення і тиражування (видання);
- розв'язання прикладних задач із використанням додаткової інформації.

Цифрові топографічні плани місцевості повинні задовольняти такі вимоги:

- створюватися із занесенням інформації на номенклатурні планшети, що покривають місцевість у рамках топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500;

- створюватися у системі координат 1942 р. у проєкції Гаусса і Балтійській 1977 р. системі висот. В окремих випадках можуть створюватися в місцевій системі координат і висот, що зв'язана з загальнодержавною;

- забезпечувати можливість машинного визначення даних про місцеположення об'єктів та їх характеристик згідно з прийнятими умовними знаками;

- включати цифрові значення кількісних та якісних характеристик і кодів об'єктів у Єдиній системі класифікації і кодування картографічної інформації (Класифікатор топографічної інформації (інформація, що

відображається на картах і планах масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000)).

- мати класифікацію об'єктів та елементів місцевості, яка відповідає класифікації, що прийнята для топографічних планів масштабу 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500;

- мати середні помилки в плані і по висоті, що відповідають нормам;

- включати поряд з масивами даних відповідних елементів зміст топографічних планів і службово-довідкову інформацію.

Технологія створення цифрових топографічних планів передбачає такі основні процеси:

- збір цифрової інформації;

- цифрову обробку;

- накопичення і зберігання;

- графічне відображення;

- редагування.

Цифрова обробка топографічної інформації вміщує три самостійних етапи робіт.

Перший етап - це первинна обробка зібраної різноманітної топографічної інформації і приведення її до єдиного уніфікованого вигляду. Вона передбачає обчислення плоских або просторових координат знімальних точок у заданій системі, формування знімальної інформації за її належністю до об'єктів місцевості.

Другим етапом цифрової обробки є створення цифрової моделі місцевості (ЦММ). В основі цифрового моделювання місцевості лежить така організація результатів знімання ситуації і рельєфу, яка дає змогу відображати точки області моделювання в дискретне середовище топографічної інформації, тобто для кожної точки даної області отримувати заданий набір топографічних даних.

Третій етап цифрової обробки топографічної інформації полягає у формуванні на основі ЦММ цифрових моделей всіх елементів створюваного плану, тобто в перетворенні ЦММ у цифровий та електронний топографічний план. На цьому етапі інформація, що є в ЦММ, трансформується в топографічну у відповідності з конкретними вимогами до змісту, масштабу, висоти перерізу рельєфу, математичної основи, системи умовних знаків тощо. Конкретними об'єктами є окремі структури цифрової моделі місцевості. До цієї обробки входять калібрування, апроксимація рельєфу та інтерполювання горизонталей, формування моделей умовних знаків, розміщення цих знаків, автоматизоване редагування і генералізація, зшивання та нарізання інформації, зв'язки по рамках тощо.

Заключним процесом створення цифрових топографічних планів є відображення планів за допомогою ЕОМ і систем графічного виводу, тобто отримання видавничого оригіналу для його наступного можливого тиражування.

На всіх етапах створення цифрових топографічних планів здійснюється редагування.

Редагування - це система керівництва процесами створення цифрових топографічних планів, які ґрунтуються на вимогах, що висувуються до них і до технології їх виготовлення.

ЗМІСТ ЗАВДАННЯ

У завданні, що пропонується, знімання виконувалось на основі замкненого та розімкненого ходів із шести точок (станцій).

Для виконання завдання методичними рекомендаціями передбачено польовий журнал знімання ділянки (додаток 1) та схему теодолітних ходів (додаток 2).

На кожній точці виміряні горизонтальні кути та віддалі між точками теодолітних ходів, а також кути нахилу ліній. Під час знімання ділянки складено абрис .

Кожний студент виписує, згідно з порядковим номером журналу відвідувань занять, свої вихідні дані:

- а) дирекційний кут лінії a_{1-2} (додаток 3);
- б) координати точки $x_1: y_1$ (додаток 3);

Обчислювальні та графічні дії виконують у наступній послідовності:

1. Обчислюють координати вершин теодолітних ходів з допомогою програми Geodesy (Додаток 4, 5).
2. Складають та графічно оформлюють план ділянки (Додаток 6).

Всі роботи виконуються в спеціалізованій лабораторії на ліцензійному програмному забезпеченні.

1. ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК ТЕОДОЛІТНИХ ХОДІВ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ



Обчислювальне опрацювання куткових та лінійних вимірів виконують у програмі *Geodesy для Windows*. Дана програма призначена для обробки польових вимірів полігонометричних мереж (теодолітної зйомки) і тахеометричної зйомки. Введені дані зберігаються у внутрішньому форматі * .GDS. Результати розрахунків можна вивести у вигляді звітів, щодо урівноваження мереж полігонометрії та теодолітних ходів, відомостей про визначення координат і відміток висот тахеометричної зйомки, а також експортувати дані у формат Digital's * .DMF .

1.1 Імпорт вихідних даних теодолітного знімання

Програма дозволяє задавати вихідні пункти (опорні точки) кількома способами. Один з них - безпосереднє введення їх координат в програмі, використовуючи команду "Хід | Вихідні дані". При цьому з'являється вікно, в якому можна переглянути та змінити координати вихідних пунктів (мал.1).

Для додавання наступної вихідної точки достатньо натиснути клавішу Enter на значенні «Z» останнього рядка. Програма автоматично присвоює нову точку наступного по порядку номеру. При зміні координат вихідних пунктів результати переобчислюються.

Исходные данные

Средние квадратические ошибки измерений

Гориз. углов, сек	30	Длин, мм	50
Вертик. углов, сек	60	Высоты INSTR., мм	10
		Высоты визир., мм	20

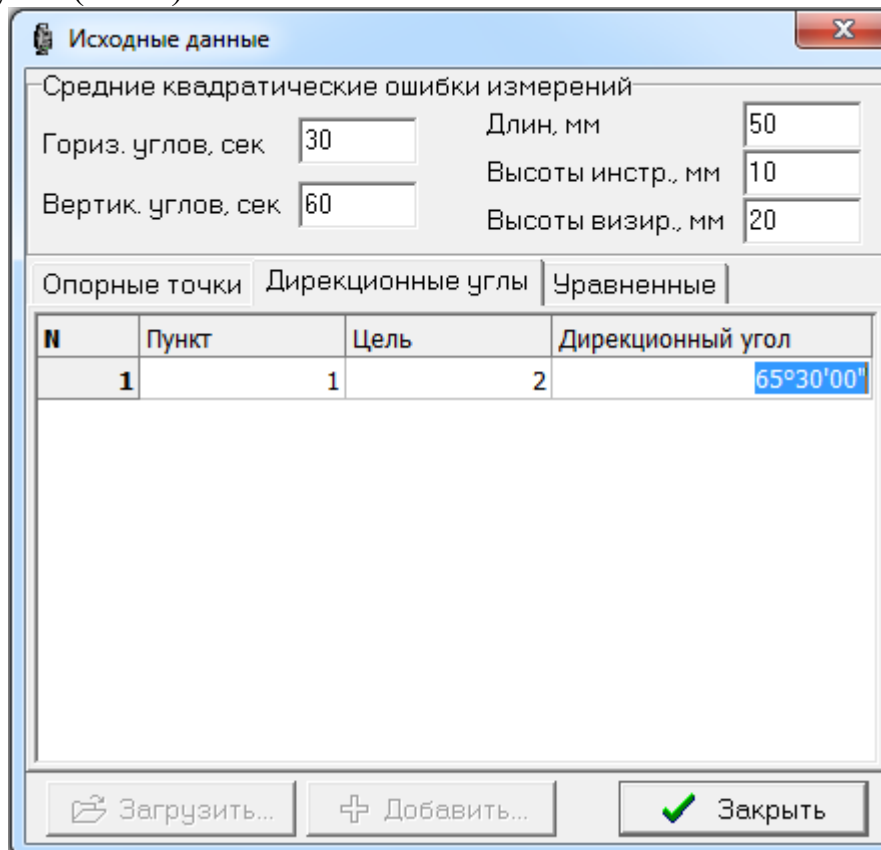
Опорные точки | Дирекционные углы | Уравненные

№	Пункт	X	Y	Z	Огран	
1	1		0	0	0	<input type="checkbox"/>

Загрузить... + Добавить... Закрыть

Мал.1 Меню імпорту вихідних даних опорних точок

Для введення вихідних дирекційних кутів потрібно перейти на закладку "Дирекційні кути" (мал.2).



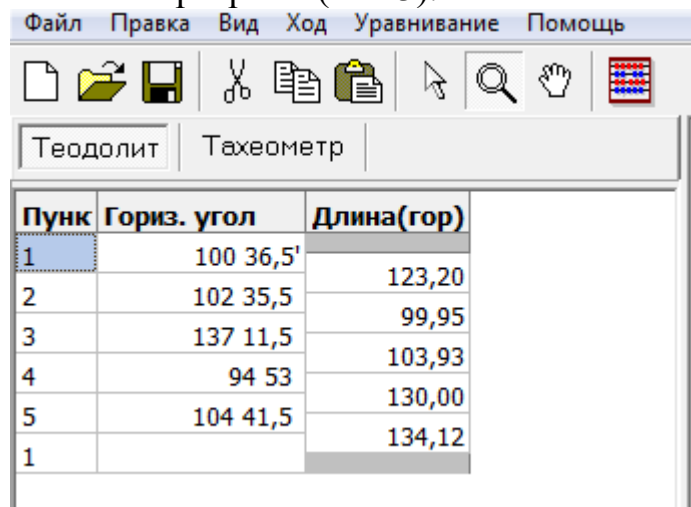
Мал.2 Меню імпорту вихідних даних дирекційних кутів

Введення помилок вимірів так само проводиться в діалоговому вікні Вихідні дані . Ці дані будуть використовуватися при урівноваженні ходу полігонометрії / теодолітних ходів.

1.2 Імпорт даних вимірянних кутів та ліній

Для початку нового проекту використовується команда "Файл | Створити" .

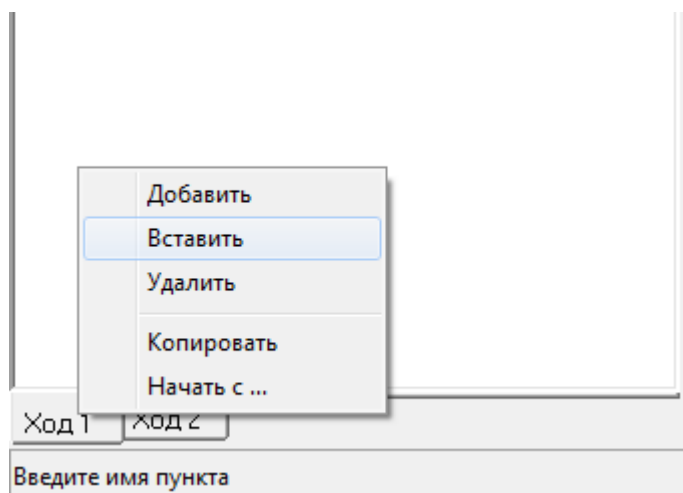
Редагуються та вносяться дані вимірювань в таблиці, яка знаходиться в лівій частині основного вікна програми (мал.3).



Мал.3 Меню вихідних даних для опрацювання

Щоб вставити новий рядок перед тим, де знаходиться курсор використовується команда " Правка | Вставити рядок" . Для видалення - "Правка | Видалити рядок" . Ті ж операції можна виконати за допомогою команд контекстного меню, яке викликається правою кнопкою миші.

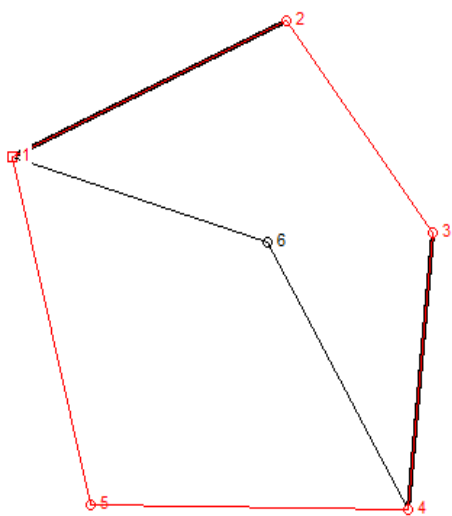
Команда "Додати" додає наступний по порядку хід. Для вставки ходів перед активним використовується команда "Вставити" , для видалення ходу - "Хід | Видалити" . Ці операції також можна виконати за допомогою контекстного меню, яке викликається "натисненням" правої кнопки миші на підписі закладки ходу (мал.4).



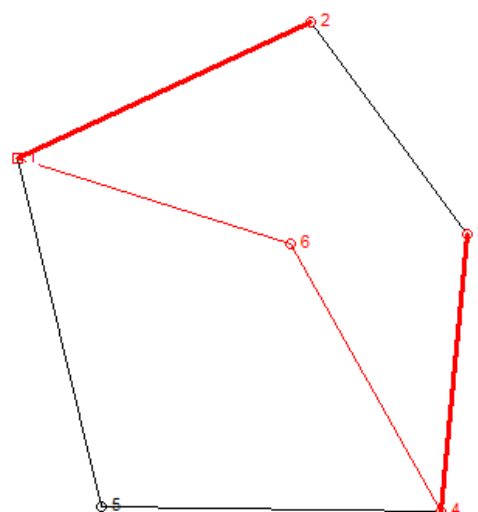
Мал.4 Створення наступного ходу.

1.3 Попередній перегляд результатів робіт

Схема переміщення відображається в масштабі, при якому всі об'єкти розміщуються у вікні (Мал.5,6). Активний хід відображається червоним кольором. Точки теодолітних входів показані у вигляді кружечків.



Мал.5 Схема зімкненого ходу.



Мал.6 Схема діагонального ходу.

Масштаб можна змінити за допомогою миші за схемою в режимі збільшення (зменшення). Команди "Вигляд | збільшити " та " Вигляд | зменшити" використовуються для збільшення та зменшення масштабу відповідно.

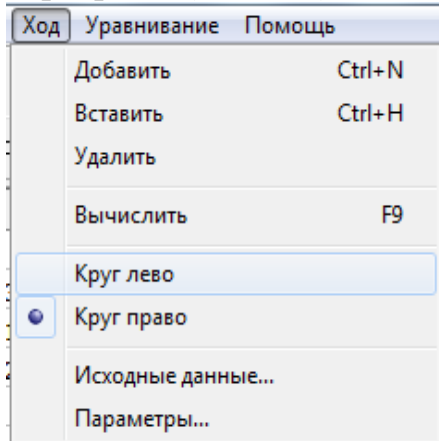
Командою " Вигляд | Показати все" можна повернути масштаб у вихідний стан.

Утримуючи клавішу Shift, лівою кнопкою миші, переміщаючи мишу, можна "прокручувати" вміст даного вікна.

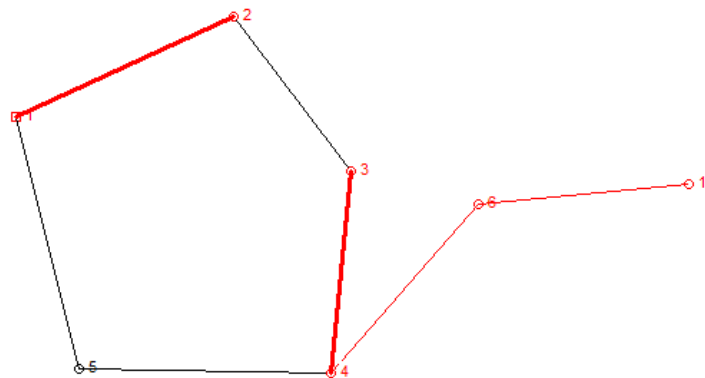
Утримуючи клавішу Alt і натиснувши мишкою, можна вказати опорні точки для активного ходу. Лівою кнопкою миші вказують першу точку ходу, правою - наступну точка по ходу.

1.4 Перевірка та редагування результатів робіт

Для зміни ознаки положення круга, "круг зліва" на "круг справа", необхідно вибрати потрібний варіант з меню "Хід" або використати ліву кнопку миші в вікні з надписом "КЛ" ("КП") в рядку стану в правому нижньому куті вікна програми (Мал.7,8).



Мал.7 Зміна схеми обчислень.



Мал.8 Схема діагонального ходу при КЛ.

1.5 Формування звітів

Для видачі відомостей координат точок повороту теодолітних ходів використовується команда "Файл| Звіт | Горизонтальна зйомка" .

Крім даних про точність у звіті відображається інформація про кутові, лінійні та відносні нев'язки ходів, що дає можливість оперативного аналізу введених даних (Дод. 4,5).

Звіти за обчисленнями, створює безпосередньо програма Geodesy, видаються в текстовому вигляді. Отриманий звіт зручно зразу ж видавати в MS Excel (кнопка "Звіт | В MS Excel").

Перед видачею в MS Excel можна вибрати шрифт і його розмір кнопкою "Звіт | Шрифт ..." .

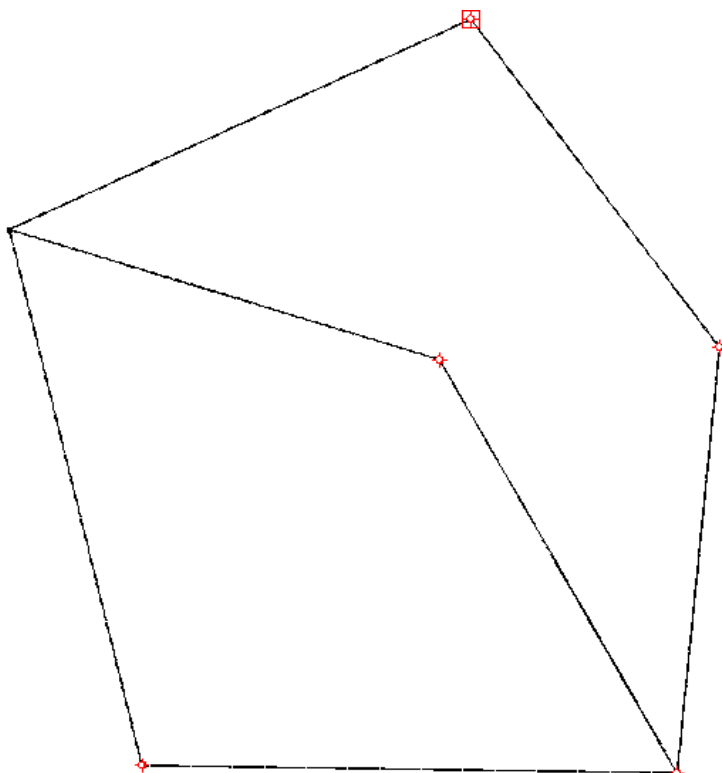
Щоб змінити таблицю підписів , а також задавати колонтитули для звіту, використовується діалогове вікно "Настройка звіту" , яке викликається кнопкою "Настройка ..." . В діалозі можна задати мову , на якій буде видано звіт.

1.6 Експорт даних

Результати обчислень експортуються безпосередньо в формат Digital 5.0 (файл * .DMF) командою "Файл | Експорт в DMF ..." . Усі експортовані точки будуть розміщені в окремому шарі, висоти та номери експортуються у вигляді параметрів "Z", "Пункт" (мал.9).

Для отримання схеми введення використовується команда «Файл | Експорт в DMF ... | Схема ходів» . Система теодолітних ходів об'єднана лініями і розміщена в окремому шарі. Щоб всі ходи формувалися як один об'єкт, необхідно включити опцію " Всі ходи в один об'єкт " .

Для експорту наборів точок теодолітних ходів та пікетних точок не пов'язаних лініями, використовується команда "Файл | Експортувати в DMF ... | Пікети"



Мал.9 Відображення обчисленого ходу в картографічному редакторі.

2. СКЛАДАННЯ ПЛАНУ

Кінцевим результатом теодолітного знімання є план (дод. 6).

Ситуацію наносять на план у точній відповідності з абрисом у послідовності виконання знімання. Спосіб нанесення ситуації залежить від вихідних даних окремого елемента. Нанесені об'єкти перевіряють, щоб переконатися у відсутності помилок.

Завдання: нанести на план масштабу 1:1000 теодолітні ходи за обчисленими координатами його вершин та ситуацію згідно абрису. План оформити у відповідності з «Умовними знаками для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.» (К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.).

Послідовність виконання завдання:

1. імпорт даних польових вимірювань в карту «шаблон» з відповідними умовними знаками;
2. нанесення підписів пунктів ходу за прямокутними координатами;
3. нанесення ситуації згідно абрису;
4. графічне оформлення плану.

2.1 Основні відомості про роботу в картографічному редакторі Digital.

2.1.1 Основи роботи в картографічному редакторі Digital.

При виконанні операцій в Digital використовуються стандартні принципи, прийняті для Windows-програм. Більшість дій в програмі: вибір і позначення об'єктів та елементів списків здійснюється натисканням лівої кнопки миші. Якщо вибір здійснюється при натисненні клавіші Ctrl - є можливість позначити декілька об'єктів або елементів списку.

Точки помічених об'єктів позначаються "вузлами". Якщо навести покажчик миші на "вузол", курсор змінить форму. Далі, утримуючи ліву кнопку миші і одночасно переміщаючи курсор миші, можна пересувати "захвачену" точку.

Якщо потрібно перемістити точку, розташовану на стику декількох об'єктів, так, щоб всі об'єкти, що прилягали один до одного в цьому місці, змінили контур, потрібно попередньо натиснути кнопку "скоби" на верхній панелі інструментів.

Права кнопка миші в більшості випадків викликає контекстне меню, яке містить основні операції, що застосовуються до позначених об'єктів або елементів списку.

Велику кількість комбінацій клавіш можна знайти в головному меню, наприклад, Файл | Зберегти Ctrl-V , Правка | Скасування Alt-Bksp , Збір | Завершити об'єкт F5 і т.д.

Незалежно від режиму розрізняють:

<+> і <-> Використовується для збільшення та зменшення зображення на екрані.

<Shift> При утриманні ця клавіша активізує режим "переміщення".

<F9> Перемикає між режимами Правка та Збір .

Режим Правка:

<Shift> При переміщенні точки тимчасово відключає "фіксування".

<C> Розділяє позначений об'єкт на дві частини в позиції курсора.

<D> Видаляє найближчу лінію (лінії) позначеного об'єкта (Видалити).

<E> Продовжує позначений об'єкт до перетину з найближчою лінією (розширення).

<S> Створює перехрестя з трьох помічених об'єктів.

Режим Збору:

<P> Виконує " фіксування " найближчої точки.

<L> Виконує "фіксування" найближчої лінії.

<I> Дозволяє "захопити" найближчий перетин лінії.

<E> Створює перпендикуляр до найближчої лінії.

<C> Починає новий об'єкт з кінця останнього зібраного об'єкта (продовження).

<N> Створює полігон, в якому знаходиться курсор.

2.1.2 Режими перегляду карт

Можливі наступні режими (Мал.10) перегляду карт на екрані (ці налаштування не впливають на друк):

Вигляд | Чорновий

У цьому режимі карти об'єктів відображаються без дотримання встановлених типів і товщин ліній, заливок, умовних знаків та підписів. Це самий швидкий режим перегляду. Невидимі лінії в цьому режимі відображаються як суцільні.

Вигляд | Звичайний

У цьому режимі об'єкти зображуються із дотриманням всіх встановлених атрибутів, крім товщин ліній. У цьому режимі вигляд зображення відображається з точністю в один піксель.

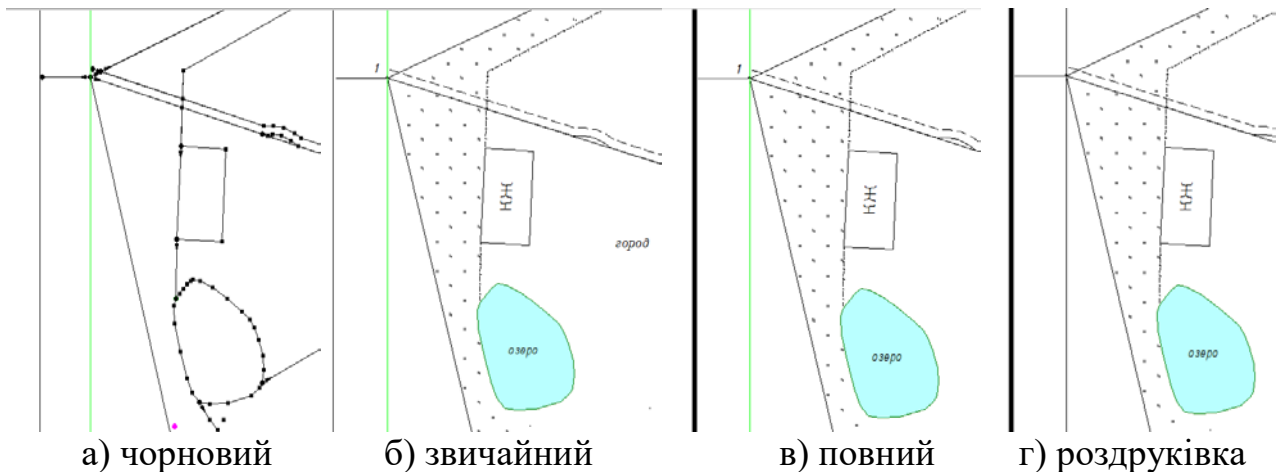
Вид | Повний

У цьому режимі об'єкти зображуються із дотриманням всіх встановлених атрибутів. Зображення на екрані має такий же вигляд, який карта буде мати на папері. Однак в цьому режимі не відбувається відсіювання елементів за рамкою, тобто зображена вся карта, а не область, обмежена рамкою .

Вигляд | Родруківка

Цей вигляд аналогічний повному, але відображається лише фрагмент карти, обмежений рамкою (тобто тільки те, що буде роздруковано на принтері). Якщо в цьому режимі на екрані нічого не відображається, потрібно задати правильні параметри рамки карти у властивостях карти (Кнопка «Властивості» на верхній панелі інструментів).

Об'єкти карти, шаблон яких мають стиль «Рамка та легенда», не відрізаються за рамкою при друку та попередньому перегляді.



Мал.10 Режими перегляду карт

2.2 Імпорт даних польових вимірювань в карту «шаблон» з відповідними умовними знаками

Для виконання завдання потрібно створити нову карту за допомогою команди «Файл |Створити |500».

Імпорт даних з карти в карту проводиться за допомогою команд верхньої панелі інструментів або за допомогою команд контекстного меню.

Для імпорту даних з карти згенерованої програмою Geodesy в файл створений операцією «Файл |Створити |500», потрібно маніпулювати операціями «Копіювати» та «Вставити».

Для досягнення мети треба переключитися на закладку «Збір» на правій панелі інструментів та вибрати поточний шар, в який будуть збиратися дані.

2.3 Нанесення підписів пунктів ходу за прямокутними координатами

2.3.1 Введення значень параметрів

Коли потрібні параметри створені та доступні для шарів, можна заповнити їх значення для окремих об'єктів.

Для цього потрібно перейти на закладку «Інфо» на правій інструментальній панелі і позначити об'єкт (або декілька об'єктів). На закладці розташована таблиця всіх доступних позначених параметрів об'єктів, де можна внести значення або змінити раніше введені значення.

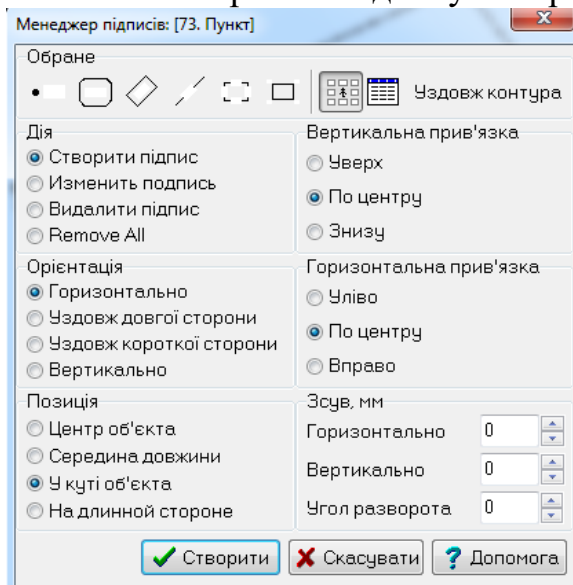
Щоб зберегти зміни значень параметрів, потрібно натиснути кнопку «ОК» під таблицею, а для відміни змін - кнопку «Скасування» .

Якщо позначено більше одного об'єкта, то в таблиці на закладці «Інфо» з'являються тільки ті параметри , які доступні для кожного з цих об'єктів. Якщо у зазначених об'єктах будь-який параметр приймає різні значення, то у відповідній ячейці таблиці виводиться знак «*» .

Якщо змінити значення параметра при декількох позначених об'єктах і підтвердити, натиснувши кнопку «ОК», то воно зміниться у всіх позначених об'єктах.

2.3.2 Створення/видалення підписів

Винесення певної інформації у вигляді підписів відбувається шляхом вибору параметрів списку на правій інструментальній панелі «Інфо» та натискання кнопки «Створити/видалити підписи». Дана кнопка визиває «Менеджер підписів», який володіє функціоналом, показаним на Мал.11. Кнопка «Створити» підписує вибрані підписи, або видаляє їх (Мал.12).



Мал.11 Менеджер підписів

• 2

• 6

• 3

Мал.12 Створені підписи

2.3.3 Операції з підписами

Підпис, створений автоматично, не завжди потрапляє в потрібну позицію. Інколи потрібно, розгорнути підпис або змінити його розмір.

Для операцій з підписом потрібно позначити об'єкт, який його містить. При цьому всі його підписи будуть позначені рамками. Далі можна редагувати будь-який підпис.

2.3.4 Переміщення підписів.

Для того, щоб перемістити підпис, потрібно підвести курсор до його центру.

Після того, як курсор змінить форму, потрібно натиснути ліву кнопку миші і, утримуючи її, перемістити підпис у потрібну позицію.

Примітка: потрібно включити режим «Зображення центрів» для того, щоб бачити центр підпису на екрані.

2.4. Нанесення ситуації згідно абрису

На створення елементів карти потрібно виділити один з шаблонів об'єктів і почати реєстрацію точок натисканням лівої кнопки миші. По завершенні збору натискають клавішу F5, або відповідну кнопку контекстного меню.

Для збору об'єктів іншого вигляду переходять на новий шаблон об'єкта.

Для збору об'єктів іншого шару вибирають новий шар зі списку «Активний шар» на закладці «Збір».

Коли об'єкт завершено, потрібно перейти на закладку «Правка» правої

панелі.

Для вибору шаблону потрібно натиснути відповідну кнопку на правій панелі інструментів. Якщо ні одна з кнопок не натиснена - то програма знаходиться в режимі збору незамкненої полілінії. Для замикання об'єкта в цьому випадку використовується клавіша F3 .

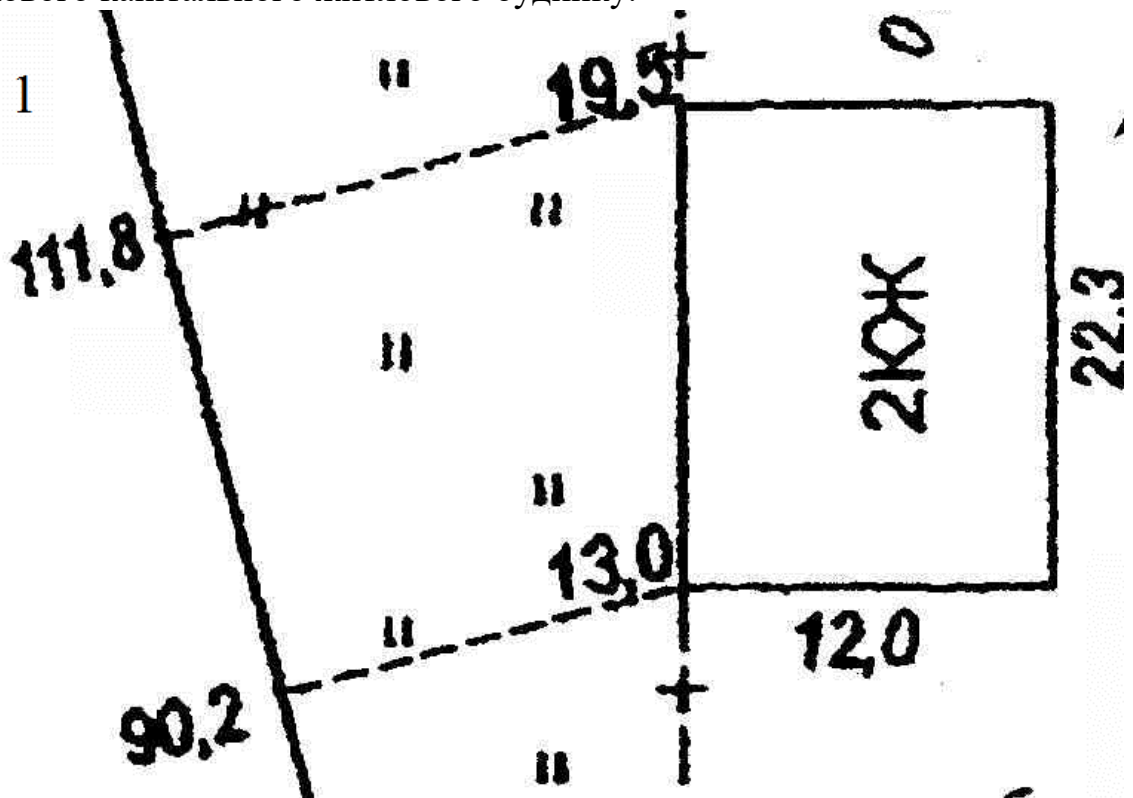
Полігон – шаблон збору елементів, що включає збір замкнутих об'єктів. При закінченні збору об'єкт замикається автоматично. Об'єкт також буде замикатися автоматично за раніше зібраним контуром, у випадку, якщо при зборі першого та останнього точки було приєднання до існуючого контуру.

Прямокутник шаблон збору елементів, що включає збір прямокутників. При зборці такого об'єкта досить зареєструвати дві точки на одній стороні прямокутного об'єкта, а потім рухати покажчик миші у напрямку наступної крапки.

2.4.1 Відкладання ліній.

Для створення об'єкта на карті згідно абрису потрібно відкласти відповідні лінії на карті. Одним з найпростіших способів виконання цієї операції є маніпуляція з лініями та полігонами.

Для прикладу візьмемо лінії з довжинами 90,2 м. та 111,8 м. (Мал.13) на лінії між точками 5 та 1, необхідні для визначення місцеположення двоповерхового капітального житлового будинку.

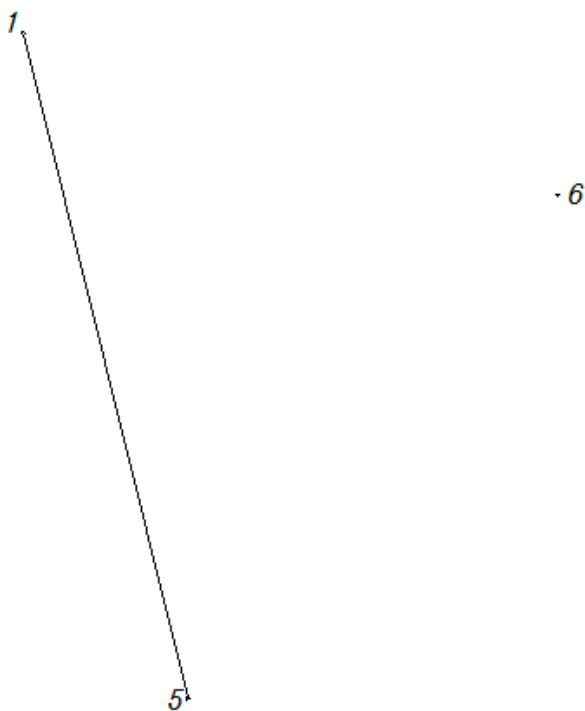


Мал.13 Проміри до будівлі

В процесі створення контурного плану потрібно керуватись принципом «точка до точки», тобто точного співпадіння точок у вузол в межах граничної точності не тільки планового матеріалу, але й абсолютної взагалі.

Існує декілька варіантів побудови цих ліній. Використаємо один з них, а

саме найточніший – маніпуляцію з даними ліній в режимі правки. Для початку потрібно побудувати лінію, яка буде починатися в точці 5 та закінчуватись в точці 1 (Мал.14). При зборі даної лінії рекомендується використовувати відповідний шаблон збору «Лінія». Побудована лінія матиме весь набір характеристик, якими володіє звичайна лінія на планах та картах, зокрема дирекційним кутом та довжиною у прийнятих метричних системах. Контролем якості зібраної лінії в даному випадку можна вважати порівняння з довжиною відповідної лінії в матеріалах теодолітного знімання.



Мал.14 Лінія 5-1.

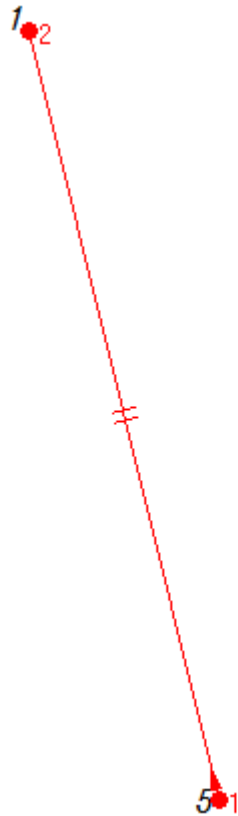
2.4.2 Маркування точок

Групові операції з точками об'єктів можна здійснювати після того, як необхідні точки марковані. Маркування точок об'єкта аналогічне позначенню об'єктів карти в тому сенсі, що вказує програмі, до яких точок слід застосовувати наступні команди.

Для того, щоб маркувати точку, потрібно підвести до неї курсор. Після того, як покажчик змінює форму, потрібно відкрити контекстне меню, натиснувши праву кнопку миші (Мал.15) .

Для правильного маркування фрагмента в замкненому об'єкті (полігоні) необхідно позначити дві точки (на кінцях фрагмента), а потім викликати команду «Перемістити фрагмент на будь-який пункт у потрібному фрагменті».

Для швидкого позначення точки, перейшовши в контекстне меню, потрібно її виділити, утримуючи натиснутою клавішу Alt . Так само можна маркувати лінію, натиснувши мишу посередині лінії. Для маркування фрагменту потрібно натиснути на точку на його кінці, а потім на точку всередині фрагмента (утримуючи Alt).



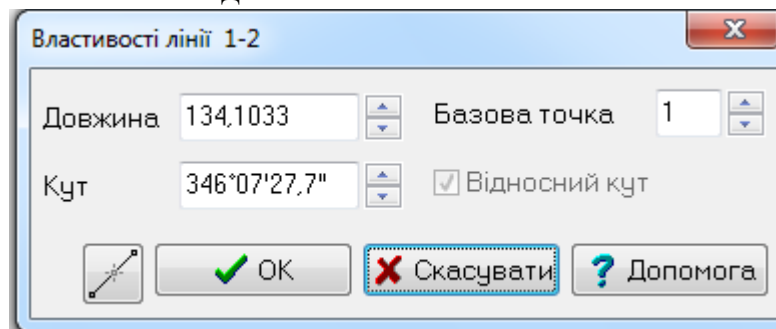
-6

Мал.15 Маркована лінія 5-1.

2.4.3 Операції над маркованими точками

З операціями для точок спочатку потрібно позначити об'єкт, а потім маркувати потрібні точки.

Потім, в контекстному меню пунктів, яке викликається клацанням правою кнопкою миші, на будь-якій з точок об'єкта, необхідно вибрати одну з операцій, наприклад зміну властивостей лінії. При цьому з'являється діалогове вікно, за допомогою якого можна вказати точні розміри та орієнтацію лінії (Мал.16). В полі вводу довжини потрібно задати необхідний розмір лінії (в метрах), а в полі «Кут» - дирекційний кут. В полі «Базова точка» потрібно вказати, від якої точки кінця відрізка відкладатиметься кут і довжина. У випадку відкладення точок за довжиною – змінюється тільки довжина ліній.



Мал.16 Властивості маркованої лінії.

2.4.4 Режим зображень центрів

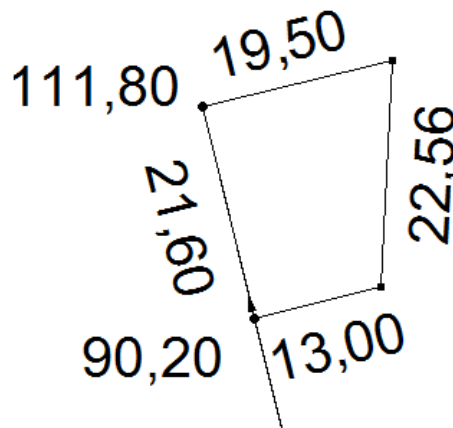
Коли ця кнопка натиснута, на карті відображені центри об'єктів та підписів.

Цей режим корисний при переносі об'єктів або підписів за допомогою "переміщення". "Захват" центр об'єкта за допомогою миші, можна "перетягнути" об'єкт в іншу позицію.

2.4.5 Послідовність операцій при побудові засічок методом перпендикулярів наступна:

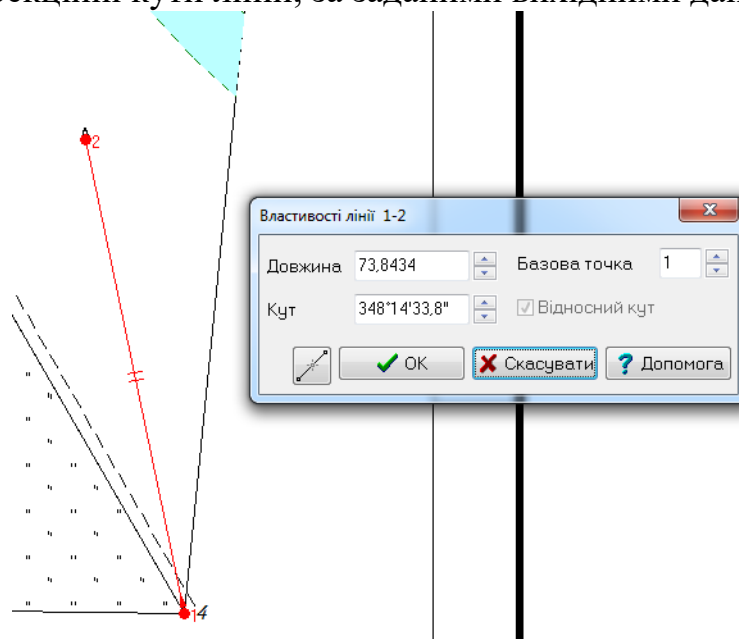
- 1) Позначити об'єкт з 2 точок, задати базовий напрямок засічок.
- 2) Потрібно виконати команду Вставка | Засічки | Метод перпендикулярів.
- 3) В діалозі потрібно задати відстань і напрямок, в якому необхідно відкласти точки.

Крім цього, використовуючи засоби маркування, можна викреслювати ситуацію, шляхом створення об'єкта в режимі прямокутника та маніпуляції з довжинами ліній.



Мал.17 Властивості маркованої лінії.

Для створення елементів карти із вимірними кутами потрібно обраховувати дирекційні кути ліній, за заданими вихідними даними.



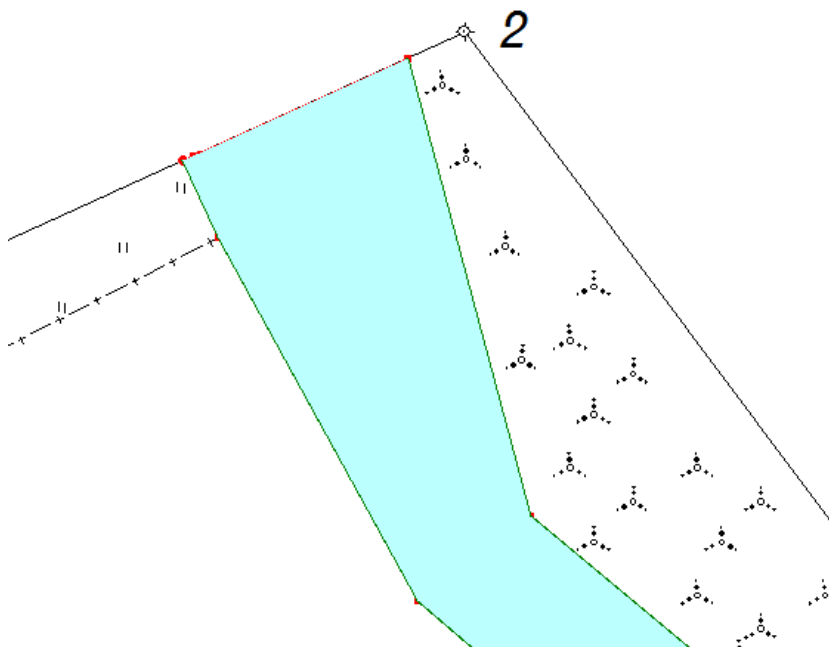
Мал.18 Винесення дерева, що росте окремо.

2.5 Графічне оформлення плану

2.5.1 Основні принципи редагування елементів карти

Геометричні контури об'єктів складаються з поворотних точок, які були зареєстровані при зборі.

При редагуванні карти виникає необхідність змінити контури об'єктів (Мал.19).



Мал.19 Приклад необхідного згладжування ліній

У звичайному (немаркованому) стані поворотні точки зображуються як маленькі "вузли", причому перші та останні об'єкти точки виділяються вузлами більшого розміру.

Для винесення на задній (передній) план цілого шару (або окремого елемента) виконуються наступні дії:

- 1) Виділяють будь-який об'єкт, що належить шару.
- 2) Виконують команду «Правка | Позначити | Весь шар» (для групи об'єктів).
- 3) Виконують команду «Правка | На задній(передній) план» .

2.5.2 Переміщення окремих точок об'єкта

Переміщення точок звичайно виконується в режимі редагування, (вибрана закладка Правка на правій панелі інструментів).

Щоб перемістити точку об'єкта в іншу позицію, необхідно:

- 1) Позначити об'єкт.
- 2) Підвести курсор до точки (при цьому покажчик змінює форму на курсор, що складається з чотирьох стрілок).
- 3) Натиснути ліву кнопку миші і, утримуючи її, перемістити точку в потрібному напрямку. При цьому редагована точка об'єкта і суміжні з нею лінії також будуть переміщатися.
- 4) Підвівши курсор до нового положення точки, відпустити кнопку миші.

Точка буде зафіксована.

2.5.3 Створення номенклатурної рамки

Номенклатурна рамка використовується для створення дрібномасштабних рамок та зарамкового оформлення.

Вона створюється в системах координат СК42, УСК2000, СК63 або інших.

Для створення рамки потрібно ввести масштаб і номер аркуша карти, потім задати її «Вигляд» (вибравши бажані варіанти: Тільки внутрішня, Розгорнути карту та Логотип).

Після цього потрібно натиснути кнопку «Створити».

2.5.4 Побудова координатної сітки.

Сітку будують у вигляді системи квадратів із сторонами 10x10 см.

Для складання плану в масштабі 1:1000 координатну сітку підписують через 100 м. Для даного масштабу крайні лінії сітки повинні мати підпис, кратний 500 м (0.5 км).

Команда «Вставка/Сітка» вставляє в карту мережу, що необхідна для малих масштабних карт, коли позиція кілометрової сітки не прив'язана жорстко до нижнього лівого кута рамки.

В місцях перетину сітки контур рамки / об'єкта автоматично будуть вставлені підписи з координатами X - для горизонтальних та Y - для вертикальних ліній сітки.

2.5.5 Друк.

Після нанесення ситуації рекомендується звірити план із місцевістю.

Складений контурний план показаний в додатку 6.

Перед друком на новому принтері або плотері рекомендується спочатку його відкалібрувати. Це необхідно для того, щоб компенсувати помилки друку для конкретного принтера або плоттера. Не має значення, використовується локальний або мережевий принтер.

Для калібрування друкуючий пристрій використовують команду «Файл | Калібрування принтера».

Калібрування зберігає параметри данного принтера для подальшого використання.

Для друку карт можна використовувати наступну команду:

1) Команда Файл | Друк Виводить на принтер фрагмент карти, обмежений рамкою і зарамочним оформленням.

3. ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ.

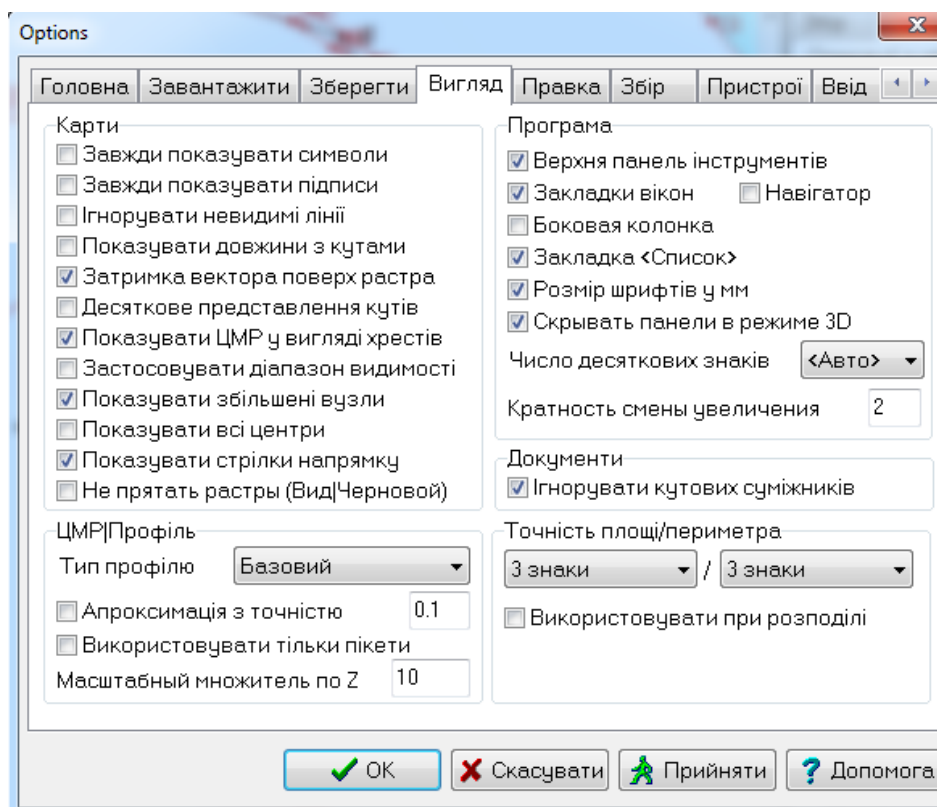
Загальну площу полігона, утвореного зімкненим теодолітним ходом, обчислюють аналітичним способом за допомогою координат його вершин.

Подвійна площа полігона визначається двічі за формулами:

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

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

Для визначення параметрів обрахунку площі потрібно натиснути кнопку «Налаштування»



Мал.20 Налаштування точності визначення площі.

Обчислюють площі з точністю до 1 м^2 , використовуючи 3 знаки після коми.

Під час створення планів в цифровому вигляді, площі обчислюють саме аналітичними методами. Для того, щоб сформувати поконтурну відомість контурного плану потрібно покрити всю земельну ділянку контура площадними об'єктами. Після цього їх виділяють і, користуючись командою «Сервіс/Звіт», формують поконтурні відомості з експлікацією, в яких зазначаються шар та площа угідь (Таблиця 1).

Експлікація земельних угідь

Поросль лісу	5223,02
Будівлі	270,69
Будівлі	66,19
Будівлі	163,80
Річки	1032,52
Чагарники звичайні зарості	1100,50
Трав'яна рослинність луки	738,48
Городи	7403,61
Озера	528,27
Трав'яна рослинність луки	3684,38
Городи	2820,58
Поросль лісу	5223,02
Ґрунтові дороги край пунктир	446,67

ПЕРЕЛІК

документів, які підлягають здачі.

1. Відомість обчислення координат зімкненого ходу.
2. Відомість обчислення координат діагонального ходу.
3. План ділянки.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ

теодолітного знімання
ділянки місцевості

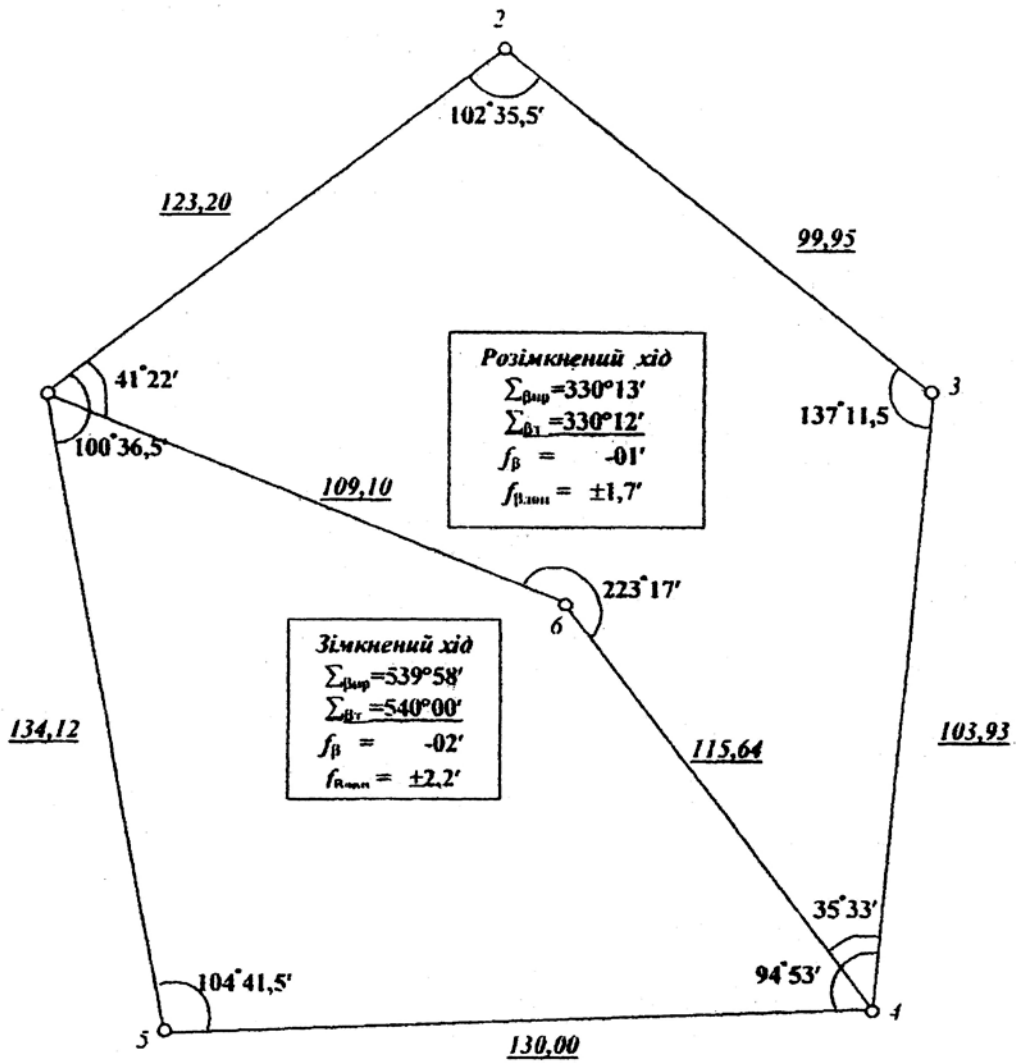
Розпочато: 5.01. 2019 р.
Закінчено: 7.01. 2019 р.
Теодоліт 2Т30, №
Сталева 20 - метрова стрічка №

Студент гр. курс
прізвище

Ужгород – 2019

Дата		1.04.2006 р.		Виміряв:		Записав:		
Точка стояння	Точка наведення	Відліки мікроскопа	Величина кута	Середній кут β	Довжина лінії в метрах D	Кут нахилу лінії ν	Горизонтальна проекція лінії $d=D\cos \nu$	
1		КП	100°37' 41°22'	100°36,5' 41°22'				
	5	210°47'			<u>1-2</u>			
	6	151°32'			123,25			
	2	110°10'			<u>129,29</u>			
		КЛ	100°37' 41°22'		123,27	1°55'	123,20	
	5	149°52'						
	6	90°38'						
2	49°16'							
2		КП	102°35'	102°35,5'	<u>2-3</u>			
	1	54°50'			99,98			
	3	312°15'			<u>100,02</u>			
		КЛ	102°36'		100,00	1°50'	99,95	
	1	272°36'						
	3	170°00'						
3		КП	137°12'	137°11,5'	<u>3-4</u>			
	2	139°32'			103,99			
	4	2°20'			<u>103,95</u>			
		КЛ	137°11'		103,97	1°35'	103,93	
	2	270°15'						
	4	133°04'						
4		КП	94°53' 35°33'	94°53' 35°33'	<u>4-5</u>			
	3	295°58'				135,14		
	6	260°25'				<u>130,10</u>		
	5	201°05'				130,12	2°25'	130,00
		КЛ	94°53' 35°33'					
	3	199°00'						
	6	163°27'						
5	104°07'							
5		КП	104°42'	104°4,5'	<u>5-1</u>			
	4	245°52'				134,15		
	1	141°10'				<u>134,15</u>		
		КЛ	104°41'		134,12	0°20'	134,12	
	4	105°52'						
1	1°11'							
6		КП	223°18'	223°18'	<u>4-6</u>			
	4	152°14'				<u>115,79</u>		
	1	288°56'				<u>115,75</u>		
		КЛ	223°18'		115,77	1°20'	115,74	
	4	223°12'						
	1	359°54'				<u>6-1</u>		
				109,13				
				<u>109,09</u>				
				109,11	0°50'	109,10		

Примітка: середні значення кутів і середні значення довжин ліній в журналі виписуються чорнилом..



ВАРІАНТИ ВИХІДНИХ ДАНИХ

№№ з/п	№№ з/п	
	$X_1=248,64$	$Y_1=751,59$
	α_{1-2}	
1	102° 33'	1
2	94 26	2
3	234 05	3
4	101 42	4
5	27 21	5
6	61 04	6
7	111 10	7
8	267 17	8
9	342 22	9
10	150 37	10
11	77 53	11
12	159 30	12
13	260 06	13
14	321 34	14
15	100 23	15
16	57 35	16
17	307 54	17
18	35 14	18
19	173 28	19
20	267 27	20
21	80 34	21
22	128 45	22
23	321 34	23
24	66 43	24
25	40 40	25
26	33 33	26
27	24 47	27
28	15 51	28
29	4 03	29
30	341 17	30

Відомість обчислення координат зімкненого ходу

Назви пунктів	Виміряні кути	Кутові поправки	Дирекційні кути	Виміряні лінії	Лінійні поправки	Врівноваж. лінії	Прирости координат		Координати пунктів	
							X	Y	X	Y
1	100°36'30"	+00'43"							0.00	0.00
2	102°35'30"	+01'32"	65°29'41"	123.20	0.00	123.20	51.10	112.11	51.10	112.11
3	137°11'30"	+00'42"	142°52'39"	99.95	0.00	99.95	-79.70	60.32	-28.60	172.43
			185°40'26"	103.93	0.00	103.93	-103.42	-10.28		
4	94°53'00"	-00'32"							-	
			270°47'58"	130.00	-0.01	129.99	1.81	-129.98	132.02	162.15
5	104°41'30"	-00'45"							-	
			346°07'13"	134.12	-0.00	134.12	130.21	-32.17	130.21	32.17
1									0.00	0.00

кутова нев'язка -02'00"
 допустима кутова нев'язка +/- 0°02'14"
 відносна нев'язка 1: 5912.00
 допустима відносна нев'язка 1:2000.00
 нев'язка по X-ам в метрах 0.00
 нев'язка по Y-ам в метрах -0.10
 довжина ходу в метрах 591.20
 лінійна нев'язка в метрах 0.10

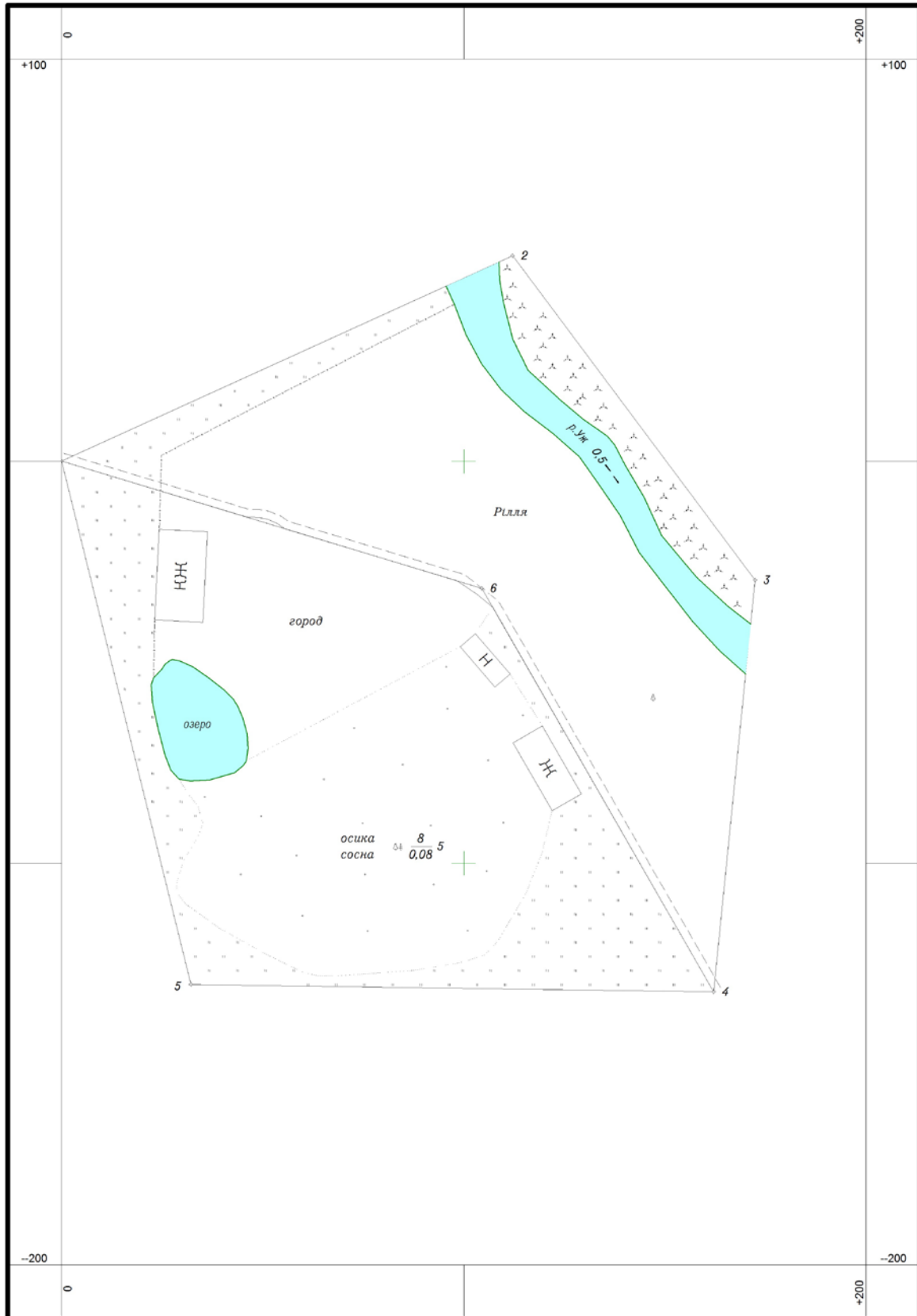
Відомість обчислення координат діагонального ходу

Назви пунктів	Вимірні кути	Кутові поправки	Дирекційні кути	Вимірні лінії	Лінійні поправки	Врівноваж. лінії	Прирости координат		Координати пунктів	
							X	Y	X	Y
3			185°40'36"							
4	35°33'00"	+01'24"	330°06'12"	115.74	0.03	115.77	100.37	-57.71	-132.02	162.15
6	223°18'00"	-03'24"	286°51'35"	109.10	0.03	109.13	31.65	-104.44	-31.65	104.44
1	41°22'00"	-00'12"	65°29'47"						0.00	-0.00
2										

кутова нев'язка	+02'11" !!!
допустима кутова нев'язка +/-	0°01'44"
відносна нев'язка	1: 2044.00
допустима відносна нев'язка	1:2000.00
нев'язка по X-ам в метрах	-0.02
нев'язка по Y-ам в метрах	0.11
довжина ходу в метрах	224.84
лінійна нев'язка в метрах	0.11

Система координат умовна
УКРАЇНА

ДВНЗ "УжНУ"



Виконав: Іванов Іван Іванович

1:1 000

Теодолітне знімання

В 1 сантиметрі 10 метрів

Література:

3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. ГКНТА-2.04-0298, Київ, 1999.
2. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.» К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.
- 3.Складання топографічного плану (карти). В.І.Вашенко, В.О. Латинський, О.І.Мороз, С.С.Перій. Львів ДУЛП, 2000.
4. Програмное обеспечение для обработки полевых измерений Geodesy для Windows 95/98/NT/XP/Vista, версия 2.1, Руководство оператора, г. Винница-2009
5. Програмное обеспечение для создания цифровых карт и планов Digitals для Windows, версия 5.0, Руководство оператора, Часть 2, г. Винница, 2007