

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИРОДНИЧО -ГУМАНІТАРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА З ГЕОДЕЗІЇ

Методичні вказівки

Ужгород 2022

УДК 528.48

A 912

Навчальна практика з геодезії. Методичні вказівки./Укладачі: Калинич І.В., Пічкач Л.І., Крільо І.В. – У.: Видавництво УжНУ , 2022. – 69с.

Укладачі:

Калинич І.В. – викладач методист, к.т.н., доцент, декан ГФ УжНУ

Пічкач Л.І. – викладач 1 категорії, голова циклової комісії Землеустрою та будівництва

Крільо І.В. – асистент кафедри геодезії, землеустрою та геоінформатики ДВНЗ «УжНУ»

Рецензенти:

Проданець І.І.- директор ЗРФ ДП «УкрДАГП»

Каблак Н.І.- д.т.н., професор кафедри геодезії, землеустрою та геоінформатики ДВНЗ «УжНУ»

Методичні вказівки «Навчальна практика з геодезії» призначені для студентів 2-3 курсів природничо – гуманітарного фахового коледжу ДВНЗ «УжНУ» спеціальності «Геодезія та землеустрій». Зміст вказівок відповідає навчальній програмі дисципліни «Геодезія» вказаної спеціальності.

Розглянуто методи виконання теодолітних і тахеометричних знімків, технічного нівелювання, польове дешифрування матеріалів аерознімання в польових умовах. Значна увага приділена правилам охорони праці та навколишнього середовища, виконанню перевірок геодезичних приладів та спорядження.

*Погоджено на засіданні циклової комісії землеустрою та будівництва
Протокол № 5 від 13.12.2022 р.*

*Рекомендовано до друку Редакційно методичною комісією природничо – гуманітарного фахового коледжу
Протокол № 2 від 14.12.2023 р.*

©_ Калинич І.В., Пічкач Л.І., Крільо І. В.

©_ Природничо – гуманітарний фаховий коледж

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Інструкція з техніки безпеки й охороні праці при проходженні навчальної геодезичної практики.....	6
Отримання і здача геодезичного інструмента.....	8
Правила поведінки з геодезичними приладами.....	8
1.Отримання завдання, проектування, рекогносцирування і закладка пунктів знімального обґрунтування.....	9
2. Перевірки і дослідження геодезичних приладів	12
2.1 Перевірки теодолітів.....	12
2.2. Перевірки і дослідження мірної стрічки (рулетки).....	17
2.3. Перевірки і дослідження нівеліра і рейок.....	18
3. Польові виміри.....	23
3.1. Вимір горизонтальних кутів в ході теодоліта.....	23
3.2. Вимірювання відстаней мірною стрічкою (рулеткою).....	25
3.3. Вимірювання відстані нитковим далекоміром.....	28
3.4. Вимірювання відстаней електронними приладами.....	28
3.5. Вимірювання перевищень в ході технічного нівелювання.....	29
4. Обчислення координат і відміток пунктів знімального обґрунтування.....	31
4.1. Обчислення координат пунктів розімкненого теодолітного ходу....	31
4.2. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу з двома початковими пунктами	40
4.4. Обчислення відміток пунктів ходу технічного нівелювання.....	45
5. Тахеометрична зйомка.....	47
5.1. Виконання польових вимірів.....	47
5.2. Координування точок.....	49
5.3. Побудова плану тахеометричної зйомки.....	50
6.Фотограмметрична практика.....	56
6.1. Загальні відомості про польове дешифрування	57
6.2. Особливості польового дешифрування.....	58
6.3. Дешифрування забудованої території.....	59
6.4 Дешифрування залізничної та дорожньої сіток.....	60
6.5. Дешифрування гідрографії.....	61
6.6. Дешифрування ЛЕП.....	62
6.7. Дешифрування рослинного покриву.....	63
6.8 Виявлення змін на місцевості в момент дешифрування.....	63
7. Вимоги до оформлення звіту та ведення щоденника практики.....	64
8. Написання звіту про практику.....	64
9. Здача звіту.....	66
Література.....	68

ВСТУП

Навчальна практика з геодезії проводиться після вивчення теоретичного курсу геодезії і виконання лабораторно-практичних завдань впродовж другого семестру 2-го курсу та 1 і 2 семестрів 3 курсу . Тривалість навчальної практики згідно з робочими навчальними планами може бути 2тижні на 2 курсі та 9 тижнів на 3 курсі.

Основні завдання навчальної практики : засвоїти методику простих вимірювань на місцевості, набути навичок проектування геодезичних робіт, рекогносцирування і закладки геодезичних пунктів, познайомитися з організацією робіт по створенню знімального обґрунтування і виконання наземної топографічної зйомки ділянки місцевості в масштабі 1:1000.

Усі роботи за програмою навчальної практики виконуються бригадами студентів у складі 4 - 6 чоловік; бригади треба формувати заздалегідь з таким розрахунком, щоб в ній були і юнаки, і дівчата. Роботу у бригаді організовує бригадир, в обов'язки якого входить, крім того, представництво бригади в усіх офіційних заходах, таких як отримання, зберігання і здача приладів і устаткування, участь бригади в госпроботах і т. п. Корисно також призначити заступника бригадира.

Календарний план робіт і зміст навчальної практики показано в таблицях 1 і 2 відповідно.

Для виконання програми практики кожна бригада отримує наступні прилади і приладдя : теодоліт, штатив до теодоліта, дві вішки, нівелір, штатив до нівеліра, дві рейки (комплект), два нівелірні башмаки, мірну стрічку, двометрову рулетку, шість шпильок, парасольку, планшет, лінійку Дробишева і масштабну лінійку.

При отриманні приладів слід ретельно перевірити комплектність і цілісність приладів і приладдя, оптику теодоліта і нівеліра, затягнути всі нещільно затягнуті болти на штативах і рейках.

Крім того, у бригаді треба мати: зошити для чорнових записів, ручки гелієві або кулькові, олівці прості (тверді і подвійної твердості), перочинний ніжик, гумки, топірець, саперну лопатку.

Звітними документами навчальної практики є: польові журнали вимірів, відомості обчислень координат і відміток пунктів знімального обґрунтування, звіт про практику, абриси тахеометричної зйомки, журнал зйомки, топографічний план ділянки місцевості.

Таблиця 1

N n/n	Найменування процесів		
		9 тижнів	2 тижні
1	Заїзд, інструктаж по ТБ, отримання приладів.	1день	0.5 дня
2	Перевірки і дослідження інструментів та рейок	4дні	1день
3	Проектування, рекогносцирування і закладка пунктів знімального обґрунтування	3дні	0.5дня

	Вимір кутів і відстаней в теодолітному ході		1.0день	
4	Вимір кутів в полігонометричному ході	5 дні	-	
5	Вимірювання сторін полігонометричного ходу 2 розряду	2дні		
6	Визначення недоступної відстані	0.5 дня	0,5 дня	
7	Обчислення координат пунктів полігонометричного ходу	2,5 дні		
8	Обробка вимірів в теодолітному ході	-	1день	
9	Вимір перевищень в ході нівелювання ІУ класу	4,5 дня	-	
10	Обробка ходу нівелювання ІУ класу	0.5 дня	-	
11	Вимір перевищень в ході технічного нівелювання	-	1день	
12	Обробка ходу технічного нівелювання	-	0.5дня	
13	Тахеометрична зйомка	5днів	2дня	
14	Викреслювання плану	3 дні	1день	
15	Визначення додаткових пунктів з прямої та оберненої засічок	2 день	-	
16	Обчислення координат пункту з прямої засічки	1 день		
17	Фотограмметрична практика (польові роботи)	5 днів	-	
18	Камеральні роботи з фотограмметричної практики	2 дні		
19	Написання звіту	3дня	0.5дня	
20	Захист звіту з практики	1день	0.5дня	
	Разом	45 днів	10днів	

Таблиця 2 - Зміст навчальної практики по геодезії

№п/п	Найменування робіт	9 тижнів	2 тижні
1	Перевірки і дослідження теодоліта		
	- установка теодоліта на штативі	+	+
	- горизонтування теодоліта	+	+
	- центрування теодоліта	+	+
	- перевірка рівня	+	+
	- перевірка колімаційної помилки	+	+
	- перевірка місця нуля	+	+
	- перевірка оптичного центра Т15, Т5	+	-
	- пробні виміри гориз. кутів	+	-
2	Перевірки і дослідження. мірної стрічки		
	- зовнішній огляд стрічки	+	+
	- перевірка шкали стрічки	+	+
	- компарування стрічки	+	+
3	Перевірки і дослідження нівеліра		
	- перевірка головної умови	+	+
	- перевірка круглого рівня	+	+
	- перевірка сітки ниток	+	+
	- визначення збільшення труби	+	-
	- визначення ціни ділення рівня	+	-
	- визначення різниці нулів рейок	+	+

	- пробні виміри перевищень	+	+
4	Дослідження нівелірних рейок		
	-дослідження дециметрових поділок	+	-
	- -дослідження метрових поділок	+	-
	- визначення середньої довжини метра пари рейок	+	-
	- визначення прогину шашкової рейки	+	-
5	Вимір горизонтальних кутів	5 кутів*	2 кути*
6	Вимір кутів нахилу	+	-
7	Вимір відстаней світловіддалеміром	+	
8	Вимір відстаней мірною стрічкою		+
9	Вимір відстаней нитковим далекоміром	+	+
10	Вимір перевищень в ході тех.нівелювання		+
11	Вимір перевищень в ході нівелювання ІУ класу	+	
12	Визначення координат пунктів із прямої та оберненої зсічок	+	
13	Обчислення координат пунктів	+	+
14	Обчислення відміток пунктів	+	+
15	Складання каталогу пунктів	+	+
16	Тахеометрична зйомка		
	малювання абрису	+	+
	виконання зйомки	+	+
17	Викреслювання плану	+	+
18	Визначення недоступної відстані	+	+
19	Фотограмметрична практика		
	Польове дешифрування	+	
	Камеральні роботи при дешифруванні	+	
20	Написання звіту	+	+

Примітка: * - об'єм роботи на одного студента

Інструкція з техніки безпеки й охорони праці при проходженні навчальної геодезичної практики

1. Геодезичні роботи на навчальній практиці повинні виконуватися відповідно до програми і графіка робіт при строгому дотриманні правил техніки безпеки.
2. Систематично перед початком роботи бригадир повинний ретельно оглянути робоче місце, геодезичні прилади й інструменти, сокира, молоток.
Сокири і молотки повинні бути щільно насаджені з розклиненням, а їхні рукоятки повинні бути без задирок і мати стовщення до вільного кінця.
Шухляди для приладів повинні мати міцно закріплені ручки і реміні, а складні рейки – справні гвинти в місцях кріплення. Виявлені недоліки підлягають негайному усуненню, після чого інструменти можуть бути використані в роботі.

3. Переносити віхи, штативи й інші інструменти, що мають гострі кінці, дозволяється тільки тримаючи їхніми гострими кінцями вниз. Сокири, лопати переносяться до місця роботи і назад у брезентовому чи чохлі мішку.
При переходах по вулицях забороняється носити рейки на плечах. Переносити їх впливає тільки в руках і неодмінно складеними при міцному закріпленні відповідних гвинтів.
4. Забороняється залишати без нагляду геодезичні прилади й інструменти. Не дозволяється залишати рейки, притулені до будинків і дерев, мірні стрічки на проїзній частині доріг.
5. Геодезичні прилади, установлені на штативах, необхідно міцно зміцнювати на місцевості, щоб уникнути їхнього падіння.
6. При переході через дорогу строго керуватися правилами, установленими для пішоходів. Особливу обережність варто дотримувати при переході на перехрестях вулиць. При веденні робіт уздовж доріг і проїздів необхідно виділяти сигнальника з прапорцями, що попереджає бригаду про транспорт, що наближається.
7. Забороняється піднімати рейки, вішки й інші предмети до проводів ліній електропередач, і контактної мережі трамвайних і тролейбусних ліній на відстань, ближче чим 2 м.
8. Вимір висоти підвіски проводів ліній електропередач варто виконувати тільки аналітично.
9. Забороняється проводити роботи в смузі відчуження високовольтних ліній електропередач, електропідстанцій без узгодження з відповідними організаціями.
10. Польові роботи повинні бути припинені при наближенні грози, під час грози небезпечно знаходитися під деревами і тулитися до стовбурів, бути близько від громовідводів, високих предметів (стовпів, що окремо коштують дерев і ін.), контактної електромережі, високовольтних ліній.
11. Забороняється працювати оголеними, а в сонячні дні – з непокритою головою, щоб не було теплового удару.
Не дозволяється працювати босим, лежати на сирій землі і сидіти на каменях, пити холодну воду, будучи розпаленим.
12. Купання в період практики можливо тільки з дозволу керівника практики під наглядом викладача чи фізкультури досвідчений плавець і числа студентів.
13. Потерпілому від нещасливого чи випадку захворювання повинна бути зроблена перша медична допомога на місці прибуття чи лікаря відправлення потерпілого в лікувальну установу.
14. Строго забороняється наносити ушкодження деревам, лісонасадженням, руйнувати шпаківні, мурашники, засмічувати територію ділянки.
15. Категорично забороняється паління і розведення багать у лісі.

Отримання і здача геодезичного інструмента

Прилади та інструменти видаються на бригаду по документам (студентському квитку, паспорті, заліковій книжці і т.д.). При першому одержанні інструмент оглядається бригадиром і членом бригади. Результат огляду повідомляється співробітнику кафедри, який видав інструмент.

При огляді приладу повинна бути звернена увага на:

- комплектність приладу;
- цілісність оптики, рівнів;
- наявність робочих і виправних гвинтів;
- плавність обертання робочих гвинтів і гвинтів зорової труби;
- якість зображення предмета і роботи рівнів та відлікових систем.

Геодезичні прилади високоточні і дорогі інструменти, що вимагають дбайливого відношення. В даний час, через відсутність належного фінансування, університет не має можливості обновляти матеріальну базу і наша задача забезпечити максимальну її схоронність.

За схоронність отриманого бригадиром інструмента несе відповідальність уся бригада. Про кожен випадок псування чи втрати інструмента, чи його приладдя бригадир доповідає керівнику практики і складає акт, у якому викладає причину, обставини і винних у псуванні чи втраті інструмента. Співробітником кафедри, що видав інструмент, акт передається в бухгалтерію університету для стягнення вартості збитку з винних.

Обмін отриманого інструмента між бригадами, минаючи склад, забороняється.

Для здачі інструмент повинний бути очищений від бруду, пилу, вологи і змазаний. Співробітник кафедри, що видав інструмент, приймає інструмент, що здається, попередньо оглянувши його.

Правила поведінки з геодезичними приладами

Прилади зі складу на ділянку робіт переносяться у футлярах. При виїмці приладу з футляра потрібно запам'ятати положення, у якому він там знаходився. Перед тим, як вийняти прилад потрібно відпустити всі закріплені гвинти, зажими.

Штатив потрібно встановлювати стійко; ніжки його повинні бути розставлені таким чином, щоб вони не заважали при вимірах і були висунуті настільки, щоб забезпечувалася зручність спостережень. Башмаки ніжок штатива повинні бути надійно втиснені (не вбиті) у ґрунт. При установці штатива необхідно стежити за тим, щоб столик (голівка) штатива був установлений по можливості горизонтально.

Прилад, вийнятий з футляра, ставлять на штатив, і, утримуючи його в цьому положенні однією рукою, іншою рукою утвинчують становий гвинт.

Не рекомендується надмірно затягувати закріпні гвинти. Перш ніж обертати яку-небудь частину приладу, необхідно переконатися, що ослаблено відповідний закріпний гвинт.

Прилад потрібно захищати від дощу і від прямих сонячних променів чи парасолем чохлам. Не можна стосуватися пальцями оптичних деталей, видаляти з них пил впливає м'яким волосяним пензликом, після чого протирати деталі чистою м'якою ганчіркою.

Переносити прилад з однієї станції на іншу можна на штативі при туго затягнутому становому гвинті й ослаблених закріпних гвинтах. Переносити теодоліт, нівелір з рівнем на плечі потрібно так, щоб вертикальна вісь інструмента займала приблизно прямовисне положення; при цьому необхідно дві ніжки штатива скласти разом і утримувати їх руками, а третю перекинути на спину, пересуватися впливає плавно, без чи ривків поштовхів.

Нівеліри з компенсаторами потрібно переносити в положенні, зазначеному інструкцією для даного типу нівеліра, коли розвантажені підвіски компенсатора, без струсу, поштовхів, різких рухів.

Мірні стрічки і рулетки при вимірах необхідно охороняти від можливих зламів, від переїзду через них транспортних засобів. Розмотують стрічку, не допускаючи утворення петель. Розгорнуту стрічку переносять двоє, тримаючи її за кінці.

Рейки, вішки не можна кидати; на них не можна носити ваги; не можна сідати на них.

При укладанні приладу в футляр не припустиме застосування сили; перед перенесенням приладу у футлярі необхідно закріпити всі закріпні гвинти.

1. Отримання завдання, проектування, рекогносцирування і закладка пунктів знімального обґрунтування

Завдання на навчальну практику по геодезії видає керівник практики. У цьому завданні вказується склад бригади, завдання і тривалість практики, забезпеченість ділянки робіт топографо-геодезическими матеріалами, види і об'єми робіт, прилади і устаткування, необхідні для виконання робіт, послідовність виконання робіт, перелік матеріалів, що представляються до звіту, форми контролю роботи.

Завданнями навчальної практики по геодезії є: створення знімального обґрунтування для топографічної зйомки ділянки місцевості в масштабі 1:1000; виконання тахеометричної зйомки в заданому масштабі з перерізом рельєфу 1 м або 0.5 м залежно від особливостей місцевості.

Знімальне обґрунтування, як правило, створюється у вигляді теодолітного ходу, по вершинам якого прокладається хід технічного нівелювання, або нівелювання ІУ класу.

Проектування теодолітного ходу слід виконувати на фотоплані масштабу 1:5000(при наявності). Відстань між пунктами слід вибрати від

40 м до 120 м (по Інструкції - від 40 м до 350 м); загальне число пунктів має бути більше числа студентів у бригаді. Форма ходу може бути будь-якою (стандартний розімкнений хід - рис.1 - а, стандартний замкнутий хід - рис.1 - б), але краще вибрати замкнутий хід з двома початковими пунктами в середині ходу (рис.1- в), в якому дотичний кут можна не вимірювати.

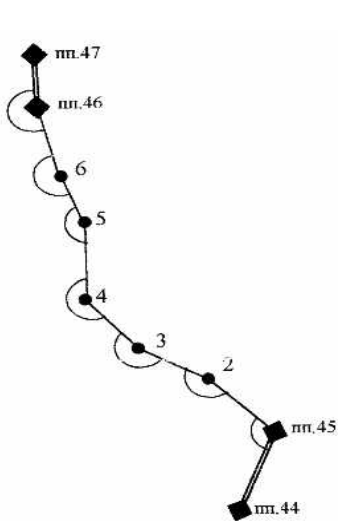


Рис. 1-а - Схема розімкненого ходу

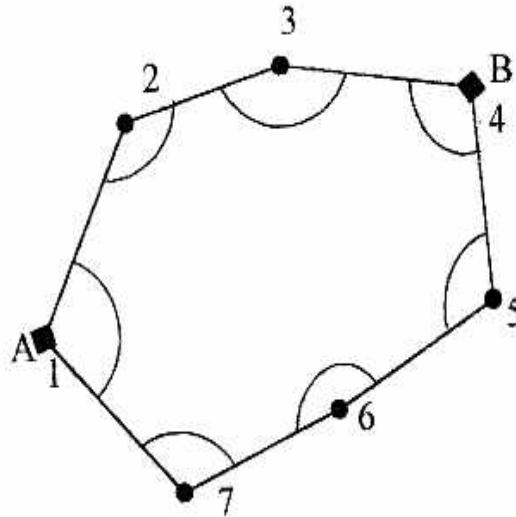


Рис. 1-в - Схема замкнутого ходу з двома початковими пунктами

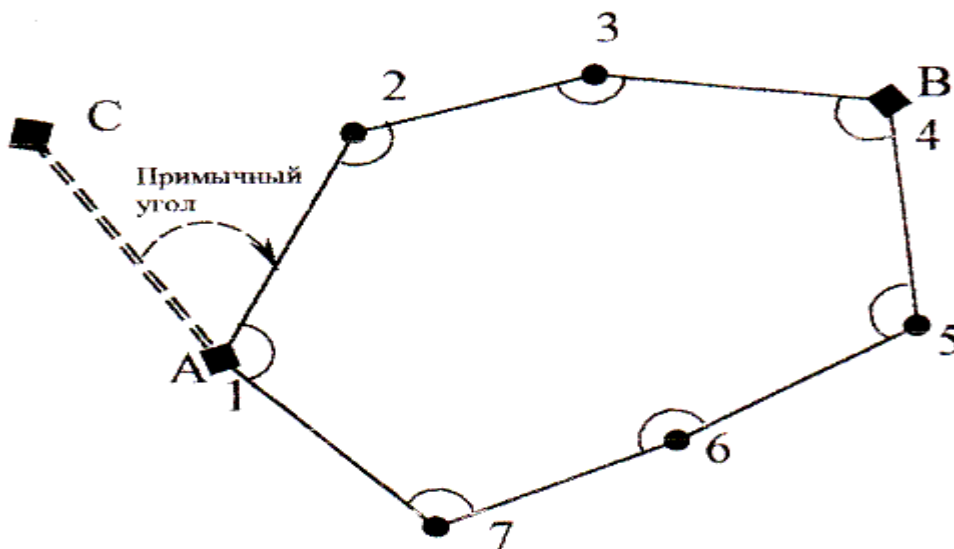


Рис. 1-б - Схема стандартного замкнутого ходу

Якщо ділянка зйомки невелика, проектування ходу теодоліта можна виконати безпосередньо на місцевості.

В процесі рекогносцирування треба намітити місце розташування пунктів і переконатися у взаємній видимості між сусідніми пунктами. Для цього треба встати двом студентам на два сусідні пункти і обом сісти навпочіпки; якщо вони в такому положенні бачать один одного, пункти можна закріплювати. Місце закладки пункту має бути зручним для установки штатива теодоліта і забезпечувати хороший огляд для зйомки в радіусі 60 м - 100 м. За центр пункту зручно прийняти головку цвяха завдовжки 40 мм, вбитого повністю в дерев'яний кілочок завдовжки близько 10 см - 15 см; кілочок забивається в землю так, щоб над землею залишився не більше 1 см його довжини (рис.2). На відстані 20 см - 30 см від кілочка робиться обкопування глибиною близько 5 см у формі кута, трикутника, прямокутника. В один з кутів обкопування забивається розпізнавальний кілок; висота кілка над поверхнею землі має бути близько 20 см; на одній з граней кілка треба підписати простим олівцем номер пункту, номер бригади і групи; наприклад, п.3 - бр.2 - ЗВК-1.

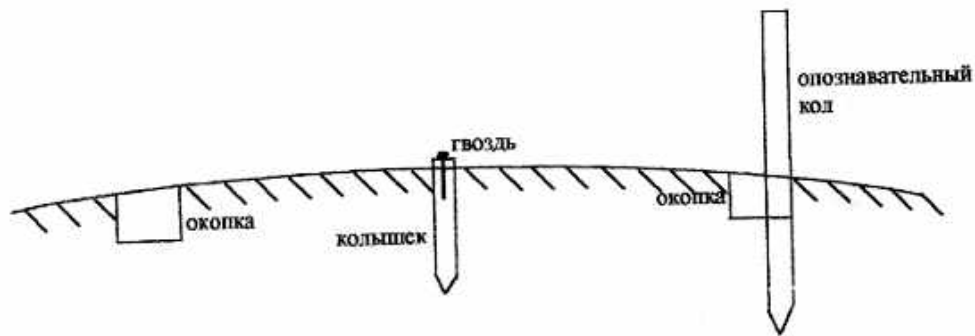


Рис . 2 - Закріплення пункту теодолітного ходу.

Якщо пункт розташовується на асфальтовому покритті, то його можна закріпити забитою в асфальт металевим кистилем, яким зазвичай кріпляться рейки до шпал.

Можливі і інші варіанти закладки і зовнішнього оформлення пунктів теодолітного ходу.

2. Перевірки і дослідження геодезичних приладів

2.1 Перевірки теодолітів

Для виміру горизонтальних і вертикальних кутів можна застосовувати теодоліти Т30, 2Т30, 2Т30П, 4Т30П, Т15, 2Т5К, 3Т5К і ним рівноцінні. Буква "П" в шифрі теодоліта означає, що його зорова труба дає пряме зображення; буква "К", - що замість рівня при алидаді вертикального круга використовується компенсатор малих кутів нахилу.

Перевірки виконують для того, щоб переконатися у виконанні умов взаємного розташування геометричних осей теодоліта і у разі порушення цих умов виправити положення тієї або іншої осі.

Перед виконанням перевірок треба вивчити розташування затискних і навідних гвинтів і навчитися користуватися ними за призначенням.

Передусім треба встановити теодоліт на штативі в захищеному від прямих сонячних променів місці і виконати горизонтування теодоліта, тобто привести вісь обертання алідади у вертикальне положення; для цього треба виконати наступні операції:

обертаючи алідаду, встановити рівень при алідаді горизонтального круга паралельно лінії, що сполучає два підйомні гвинти, і, обертаючи ці два гвинти в протилежні сторони, привести бульбашку рівня в нульпункт;

повернути алідаду на 90° , тобто, встановити рівень по напрямку третього підйомного гвинта; обертаючи цей гвинт, привести бульбашку рівня в нульпункт.

При наведенні зорової труби на візирну мітку (наприклад, на віху) необхідно, обертаючи алідаду і трубу, навести на віху білий хрест в окулярі візиря і, притримуючи однією рукою алідаду, обережно затиснути її зажимний гвинтом. Потім, притримуючи однією рукою зорову трубу, іншою рукою затиснути зажимний гвинт труби. Після цього, дивлячись в окуляр труби, потрібно відфокусувати зображення вішки і, наводящими гвинтами алідади і труби, встановити зображення вішки в центрі сітки ниток. Для послаблення помилки із-за нахилу вішки хрест сітки ниток треба наводити на саму нижню видиму частину вішки (рис.3).

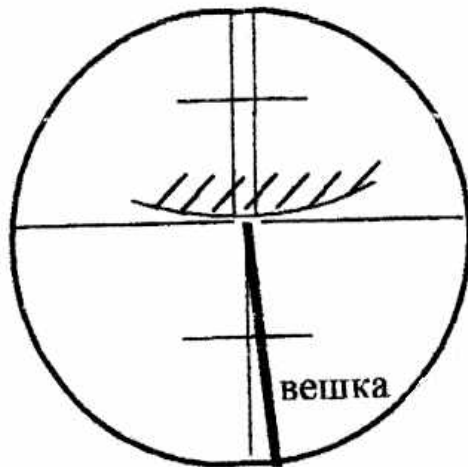


Рис. 3 - Правильне наведення зорової труби на вішку

Велике значення при вимірі кутів має уміння правильно відлічувати по лімбах теодолітів за допомогою штрихового (Т30) і шкалового (2Т30, Т15 і Т5) мікроскопів. Таке уміння ґрунтується на знанні облаштування відлікових пристосувань теодолітів і уважному і акуратному відношенні до процесу відліку.

Деякі характеристики теодолітів Т30, 2Т30 і Т15 приведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Загальні характеристики теодолітів

Найменування характеристик	Типи теодолітів		
	T30	2T30	T15
1. Ціна ділення лімба	10'	шкалової мікроскоп	1
2. Відлікове пристосування	штриховий мікроскоп	шкалової мікроскоп	шкалової мікроскоп
3. Довжина шкали відлікового пристосування	--	1°	1°
4. Кількість ділень в шкалі	-	12	60
5. Ціна ділення шкали	-	5'	1'
6. Точність відліку	1'	0,5'	0,1'

Відлік по лімбу за допомогою штрихового мікроскопа теодоліта T30 : в окулярі мікроскопа (розташованому поряд з окуляром труби) знайти відліковий індекс (штрих з горизонтальною підсічкою) і взяти за шкалою лімба відлік, що відповідає положенню відлікового індексу (Рис. 4 - відлік по горизонтальному кругу $135^{\circ}12'$, по вертикальному кругу $356^{\circ}36'$).

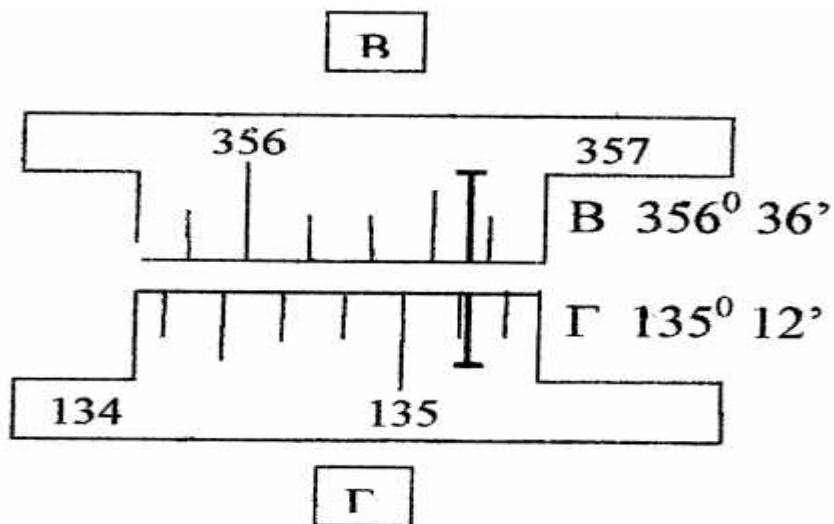


Рис. 4 - Поле зору мікроскопа теодоліта T30

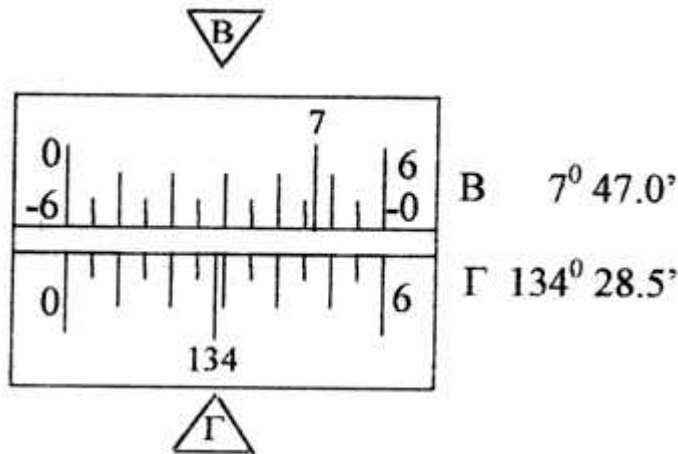


Рис. 5 - Поле зору мікроскопа теодоліта 2Т30

Відлік по лімбу за допомогою шкалового мікроскопа теодоліта 2Т30 : зафіксувати штрих градусного ділення лімба усередині шкали мікроскопа (між цифрами 0 і 6) - це будуть градуси відліку; по положенню цього штриха узяти відлік за шкалою мікроскопа з точністю до півхвилини (рис.5 - відлік по горизонтальному кругу $134^{\circ}28.5'$, по вертикальному кругу $7^{\circ}47.0'$). Слід пам'ятати, що шкала мікроскопа вертикального круга має подвійне оцифрування. Якщо у градусного ділення вертикального лімба немає знаку, для відліку за шкалою мікроскопа використовується позитивне оцифрування; якщо у градусного ділення є знак "мінус", то для відліку за шкалою використовується негативне оцифрування.

1. Перевірка рівня. Вісь рівня при алідаді горизонтального круга має бути перпендикулярна осі обертання алідади. Ця перевірка включає наступні операції:

обертаючи алідаду, встановити рівень паралельно лінії, що сполучає два підйомні гвинти; обертаючи ці гвинти в протилежні сторони, привести бульбашку в нульпункт;

повернути алідаду точно на 180° ; полічити кількість ділень n , на які бульбашка рівня відхилилася від нульпункта;

обертаючи ці ж два підйомні гвинти, змістити бульбашку рівня вбік нульпункта на $n/2$ ділень;

обертаючи виправні гвинти рівня, привести бульбашку в нульпункт.

Якщо після повороту алідади на 180° бульбашку рівня відхилиться за межі шкали, то відхилення бульбашки слід вимірювати в оборотах підйомних гвинтів і виправляти рівень методом послідовних наближень; крім того, в цьому випадку можна застосувати спосіб Г. Ф. Лисова. Порядок перевірки рівня за способом Г. Ф. Лисова :

обертаючи один (будь-хто) підйомний гвинт, нахилити теодоліт на $1^{\circ} - 2^{\circ}$ (близько двох повних обертів гвинта);

обережно обертаючи алідаду, знайти таке її положення, коли бульбашка рівня буде точна в нульпункті (користуватися навідним гвинтом алідади!); взяти відлік $N1$ по горизонтальному кругу;

обережно обертаючи алідаду, знайти друге її положення, коли бульбашка рівня буде точна в нульпункті (користуватися навідним гвинтом алідади !); узяти відлік $N2$ по горизонтальному кругу;

обчислити настановний відлік $N = 1/2*(N1 + N2) + 90^\circ$ і встановити його на горизонтальному крузі;

виправними гвинтами рівня привести бульбашку рівня в нульпункт.

Після виправлення рівня треба наново привести вісь обертання алідади у вертикальне положення (виконати горизонтування теодоліта).

2. Перевірка колімаційної помилки. Візирна вісь труби має бути перпендикулярна до осі обертання труби. Для виконання цієї перевірки необхідно виконати наступні операції:

навести зорову трубу при KL на добре видиму точку поблизу горизонту, узяти відлік по горизонтальному кругу NL ;

перевести трубу через зеніт і, обертаючи алідаду, навести трубу при $KП$ на цю ж точку, узяти відлік по горизонтальному кругу NR ;

обчислити подвійну колімаційну помилку за формулою:

$$2C = N_L - (N_R \pm 180^\circ).$$

Приклад: $NL = 23^\circ 14, 5'$; $NR = 203^\circ 16, 0'$; $2C = - 1,5'$.

Якщо величина $2C$ перевищує $5'$, то виконуються наступні операції:

вчислити правильний відлік при $KП$

обертаючи алідаду мікрометренним гвинтом, встановити цей відлік на лімбі горизонтального круга - у полі зору труби точка зміститься з вертикальної нитки;

відвернути захисний чохол на окулярі зорової труби і забезпечити доступ до виправних гвинтів сітки ниток;

ослабити вертикальні виправні гвинти і, обертаючи горизонтальні гвинти, навести вертикальну нитку на точку; затиснути усі виправні гвинти:

повторити визначення колімаційної помилки.

3. Перевірка сітки ниток. Вертикальна нитка сітки ниток має бути паралельна осі обертання алідади. Для виконання перевірки треба виконати наступні операції:

обертаючи алідаду, навести зорову трубу на добре видиму точку;

навідним гвинтом труби плавно зміщувати трубу по висоті спочатку вниз, потім вгору; якщо зображення точки не відхиляється від вертикальної нитки, умова виконана; якщо зображення точки відхиляється від вертикальної нитки, то при вимірі кутів слід завжди наводити трубу на візирну мету так, щоб мета була в центрі поля зору труби.

4. Перевірка місця нуля. При горизонтальному положенні візирної осі зорової труби і бульбашки рівня при вертикальному крузі в нульпункті (для теодолітів Т15 і Т5) відлік по вертикальному кругу має дорівнювати нулю. Для виконання перевірки місця нуля виконують наступні операції:

навести зорову трубу на точку при **KL**;

за допомогою мікрометренного гвинта алидади вертикального круга привести бульбашку рівня при вертикальному крузі в нульпункт, узяти відлік по вертикальному кругу **VL**;

перевести трубу через зеніт і навести трубу на цю ж точку при **KП**;

привести бульбашку рівня в нульпункт, узяти відлік по вертикальному кругу **VR**;

вчислити місце нуля; для теодолітів 2Т30 і Т15 за формулою

$$MO = \frac{1}{2} * (V_L + V_R);$$

для теодоліта Т30 за формулою

$$MO = \frac{1}{2} * [V_L + (V_R - 180^\circ)]$$

Приклад: теодоліт 2Т30; VL = 7°14'; VR = - 7°12'; MO = +1,0'.

У теодолітів Т30 і 2Т30 немає рівня при вертикальному крузі, тому місце нуля у них визначається після ретельної установки осі обертання алидади у вертикальне положення.

Місце нуля вертикального круга можна не виправляти, але треба регулярно його визначати і стежити за тим, щоб впродовж дня значення місця нуля було приблизно постійним.

5. Перевірка оптичного центрира. Ця перевірка робиться у теодолітів Т15 і Т5. Для цього треба спочатку встановити штатив приблизно над центром пункту так, щоб майданчик голівки штатива був горизонтальний. Потім слід ретельно привести вісь обертання алидади у вертикальне положення і, дивлячись в окуляр оптичного центрира і зміщуючи теодоліт по майданчику, ввести центр пункту в малий круг поля зору центрира. Після цього повернути алидаду точно на 180° і подивитися в окуляр оптичного центрира, чи не вийшов центр пункту з малого круга. Якщо зміщення центру пункту велике (за межі малого круга), то теодоліт слід здати в ремонт або спробувати відюстувати оптичний центрир у присутності викладача.

2.2. Перевірки і дослідження мірної стрічки (рулетки)

1. *Зовнішній огляд* - переконатися у відсутності поломок в різних місцях стрічки, особливо на початку і у кінці, і у відсутності сильних перегинів; у разі наявності заклепок перевірити безперервність шкали стрічки.

2. Визначення постійної поправки Δl

$$\Delta l = L_{\phi} - L_0,$$

де L_{ϕ} - фактична довжина стрічки; L_0 - проектна довжина стрічки (підписана на корпусі стрічки).

Поправка Δl визначається шляхом виміру базису з відомою довжиною D_0

$$\Delta l = \frac{D_0 - D_1}{n + \frac{r}{L_0}},$$

де n - кількість цілих укладень стрічки в довжині базису; r - домірювання (залишок); $D_1 = n * L_0 + r$.

Приклад 1: $L_0=20,00$ м; $D_0=19,941$ м; $n=0$; $r=D_1=19,92$ м.

$$\Delta l = +0,021 \text{ м}; L_{\phi} = 20,021 \text{ м.}$$

Приклад 2: $L_0=20,00$ м; $D_0=74,473$ м; $n=3$; $r=14,51$ м.

$$D_1=74,51 \text{ м}; \Delta l = -0,010 \text{ м}; L_{\phi} = 19,990 \text{ м.}$$

Значення L_{ϕ} і Δl слід округлювати до 0.001 м (до міліметрів). Іноді поправку Δl і фактичну довжину L_{ϕ} робочої стрічки визначають, порівнюючи її довжину з довжиною іншої мірної стрічки або рулетки, довжина якої відома; тобто функцію базису виконує мірна стрічка (рулетка) з відомою довжиною.

Визначення поправки Δl називається компаруванням стрічки (рулетки), а місце фіксації базису D_0 - компаратором. Фактична довжина стрічки L_{ϕ} приймається рівною $L_{\phi} = L_0 + \Delta l$.

2.3. Перевірки і дослідження нівеліра і рейок

Перед виконанням перевірок нівеліра необхідно привести його вісь обертання у вертикальне положення за допомогою підйомних гвинтів і настановного круглого рівня. Для цього треба обертати підйомні гвинти в

довільному напрямі до тих пір, поки бульбашка рівня встановиться в центрі малого круга.

Нівелірна рейка має чорну шкалу на одній стороні і червону шкалу на іншій стороні. Ділення оформлені у вигляді дециметрів, розділених на 10 частин; кожен дециметр підписаний двозначним числом, наприклад, 03, 17, 29 - на чорній стороні і 48, 57, 74 - на червоній стороні. Початок кожного дециметра фіксується тонким горизонтальним штрихом, від якого будується п'ятисантиметрова фігура у формі букви Е; потім слідує ще 5 ділень: три білих і два зафарбованих (Рис. 6). У трубі з перевернутим зображенням ділення рейки зростають зверху вниз.

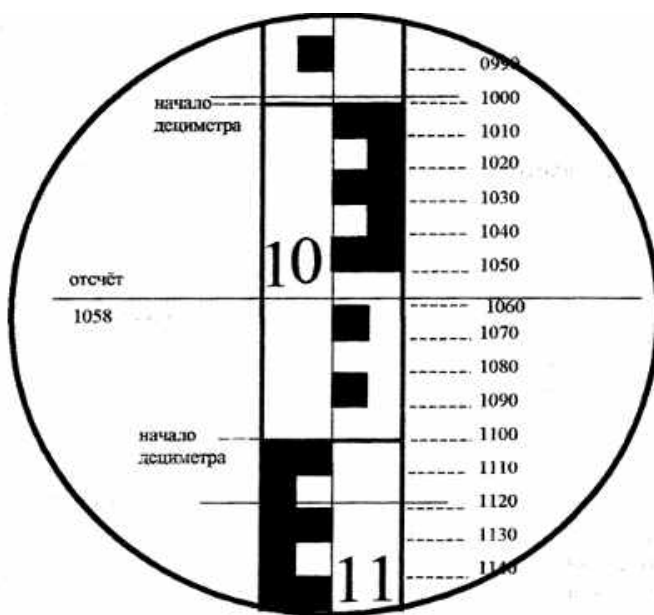


Рис. 6 - Зображення рейки в трубі нівеліра

Відлік по нівелірній рейці береться в міліметрах і завжди виражається чотиризначним числом: перші дві цифри - номер дециметра, 3-а цифра - число повних сантиметрових ділень від початку дециметра до середньої нитки, 4-а цифра - десяті долі наступного сантиметрового ділення (на мал. 6 відлік по центральній нитці 1058).

1. Перевірка головної умови нівеліра з рівнем при трубі. Вісь циліндричного рівня і візирна вісь труби повинні лежати в паралельних вертикальних площинах і бути паралельні.

Перевірка першої частини головної умови включає наступні операції:

- встановити вісь обертання нівеліра в прямовисне положення;
- обертаючи нівелір по азимуту, встановити трубу перпендикулярно лінії, що сполучає два підйомні гвинти (по напрямку третього підйомного гвинта);
- еліваційним гвинтом привести бульбашку рівня в нульпункт;

- обертуючи два підйомні гвинти на 2 - 3 обороти в протилежних напрямках, нахилити нівелір спочатку в один бік, потім в інший; якщо бульбашка рівня залишається на місці або відхиляється обидва рази в одну і ту ж сторону, то умова виконана; якщо бульбашка відхиляється в різні боки, то умова порушена.

Друга частина перевірки виконується подвійним нівелюванням вперед і включає наступні операції:

на місцевості забивають два кілочки на відстані 40 - 50 метрів; встановлюють нівелір над першим кілочком так, щоб окуляр труби знаходився з кілочком на одній прямовисній лінії; вимірюють висоту i_1 центру окуляра над кілочком в міліметрах; на другий кілочок вертикально встановлюють рейку;

наводять трубу на рейку, за допомогою елевационного гвинта встановлюють бульбашку рівня в нульпункт і беруть відлік по рейці по центральній нитці b_1 ;

мінняють місцями нівелір і рейку і повторюють виміри - отримують i_2 і b_2 ; обчислюють величину x за формулою $x = 1/2 * (i_1 + i_2) - 1/2 * (b_1 + b_2)$ і потім - кут непаралельності осі рівня і візирної осі труби за формулою

$$i = \frac{x_{\text{мм}}}{S_{\text{мм}}} * \rho''$$

де $\rho'' = 206265''$; по Інструкції [4] кут i не повинен перевищувати $20''$, що на відстані 50 м відповідає допуску x в 4 мм.

Приклад: $i_1 = 1440$; $b_1 = 1172$;

$i_2 = 1380$; $b_2 = 1643$;

$i_1 + i_2 = 2820$; $b_1 + b_2 = 2815$; $S = 40$ м; $x = +2,5$ мм; $i = 12''$.

Якщо кут i перевищує $20''$, то слід виправити його, виконавши наступні дії:

- обчислити правильний відлік $b_2^0 = b_2 + x$;
- елевационним гвинтом встановити середню нитку на відлік по рейці b_2^0 ;
- виправними гвинтами рівня при трубі привести бульбашку рівня в нульпункт;
- наново виконати перевірку другої частини головної умови.

Виправлення рівня, якщо це необхідно, дозволяється тільки у присутності викладача.

2. Перевірка круглого рівня. Вісь круглого рівня має бути паралельна осі обертання нівеліра. Для виконання цієї перевірки треба виконати наступні операції:

- ретельно встановити вісь обертання нівеліра у вертикальне положення за допомогою підйомних гвинтів, елевационного гвинта і циліндричного рівня при трубі;
- виправними гвинтами круглого рівня привести його бульбашку в нульпункт.

3. Перевірка сітки ниток. Горизонтальна нитка сітки ниток має бути перпендикулярна осі обертання нівеліра, тобто бути горизонтальною. Ця перевірка виконується так:

- поставити рейку в 30 м від нівеліра;
- навести трубу на рейку; встановити зображення рейки в центрі сітки ниток; елевационним гвинтом привести бульбашку рівня в нульпункт; узяти відлік по рейці bo ;
- навідним гвинтом труби змістити зображення рейки вліво, потім управо; обидва рази узяти відліки по горизонтальній нитці bl і bp відповідно.

Якщо відліки bl і bp відрізняються від bo більше, ніж на 1 мм, сітку ниток треба розгорнути; цю операцію можна виконувати тільки у присутності викладача. Для виключення впливу нахилу горизонтальної нитки треба завжди встановлювати зображення рейки точно в центрі сітки ниток.

Окрім перевірок для нівеліра і рейок виконують деякі дослідження.

1. Визначення збільшення зорової труби :

- закріпити рейку у вертикальному положенні на відстані 8 - 10 м від нівеліра;
- навести зорову трубу на рейку;
- виділити у полі зору труби одно ділення рейки і спроектувати його на рейку, видиму іншим (неозброєним) оком; злічити, скільки ділень на рейці укладається в одному діленні зображення рейки - це і буде збільшення труби.

Якщо у полі зору труби виділяється n ділень і в них укладається N ділень рейки, то збільшення труби рівне $V^x=N/n$.

2. Визначення ціни ділення циліндричного рівня. Для виконання цього дослідження необхідно виконати наступні операції:

- встановити рейку вертикально на відстані 40 - 50 м від нівеліра;

- навести зорову трубу на рейку;
- за допомогою еліваційного гвинта нахилити трубу разом з рівнем так, щоб бульбашка рівня розташувалася поблизу лівого краю шкали рівня, і дати йому заспокоїтися; узяти відліки за шкалою рівня по лівому (L_1) і правому (Π_1) кінцям бульбашки і без перерви - відлік по рейці (N_1) по середній нитці. Якщо шкала рівня не підписана, треба підписати її хоч би подумки;
- за допомогою еліваційного гвинта нахилити трубу разом з рівнем в інший бік так, щоб бульбашка розташувалася поблизу правого кінця шкали рівня, і дати йому заспокоїтися; узяти відліки за шкалою рівня по лівому (L_2) і правому (Π_2) кінцям бульбашки і без перерви - відлік по рейці (N_2) по середній нитці; на цьому закінчується прямий хід;
- за допомогою елевационного гвинта трохи змістити бульбашку рівня;
- дати рівню заспокоїтися; узяти відліки за шкалою рівня по лівому (L_1') і правому (Π_1') кінцям бульбашки і без перерви - відлік по рейці (N_1') по середній нитці;
- за допомогою еліваційного гвинта нахилити трубу разом з рівнем в інший бік так, щоб бульбашка розташувалася поблизу лівого кінця шкали рівня, і дати йому заспокоїтися; узяти відліки за шкалою рівня по лівому (L_2') і правому (Π_2') кінцям бульбашки і без перерви - відлік по рейці (N_2') по середній нитці;
- виміряти за допомогою нитяного далекоміра відстань S від нівеліра до рейки;
- вчислити ціну ділення рівня в прямому і зворотному ході по формулі:

$$\tau'' = \frac{\Delta N_{\text{мм}} * \rho''}{S_{\text{мм}} * \Delta b}$$

де

$$\Delta N = |N_2 - N_1|, \Delta b = |U_2 - U_1|$$

$$U_1 = \frac{1}{2} * (L_1 + \Pi_1), U_2 = \frac{1}{2} * (L_2 + \Pi_2)$$

окремо для прямого і зворотного ходу;

- вчислити середнє значення ціни ділення рівня

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1}{2} * (\tau_{\text{пр}} + \tau_{\text{обр}})$$

Приклад визначення ціни ділення рівня наведений в таблиці 4.

Таблиця 4 - Визначення ціни ділення рівня за допомогою рейки

ХІД	Відліки за шкалою рівня						Δb	по рейці мм		ΔN
	Л ₁	П ₁	У ₁	Л ₂	П ₂	У ₂		N ₁	N ₂	
прямий	0,4	11,7	6,05	13,0	24,2	18,60	12,55	146,4	158,2	11,8
оберн.	1,3	12,3	6,80	13,5	24,9	19,20	12,40	146,8	158,9	12,1

$S=9,10 \text{ м} = 9100 \text{ мм}$. $\tau_{\text{пр}} = 21,3''$, $\tau_{\text{обер}} = 22,1''$, $\tau_{\text{сер}} = 21,7''$.

3. **Визначення різниці висот нулів рейки.** Це дослідження виконується в наступному порядку.

На відстані близько 20 м від нівеліра міцно забивають в землю 4 кілки різної довжини і в торці їх забивають цвяхи з півсферичним капелюшком.

Послідовно на кожен кілок ставлять першу рейку і роблять відліки по червоній і чорній сторонам. Потім такі ж відліки роблять по другій рейці. Після зміни висоти нівеліра на 5 - 7 см виконують другий такий же прийом. Порядок запису відліків і обчислень приведений в таблиці 5.

Таблиця 5 - Визначення різниці висот нулів рейок

N прийому	N кілка	Відліки по рейці 1			Відліки по рейці 2		
		чорна ст.	червона ст.	різниця	чорна ст.	червона ст.	різниця
	1	363	5150	4787	362	5051	4689
	2	412	5200	4788	411	5099	4688
I	3	491	5277	4786	491	5178	4687
	4	592	5379	4787	591	5279	4688
	1	409	5196	4787	410	5099	4689
	2	457	5245	4788	458	5147	4689
II	3	538	5325	4787	539	5277	4688
	4	638	5426	4788	636	5325	4689
	Σ	3900	42198	38298	3898	41405	37507
	Ср.	487.5	5274.8	487.3	487.2	5175.6	4688.4

Різниця висот нулів червоної і чорної сторін рейки 1 - 4787 мм.

Різниця висот нулів червоної і чорної сторін рейки 2 - 4688 мм.

Різниця висот нулів рейок (1 - 2) :

чорних сторін $487.5 - 487.2 = + 0.3 \text{ мм}$,

червоних сторін $5274.8 - 5175.6 = + 99.2 \text{ мм}$,

пари рейок $+ 0.3 - 99.2 = - 98.9 \text{ мм} = - 99 \text{ мм}$.

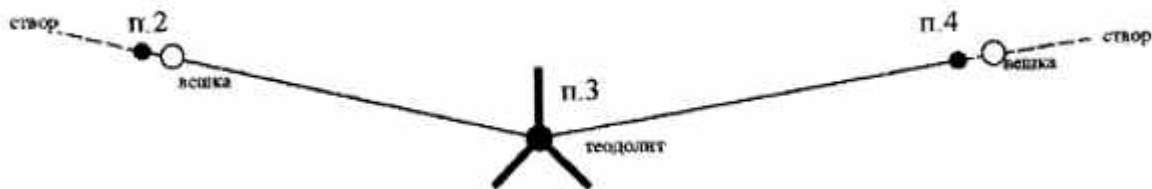
З величинами -99мм у випадку $(1 - 2)$ і $+99\text{мм}$ у випадку $(2 - 1)$ порівнюють різниці значень перевищення на станції, отримані по чорних і червоних сторонах рейок.

3. Польові виміри

3.1. Вимір горизонтальних кутів в ході теодоліта

Підготовка до вимірів:

- встановити теодоліт на штативі на пункті, що є вершиною кута;
- виконати центрування і горизонтування теодоліта;
- встановити вішки у вертикальне положення на пункти, фіксувальні першу і другу сторони кута; вішка ставиться в створі сторони кута поряд з кілочком, в який вбитий цвях (рис.7).



Мал. 7 - Схема установки вішок в створі сторін вимірюваного кута

Центрування і горизонтування теодоліта можна виконати двома способами:

а) За допомогою ниткового виска. Поставити штатив з виском над центром пункту так, щоб верхня площадка голівки штатива була горизонтальною, а висок в спокійному стані відхилився від центру пункту не більше 5 мм. Потім встановити на штатив теодоліт і закріпити становий гвинт; у разі потреби посувати теодоліт по площадці, щоб висок не відхилився від центру пункту більше 5 мм. Виконати горизонтування теодоліта за допомогою підйомних гвинтів і рівня при алідаді горизонтального круга.

б) За допомогою оптичного центрира (теодоліти Т15 і Т5) :

встановити штатив разом з теодолітом над центром пункту так, щоб верхня площадка голівки штатива був горизонтальною і в полі зору оптичного центрира було видно зображення центру пункту (голівки цвяха). Помірно поглибити в землю усі три ніжки штатива;

обертаючи алідаду, встановити рівень паралельно лінії, що сполучає вістря двох ніжок штатива. Обертаючи підйомні гвинти (будь-хто і в

будь-якому напрямі), привести зображення центру пункту точно в центр малого круга поля зору оптичного центрира;

зменшуючи або збільшуючи довжину однієї ніжки штатива з пари, привести бульбашку рівня в нульпункт з точністю до двох ділень; повернути алідаду на 90° , тобто, встановити рівень по напрямку третьої ніжки штатива;

зменшуючи або збільшуючи довжину цієї ніжки штатива, привести бульбашку рівня в нульпункт;

перевірити центрування і у разі потреби повторити останні 5 дій ще раз;

на закінчення слід виконати (якщо це виявиться необхідним) точне горизонтування теодоліта за звичайною методикою за допомогою підйомних гвинтів і рівня при алідаді горизонтального круга.

У теодолітів Т30 і 2Т30 немає оптичного центрира, але його роль може виконувати зорова труба, встановлена вертикально об'єктивом вниз на відлік $90^\circ 00'$. Для візування труби на центр пункту в корпусі теодоліта є наскрізний круглий отвір діаметром близько 10 мм.

Вимір кута способом окремого кута (способом прийомів) :

- при КЛ (крузі ліво) навести трубу на задню точку п.2 (рис.7), взяти відлік по горизонтальному кругу L_2 ;
- обертаючи алідаду, навести трубу на передню точку п.4, взяти відлік по горизонтальному кругу L_4 ;
- вичислити значення лівого по ходу кута при КЛ за формулою, $\beta' = L_4 - L_2 [+360^\circ]$; якщо відлік L_4 менше відліку L_2 (кут виходить негативний), то треба додати 360° ;
- змістити лімб горизонтального круга приблизно на $1^\circ - 1^\circ 30'$;
- перевести трубу через zenit в положення КП (круг право);

обертаючи алідаду, навести трубу на задню точку п.2, узяти відлік по горизонтальному кругу P_2 ;

обертаючи алідаду, навести трубу на передню точку п.4, узяти відлік по горизонтальному кругу P_4 ;

вичислити значення лівого по ходу кута при КП по формулі $\beta'' = P_4 - P_2 [+360^\circ]$; якщо відлік P_4 менше відліку P_2 (кут виходить негативний), то треба додати 360° ;

якщо виконується умова $|\beta' - \beta''| \leq \beta_{доп.}$, то обчислюється середнє значення кута $\beta = 1/2 * (\beta' + \beta'')$; значення $\Delta \beta_{доп}$ слід прийняти для теодолітів Т30 і 2Т30 $\Delta \beta_{доп} = 2'$, для теодолітів Т15 і Т5 $\Delta \beta_{доп} = 1'$.

Якщо вимірюються праві по ходу кути, то при обчисленні кута при КЛ і КП потрібне з відліку на задню точку (п.2 - рис.7) віднімати відлік на передню точку (п.4 - рис.7).

Записи відліків і обчислення кутів робиться в журналі встановленої форми (таблиця 6)

Таблиця 6 - Зразок записів в журналі при вимірюванні горизонтальних кутів

Точка стояння теодоліта	Точка візування	КЛ КП	Відліки по гориз. кругу град. хв.	Значення кута в напівприйомі град. хв.	Середнє знач. кута град. хв.
п.3	п.2	КЛ	000 15	158 19	158 19,5
	п.4	КЛ	158 34		
	п.2	КП	181 53	158 20	
	п.4	КП	340 13		

3.2. Вимірювання відстаней мірною стрічкою (рулеткою)

У вимірі відстані мірною стрічкою (рулеткою) беруть участь 4 людини: два мерщика, один записатор і один "людина-вішка".

Процес виміру однієї відстані включає наступні операції: "людина-вішка" надіває контрастний одяг, йде на кінець лінії і там встає над центром пункту;

передній мерщик бере кінець стрічки і шпильки і йде по створу лінії;

- по команді заднього мірщика він зупиняється і по його сигналах, зміщуючись вправо-вліво, встає в створ лінії з точністю до 20 см;
- задній мерщик прикладає нуль стрічки до центру пункту; передній мірщик струшує стрічку, натягує її з силою близько 10 кг і проти останнього штриха стрічки вертикально встромляє шпильку в землю;
- оба мірщика встають і синхронно йдуть вперед по створу лінії;
- у віткненої в землю шпильки задній мерщик дає команду зупинитися і операції установки переднього мірщика в створ, прикладання нульового ділення до шпильки, струшування стрічки, її натягнення і встромляє в землю шпильки повторюються;
- задній мерщик витягує шпильку із землі і рух вперед поновлюється;
- у кінці лінії вимірюють домірювання (залишок), тобто відстань від останньої увіткненої в землю шпильки до центру пункту кінця лінії;
- записатор йде разом з мірщиками і рахує кількість укладень стрічки;
- він же записує в журнал значення доміру;

контроль: кількість укладень стрічки дорівнює кількості шпильок, зібраних заднім мерщиком.

Якщо сторона теодолітного ходу має неоднаковий кут нахилу по всій довжині, то її треба розділити на дві (чи більше) частин, кожна з яких має постійний кут нахилу. Кожну частину і її кут нахилу слід вимірювати

окремо (рис.8). Горизонтальне проложення такої сторони ходу дорівнює сумі горизонтальних проложень окремих її частин (на мал. 8 $S=S_1+S_2$).

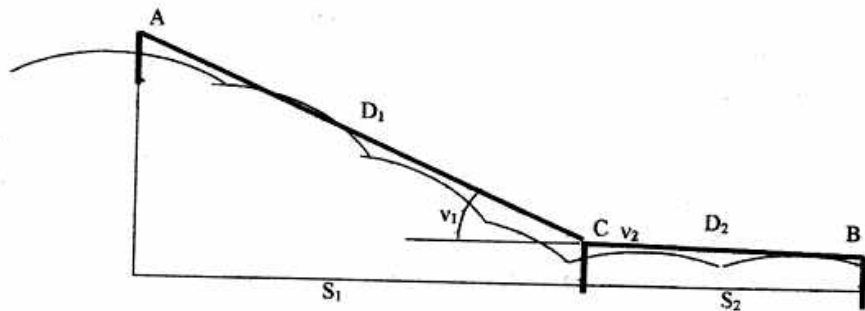


Рис. 8 - Схема виміру довжини лінії по частинах

Якщо сторона ходу перетинає невеликий яр шириною не більше довжини мірної стрічки, то на бровці яру закріплюють тимчасову точку З і вимірюють дві частини сторони ходу, що вийшли, окремо (Рис. 9). У зворотному ході (від точки В до точки А) точку З розташовують на іншій бровці яру.

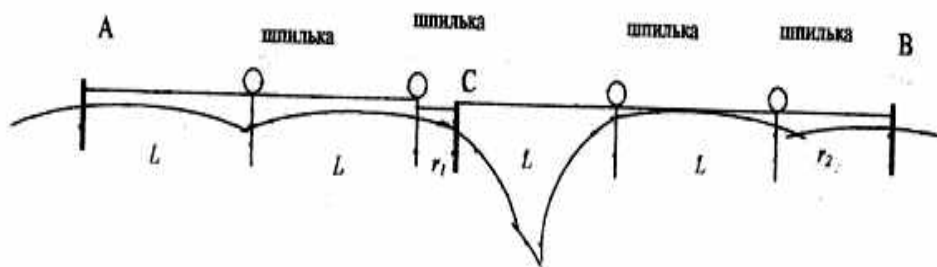


Рис. 9 - Схема виміру відстані через перешкоду

Пройшовши увесь теодолітний хід в прямому напрямі, виконують зворотний хід, повторюючи всі вимірювальні операції. За виміряне значення лінії приймають середнє з двох вимірів (прямо і назад), якщо вони розрізняються не більше, ніж на 1/1000 від довжини лінії (10 см на кожні 100 м). Для виключення прорахунків при вимірі відстаней мірною стрічкою рекомендується заздалегідь виміряти довжини сторін теодолітного ходу за допомогою ниткового далекоміра (під час виміру горизонтальних кутів). Виміряна довжина сторони ходу обчислюється як середнє з першого і другого вимірів (з прямого і зворотного ходу) за формулою

$$D = n * L_0 + 1/2 * (r_{пр} + r_{обр}),$$

де n - кількість укладень стрічки, L_0 - номінальна довжина стрічки, $r_{пр}$ - залишок (домірювання) при першому вимірі, $r_{обр}$ - залишок (домірювання) при другому вимірі.

Горизонтальне проложення сторони обчислюється за формулою

$$S = D + \Delta L + \Delta h + \Delta t,$$

де ΔL - поправка за фактичну довжину стрічки (за результатами компарування стрічки), Δt - поправка за температуру, $\Delta t = D \cdot \alpha \cdot (t - t_0)$; тут t - температура стрічки під час вимірів, t_0 - температура стрічки під час компарування, $-\alpha$ коефіцієнт лінійного розширення сталі, $\alpha = 12.5 \cdot 10^{-6}$ на один градус температури; Δh - поправка за нахил (за перевищення), $\Delta h = -2 \cdot D \cdot \sin^2(\nu/2)$ або $\Delta h = -h^2 / 2D$,

де ν - кут нахилу сторони ходу, h - перевищення початку і кінця сторони.

Всі обчислення слід виконувати до міліметрів, а потім округлити S до сантиметрів. На рівній місцевості ($\nu < 1^\circ$) поправку за нахил лінії можна не обчислювати і прийняти її рівною нулю. Приклад обчислення горизонтальних проложень дано в таблиці 7.

Таблиця 7 - Обчислення горизонтальних проложень вимірних відстаней $L_0 = 20,000$; $\Delta l = +0,027$; $t = t_0$;

N стор.	Виміряні. D м	кут ν гр. Хв.	Перевиш h м	Поправки			$\sum \Delta$ м	S м
				Δh м	Δt м	Δl м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	124,45	-	2,453	-0,024	-	+0,167	+0,143	124,59
2	41,16	6 45	-	-0,285	-	+0,056	-0,229	40,93
	92,31	0 20	-	0	-	+0,125	-0,125	92,44
								133,37

Примітки:

- у графу 2 вписується середня відстань з прямого і зворотного ходу;
- з двох граф (3 і 4) заповнюється тільки одна;
- знаки у кутів нахилу і перевищень не ставляться.

3.3. Вимірювання відстані нитковим далекоміром

На одному кінці лінії встановити теодоліт на штативі, виконати його горизонтування і центрування. На іншому кінці лінії вертикально встановити нівелірну рейку.

Навести трубу на рейку так, щоб верхня далекомірна нитка була поєднана з круглим відліком N_1 (наприклад, $N_1=1000$); узяти відлік N_2 по нижній горизонтальній нитці (наприклад, $N_2=1116$).

Довжина лінії обчислюється за формулою, де C - коефіцієнт далекоміра, рівний 100. У нашому прикладі $D = 100 \cdot (116 \text{ мм}) = 11600 \text{ мм} = 11,6 \text{ м}$. Якщо відлік N_1 або N_2 береться по центральній горизонтальній нитці, то коефіцієнт далекоміра треба взяти рівним 200.

Для наближених вимірів корисно пам'ятати, що 1 см на рейці (одно ділення рейки) відповідає 1 м на місцевості, а 1 дм на рейці відповідає 10 м на місцевості.

3.4. Вимірювання відстаней електронними приладами

Нині виробничі виміри відстаней виконуються в основному електронними приладами: світлодалекомірами і електронними тахеометрами.

З вітчизняних світлодалекомірів на ринку геодезичного устаткування пропонується світлодалекомір «Блеск»(СТ 5) або «Блеск-2» (2СТ-10). Його рекомендується застосовувати в полігонометрії і на геодезичних мережах згущування з довжинами сторін до 10 км. Цей світлодалекомір може бути встановлений на теодоліти серії 2Т і 3Т для одночасного виміру кутів і відстаней. Управління процесом виміру забезпечується вбудованим МІКРО-ЕОМ. Результати вимірів, з урахуванням поправок за атмосферний тиск і температуру, висвітлюються на табло і можуть бути введені в накопичувач. У комплект приладу входять: світлодалекомір, відбивачі, джерела живлення, зарядний пристрій, барометр, термометр, штативи, набір інструментів.

Середня квадратична погрішність виміру відстаней світлодалекоміром "Блеск-2" оцінюється величиною $(5 + 3 \cdot 10^{-6}D)$ мм; діапазон вимірюваних відстаней від 2 м до 5000 м (при хорошій видимості до 10000 м); методика виміру відстаней приведена в інструкції, що додається до кожного приладу.

З електронних тахеометрів слід відзначити вітчизняний ЗТА5 і японський TOPCON GTS - 710. Електронні тахеометри серії ЗТА5 застосовуються для виконання великомасштабних топографічних зйомок, при інвентаризації земель, створенні і оновленні земельного кадастру та рішенні завдань землевідведення (винесення проекту в натуру).

Тахеометром можна робити виміри полярних і прямокутних координат, висотних відміток, площ земельних ділянок, а також горизонтальних проложень. Результати вимірів можуть бути записані в карту пам'яті РСМСІА або безпосередньо передані в персональний комп'ютер типу ІВМ РС. Середня квадратична помилка виміру кутів складає $5''$, відстаней - $\pm(5 + 3 \cdot 10^{-6}D)$ мм; межі виміру відстаней до 800 м (з однією призмою) і до 1600 м (з шістьма призмами).

Тахеометри серії GTS - 710 - це надінтелектуальні електронні інструменти із вбудованим комп'ютером і операційною системою MS - DOS. GTS - 710 має русифікований інтерфейс, а також допускає використання кодів опису точок російською мовою. Керуючись підказками і зна-

чками меню на графічному екрані, можна професійно і якісно виконати все, що необхідно під час зйомок, збору даних і винесення об'єктів в натуру. Точність виміру кутів - від 1" до 5"; погрішність виміру відстаней $\pm(2 + 2 * 10^{-6}D)$ мм.

Детальна методика вимірів приведена в інструкції, що додається до кожного приладу.

3.5. Вимірювання перевищень в ході технічного нівелювання.

Відмітки будь-якого геодезичного пункту В зазвичай отримують за формулою:

$$H_B = H_A + h,$$

де H_A - відома відмітка якого-небудь пункту, h - перевищення між визначуваним пунктом В і початковим пунктом А.

Для виміру перевищень методом геометричної нівеляції потрібний нівелір, комплект з пари рейок і нівелірні черевики.

Якщо відстань між пунктами невелика (до 150 м) і перевищення між ними також невелике (до 2 м), то перевищення можна виміряти з однієї одній станції (постановки) нівеліра і обійтися без нівелірних башмаків (Рис. 10).

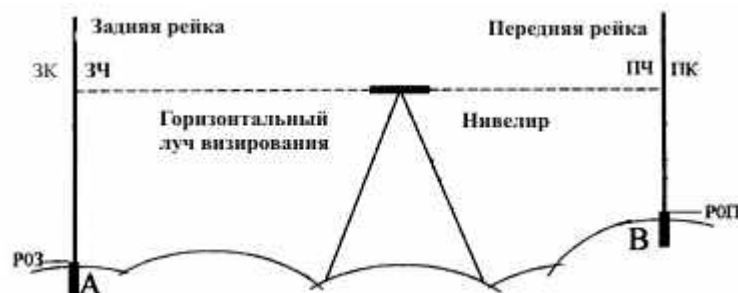


Рис. 10 - Схема взяття відліків на станції технічного нівелювання

Порядок вимірювання перевищення на станції:

1. Встановити нівелір приблизно посередині між пунктами А і В, привести нівелір в робочий стан; відстань від нівеліра до рейок не має бути занадто великою (не більше 100 м) або занадто маленькою (менше 5 м); якщо ця відстань за умовами місцевості виходить менше 5 м, то рекомендується поставити нівелір в стороні від рейок (рис. 11);

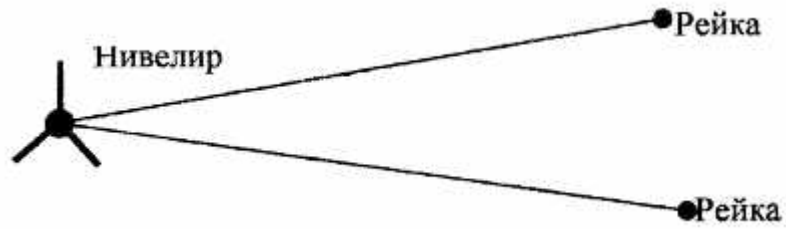


Рис. 11 - Одна з можливих схем розташування нівеліра і рейок

2. Встановити вертикально рейки на пункті А (задня рейка) і на пункті В (передня рейка); рейка встановлюється на центр пункту (верхня частина марки початкового пункту або головка цвяха на визначуваному пункті);

3. Навести зорову трубу на задню рейку, відфокусувати зображення рейки і встановити його в центрі поля зору; еліваційним гвинтом привести бульбашку рівня точно в нульпункт і взяти відлік по чорній стороні рейки по центральній горизонтальній нитці $ЗЧ_{орн.}$; записати відлік в журнал;

4. Дати команду реєчнику розгорнути рейку червоною стороною; перевірити положення бульбашки точно в нульпункте і взяти відлік по червоній стороні рейки по центральній горизонтальній нитці $ЗЧ_{ервн.}$; записати відлік в журнал;

5. Повернути нівелір на передню рейку і повторити операції 3 і 4 для передньої рейки - в результаті вийдуть відліки $ПЧ_{орн}$ і $ПЧ_{ервн}$; записати відліки в журнал;

6. Виконати обробку вимірів на станції, тобто:

- вчислити різниці нулів для задньої $Р0З$ і передньої $Р0П$ рейок $Р0З = ЗЧ_{ервн.} - ЗЧ$; $Р0П = ПЧ_{ервн.} - ПЧ$; записати їх в журнал;
- вчислити перевищення чорним $ЧП$ і червоним $КП$ сторонам рейок $ЧП = ЗЧ - ПЧ$; $Ч_{ервн.П} = ЗЧ_{ервн.} - ПЧ_{ервн.}$; записати їх в журнал;
- вчислити різницю перевищень $ЧП - КП$ і записати її в журнал;
- перевірити умову $ЧП - КП = Р0П - Р0З$;
- при виконанні попередньої умови вчислити середнє перевищення $СП = 1/2 * [ЧП + (Ч_{ервн.П} \pm 100)]$, округлити його до міліметрів і вписати в журнал. Знак "плюс" або "мінус" вибирається з таким розрахунком, щоб величина в круглих дужках майже дорівнювала $ЧП$.

Допуски на станції: на розбіжність вчисленої і теоретичної різниці нулів рейок ± 5 мм; на розбіжність чорного і червоного перевищень ± 5 мм.

Зразок журналу для технічної нівеляції приведений в таблиці 8.
Таблиця 8 - Зразок записів в журналі технічної нівелювання

N станції	Відстані до рейок	Відліки по рейках		Перевищення мм	Ср. прев. мм
		задня	передня		
1		1471 (1)	2163 (3)	- 692 (7)	- 693 (10)
1-2		6172 (2)	6966 (4)	- 794 (8)	
		4701 (5)	4803 (6)	+ 102 (9)	

Примітка:

1. графа "Відстані до рейок" і перший рядок в графі "Відліки по рейках" в технічному нівелюванні не заповнюються;

2. числа в дужках вказують номери операцій.

Якщо хоч би один допуск буде порушений, треба акуратно закреслити записи станції і повторити на ній усі виміри.

Якщо відстань між пунктами А і В велике або перевищення між ними більше 2 м, то перевищення вимірюють по частинах; в якості проміжних пунктів використовують нівелірні черевики. Робота на кожній станції виконується за описаною вище методикою, а перевищення між пунктами обчислюється як сума середніх перевищень на станціях.

Хід технічної нівелювання по пунктам теодолітного ходу може бути як розімкненим, так і замкнутим; він виконується в одному напрямі.

4. Обчислення координат і відміток пунктів знімального об- грунтування

4.1. Обчислення координат пунктів розімкненого тео- долітного ходу

Порядок дій при обробці розімкненого ходу :

1. Вичислити суму вимірних кутів $\sum \beta_{вим.}$;
2. Вичислити теоретичну суму кутів (для лівих вимірних кутів)

$$\sum \beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кцк} + 180^{\circ} * n ;$$

якщо ці дві суми розрізняються приблизно на 360°, то теоретичну суму можна змінити точно на 360°;

3. Вичислити кутову нев'язку ходу в секундах або в хвилинах

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

і переконатися, що вона не перевищує допустимого значення

$$f_{\beta(\text{доп})} = 60'' * \sqrt{n} \quad \text{или} \quad f_{\beta(\text{доп})} = 1'' * \sqrt{n},$$

4. Вчислити поправку у виміряні значення кутів

$$V_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n}$$

і округлити її до цілих секунд або до десятих доль хвилини. Перевірити виконання контролю $\sum V_{\beta} = -f_{\beta}$; якщо контроль не виконується, то змінити одну або декілька поправок, починаючи з останньої, на 1" або до 0,1' і добитися виконання контролю;

Вчислити виправлені значення кутів

$$\beta_{i(\text{искр})} = \beta_{i(\text{изм})} + V_{\beta};$$

5. Вчислити дирекційні кути всіх сторін ходу за формулою для лівих кутів

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_{i(\text{искр})} - 180^{\circ};$$

якщо дирекційний кут виходить негативним, його треба збільшити на 360° ; якщо дирекційний кут виходить більше 360° , то його треба зменшити на 360° . Слід переконатися, що у кінці ходу вчислене значення дирекційного кута початкового напрямку в точності співпадає з його заданим значенням;

Вчислити прирости координат по кожній стороні ходу (у метрах округленням до 2-го знаку після десяткової коми) по формулах:

$$\Delta X_i = S_i * \cos \alpha_i, \quad \Delta Y_i = S_i * \sin \alpha_i;$$

перед знаходженням функцій дирекційного кута на мікрокалькуляторі треба перевести його значення в десяткову форму;

Вчислити суми приростів координат по всьому ходу $\sum \Delta x$ і $\sum \Delta y$;

Вчислити теоретичні суми приростів координат за формулами:

$$\sum \Delta X_{\text{теор}} = X_{\text{нн46}} - X_{\text{нн45}},$$

$$\sum \Delta Y_{\text{теор}} = Y_{\text{нн46}} - Y_{\text{нн45}};$$

6. Вчислити координатні нев'язки за формулами:

$$f_x = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{теор},$$

$$f_y = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{теор};$$

і потім абсолютну і відносну нев'язки ходу за формулами:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad \frac{1}{N} = \frac{f_s}{\sum S},$$

де $\sum S$ - сума горизонтальних проложень сторін ходу;

7. Вичислити поправки в прирости координат за формулами (у метрах з округленням до 2-го знаку після коми) :

$$V_x = -\frac{f_x}{\sum S} * S_i, \quad V_y = -\frac{f_y}{\sum S} * S_i;$$

перевірити виконання контролів :

$$\sum V_x = -f_x, \quad \sum V_y = -f_y ;$$

якщо контроль не виконується, треба змінити на 0,01 м одну або декілька поправок (нарізно для V_x і V_y), починаючи з найдовшої сторони;

8. Вичислити виправлені значення приростів координат за формулами:

$$\Delta X_{i(испр)} = \Delta X_i + V_x,$$

$$\Delta Y_{i(испр)} = \Delta Y_i + V_y ;$$

9. Вичислити координати пунктів ходу за формулами:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(испр)},$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(испр)}.$$

Слід переконатися, що вичислені значення координат початкового пункту у кінці ходу в точності дорівнюють їх заданим значенням.

Приклад обчислення координат пунктів розімкненого теодолітного ходу наведений в таблиці 9 .

Таблиця 9.Обчислення координат пунктів розімкненого теодолітного ходу

Номери пунктів	Вимір. кути (ліві) гр.мин.сек	Виправ. кути гр.мин.сек.	Дирекційні кути гр.мин.сек.	Горизонт пролож. S, м	Вичислені прирости коорд.	Виправлені прирости коорд.	Координати пунктів ходу			
					$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	X, м	Y, м
пп44										
	-17		<u>36 00 00</u>							
пп45	96 45 30	96 45 13			+9	-10			<u>43 000.00</u>	<u>76 000.00</u>
	-17		312 45 13	267.48	+181.58	-196.40	+181.67	-196.50		
2	175 10 00	175 09 43			+10	-11			43 181.67	75 803.50
	-17		307 54 56	301.73	+185.42	-238.04	+185.52	-238.15		
3	198 16 30	198 16 13			+4	-5			43 367.19	75 565.35
	-17		326 11 09	128.95	+107.14	-71.76	+107.18	-71.81		
4	225 41 15	225 40 58			+6	-7			43 474.37	75 493.54
	-17		11 52 07	194.62	+190.46	+40.03	+190.52	+39.96		
5	141 54 18	141 54 01			+4	-5			43 664.89	75 533.50
	-17		333 46 08	141.17	+126.63	-62.40	+126.67	-62.45		
6	201 27 15	201 26 58			+7	-7			43 791.56	75 471.05
	-18		355 13 06	208.68	+207.95	-17.39	+208.02	-17.46		
пп46	181 37 30	181 37 12							<u>43 999.58</u>	<u>75 453.59</u>
			<u>356 50 18</u>							
пп47										
			Σ s	1242.33						
Σ	1220 52 18			Σ Δ	+999.18	-545.96				

β изм										
$\sum \beta$ теор	1220 52 18			$\sum \Delta$ теор	+999.58	-546.41				
$f \beta$	+2 00			f_x, f_y	-0.40	+0.45				
$f \beta$ доп	2 18			f_s	0.60					
				$f_s / \sum S$	1/2100					

4.2. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу

Ці обчислення виконуються в наступному порядку:

1. Вичислити суму вимірних кутів $\sum \beta_{\text{вим.}}$;
2. Вичислити теоретичну суму кутів : для внутрішніх вимірних кутів (правих по ходу)

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

для зовнішніх кутів (лівих по ходу)

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} * (n + 2);$$

3. Вичислити кутову нев'язку ходу в секундах або в хвилинах

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{вим.}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

і переконатися, що вона не перевищує допустимого значення

$$f_{\beta(\text{дон})} = 60'' * \sqrt{n} \quad \text{или} \quad f_{\beta(\text{дон})} = 1' * \sqrt{n};$$

4. Вичислити поправку у виміряні значення кутів

$$V_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n}$$

і округлити її до цілих секунд або до десятих долей хвилини. Перевірити виконання контролю $\sum V_{\beta} = -f_{\beta}$ і якщо контроль не виконується, то змінити одну або декілька поправок, починаючи з останньої, на 1" або на 0,1' і добитися виконання контролю;

5. Вичислити виправлені значення кутів

$$\beta_{i(\text{испр})} = \beta_{i(\text{изм})} + V_{\beta};$$

6. Вичислити дирекційний кут першої сторони ходу за формулою

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_{i(\text{испр})} - 180^{\circ};$$

де α_0 - кут дирекції початкового напрямку CA, а $\beta_{\text{прил.}}$ - лівий прилеглий кут, і потім дирекційні кути всіх інших сторін ходу за формулою для внутрішніх (правих по ходу) кутів

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{i(\text{всередині})};$$

якщо кут дирекції виходить негативним, його треба збільшити на 360° ; якщо кут дирекції виходить більше 360° , то його треба зменшити на 360° . Переконайтеся, що у кінці ходу вичислене значення кута дирекції першої сторони ходу в точності співпадає з його спочатку вичисленим значенням;

7. Вичислити прирости координат по кожній стороні ходу (у метрах з округленням до 2-го знаку після десяткової коми) за формулами:

$$\Delta X_i = S_i * \cos \alpha_i, \quad \Delta Y_i = S_i * \sin \alpha_i;$$

перед знаходженням функцій дирекційного кута треба перевести його значення в десяткову форму;

8. Вичислити суми приростів координат по усьому ходу $\sum \Delta x$ і $\sum \Delta y$;

9. Теоретичні суми приростів координат прийняти рівними нулю:

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор}} &= 0, \\ \sum \Delta Y_{\text{теор}} &= 0; \end{aligned}$$

10. Вичислити координатні нев'язки

$$\begin{aligned} F_x &= \sum \Delta X, \\ F_y &= \sum \Delta Y, \end{aligned}$$

а потім абсолютну і відносну нев'язку ходу :

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор}} &= X_{\text{нн46}} - X_{\text{нн45}}, \\ \sum \Delta Y_{\text{теор}} &= Y_{\text{нн46}} - Y_{\text{нн45}}; \end{aligned}$$

де $\sum S$ - сума горизонтальних проложень сторін ходу;

11. Вичислити поправки в прирости координат за формулами (в метрах з округленням до 2-го знаку після коми) :

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad \frac{1}{N} = \frac{f_s}{\sum S};$$

перевірити виконання контролів :

$$V_x = -\frac{f_x}{\sum S} * S_i, \quad V_y = -\frac{f_y}{\sum S} * S_i,$$

якщо контроль не виконується, треба змінити на 0,01 м одну або декілька поправок (нарізно для V_x і V_y), починаючи з найдовшої сторони;

12. Вичислити виправлені значення приростів координат за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta X_{i(\text{испр})} &= \Delta X_i + V_x, \\ \Delta Y_{i(\text{испр})} &= \Delta Y_i + V_y \end{aligned} ;$$

13. Вичислити координати пунктів ходу за формулами:

$$\begin{aligned} X_{i+1} &= X_i + \Delta X_{i(\text{испр})}, \\ Y_{i+1} &= Y_i + \Delta Y_{i(\text{испр})}. \end{aligned}$$

Слід переконатися, що вичислені значення координат початкового пункту у кінці ходу в точності дорівнюють їх заданим значенням.

Приклад обчислення координат пунктів стандартного замкнутого ходу теодоліта наведений в таблиці 10 .

Таблиця 10. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу

Назва пунктів	Виміряні кути (праві) гр.мин.сек	Виправлені. кути гр.мин.сек.	Дирекційні. кути гр.мин.сек.	Горизонт.пролож. S, м	Вичислені прирости коорд.		Виправлені прирости коорд.		Координати пунктів ходу	
					$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	X, м	Y, м
С	прим.лівий кут		<u>134 16.3</u>							
А	84 17,5				-3	+5			<u>43 000.00</u>	<u>76 000.00</u>
	-0,3		38 33,8	117,41	+91,81	+73,19	+91,78	+73,24		
2	140 21,0	140 20,7			-4	+6			43 091,78	76 073,24
	-0,3		78 13,1	145,13	+29,63	+142,07	+29,59	+142,13		
3	163 32,0	163 31,7			-5	+8			43 121,37	76 215,37
	-0,3		94 41,4	173,62	-14,20	+173,04	-14,25	+173,12		
В 4	100 47,5	100 47,2			-3	+6			43 107,12	76 388,49
	-0,3		173 54,2	134,68	-133,92	+14,30	-133,95	+14,36		
5	104 27,0	104 26,7			-4	+7			42 973,17	76 402,85
	-0,3		249 27,5	154,47	-54,20	-144,65	-54,24	-144,58		
6	167 50,5	167 50,2			-4	+7			42 918,93	76 258,27
	-0,3		261 37,3	157,36	-22,93	-155,68	-22,97	-155,61		
7	126 15,0	126 14,7			-4	+7			42 895,96	76 102,66
	-0,2		315 22,6	146,24	+104,08	-102,73	+104,04	-102,66		
А 1	96 49,0	96 48,8							<u>43 000.00</u>	<u>76 000.00</u>
			$\sum S$	1028.91						
$\sum \beta_{\text{зм}}$	900 02,0			$\sum \Delta$	+0,27	-0,46				
$\sum \beta_{\text{теор}}$	900 00,0			$\sum \Delta_{\text{теор}}$	0,00	0,00				
f	+2,0			f _{x, y}	+0,27	-0,46				
f _{доп}	2,8			f _s	0.53					
				f _s	1/1940					

4.3. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу з двома початковими пунктами

Порядок обчислень наводиться нижче:

1. Вичислити суму виміряних $\sum \beta_{\text{взм}}$;
2. Вичислити теоретичну суму кутів : для внутрішніх виміряних кутів (правих по ходу)

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

для зовнішніх кутів (лівих за ходом)

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} * (n + 2);$$

3. Вичислити кутову невязку ходу в секундах або в хвилинах

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{взм}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

і переконатися, що вона не перевищує допустимого значення

$$f_{\beta(\text{дон})} = 60'' * \sqrt{n} \quad \text{или} \quad f_{\beta(\text{дон})} = 1' * \sqrt{n};$$

4. Вичислити поправку у виміряні значення кутів

$$v_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n}$$

і округлити її до цілих секунд або до десятих доль хвилини. Перевірити виконання контролю $\sum v_{\beta} = -f_{\beta}$ і якщо контроль не виконується, то змінити одну або декілька поправок, починаючи з останньої, на 1" або на 0,1' і добитися виконання контролю;

5. Вичислити виправлені значення кутів

$$\beta_{i(\text{испр})} = \beta_{i(\text{взм})} + v_{\beta};$$

6. Прийняти дирекційний кут першої сторони ходу рівним нулю, потім - дирекційні кути сторін ходу до другого початкового пункту за формулою для внутрішніх (правих по ходу) кутів

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^{\circ} - \beta_{i(\text{испр})};$$

7. Вичислити прирости координат по кожній стороні ходу (у метрах з округленням до 2-го знаку після десяткової коми) за формулами:

$$\Delta X_i = S_i * \cos \alpha_i, \quad \Delta Y_i = S_i * \sin \alpha_i;$$

перед знаходженням функцій кута дирекції на мікрокалькуляторі треба перевести його значення в десяткову форму;

8. Вичислити координати пунктів від першого початкового пункту до другого початкового пункту:

$$\begin{aligned} \Delta X_{i(\text{теор})} &= \Delta X_i + V_{x_i}, \\ \Delta Y_{i(\text{теор})} &= \Delta Y_i + V_{y_i}; \end{aligned}$$

9. Вирішити два зворотні задачі між початковими пунктами А і В: за заданими координатами пунктів - результат α_{AB} і S_{AB} та за обчисленими координатами пункту В - результат α'_{AB} і S'_{AB} ; переконатися, що S'_{AB} відрізняється від S_{AB} не більше ніж на 1/1000 їх значень;
10. Вичислити правильний дирекційний кут першої сторони ходу

$$\alpha_1 = \alpha_{AB} - \alpha'_{AB} \left[+ 360^0 \right];$$

11. Вичислити правильні дирекційні кути всіх інших сторін ходу за формулою для внутрішніх (правих по ходу) кутів

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^0 - \beta_{i(\text{теор})};$$

12. Вичислити прирости координат по всіх сторонах ходу (у метрах з округленням до 2-го знаку після десяткової коми) за формулами:

$$\Delta X_i = S_i * \cos \alpha_i, \quad \Delta Y_i = S_i * \sin \alpha_i;$$

перед знаходженням функцій дирекційного кута на мікрокалькуляторі треба перевести його значення в десяткову форму;

13. Вичислити суми приростів координат по першій гілці ходу (від першого початкового пункту до другого) $\sum \Delta x$ і $\sum \Delta y$;

14. Вичислити теоретичні суми приростів координат :

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор}} &= X_B - X_A, \\ \sum \Delta Y_{\text{теор}} &= Y_B - Y_A; \end{aligned}$$

15. Вичислити координатні нев'язки:

$$f_x = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{теор},$$

$$f_y = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{теор};$$

а потім абсолютну і відносну нев'язки ходу

$$\sum \Delta X_{теор} = X_{нн46} - X_{нн45},$$

$$\sum \Delta Y_{теор} = Y_{нн46} - Y_{нн45};$$

де $\sum S$ - сума горизонтальних проложень сторін першої гілки ходу;

16. Вичислити поправки в прирости координат по формулах (у метрах з округленням до 2-го знаку після коми) :

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad \frac{1}{N} = \frac{f_s}{\sum S},$$

перевірити виконання контролів :

$$V_x = -\frac{f_x}{\sum S} * S_i, \quad V_y = -\frac{f_y}{\sum S} * S_i;$$

якщо контроль не виконується, треба змінити на 0,01 м одну або декілька поправок, починаючи з найдовшої сторони;

17. Вичислити виправлені значення приростів координат за формулами:

$$\Delta X_{i(испр)} = \Delta X_i + V_x,$$

$$\Delta Y_{i(испр)} = \Delta Y_i + V_y;$$

18. Вичислити координати пунктів першої гілки ходу за формулами:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(испр)},$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(испр)}.$$

слід переконатися, що вичислені значення координат другого початкового пункту в точності дорівнюють їх заданим значенням.

19. Виконати операції з 13 по 18 для другої гілки ходу.

Приклад обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу з двома початковими пунктами наведено в таблицях 11а, 11б, 12.

Таблиця 11а. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу з двома початковими пунктами

Назви пунктів	Виміряні кути (праві) гр.мин.сек	Виправлені кути гр.мин.сек.	Дирекційні кути гр.мин.сек.	Горизонт. пролож. S, м	Вчислені прирости коорд.		Виправлені прирости коорд.		Координати пунктів ходу	
					$\Delta X, \text{ м}$	$\Delta Y, \text{ м}$	$\Delta X, \text{ м}$	$\Delta Y, \text{ м}$	X, м	Y, м
A 1										
	- 0.3		0 00.0	117.41	+117.41	0.00			43 000.00	76 000.00
2	140 21.0	140 20.7								
	-0.3		39 39.3	145,13	+111.74	+92.62				
3	163 32.0	163 31.7								
	-0.3		56 07.6	173.62	+96.77	+144.15				
B 4	100 47.5	100 47.2								
	-0.3								43 325.92	76 236.77
5	104 27.0	104 26.7								
	-0.3									
6	167 50.5	167 50.2								
	-0.3									
7	126 15.0	126 14.7								
	-0.2									
A 1	96 49.0	96 48.8								
			$\sum S$	436.16						
$\sum \beta_{\text{изм}}$	900 02.0			$\sum \Delta$	325.92	236.77				
$\sum \beta_{\text{теор}}$	900 00.0			$\sum \Delta_{\text{теор}}$	107.12	388.49				
$f\beta$	+2.0			S	402.98	α	74°35'05"			
$f\beta_{\text{доп}}$	2,8			S'	402.84	α	35°59'50"			
				$(S-S')/\sum S$	1/2900	$\alpha_1 = \alpha - \alpha'$	38°35'15"	=38 35.2		

Таблиця 116. Обчислення координат пунктів замкнутого теодолітного ходу з двома початковими пунктами

Назва пунктів	Виміряні кути (праві) гр.мин.сек	Виправлені кути гр.мин.сек.	Дирекційні кути гр.мин.сек.	Горизонт. пролож. S, м	Вчислені прирости коорд.		Виправлені прирости коорд.		Координати пунктів ходу	
					$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	X, м	Y, м
A 1									43 000.00	76 000.00
			38 35.2		+1	+4				
2		140 20.7		117.41	+91.78	+73.23	+91.79	+73.27	43 091.79	76 073.27
			78 14.5		+1	+5				
3		163 31.7		145.13	+29.58	+142.08	+29.59	+142.13	43 121.38	76 215.40
			94 42.8		+1	+6				
B 4		100 47.2		173.62	-14.27	+173.03	-14.26	+173.09	43 107.12	76 388.49
			$\sum S$	436.16	+107.09	+388.34				
					+107.12	+388.49	f_s	0.15		
				f	-0.03	-0.15	fS	1/2900		
B 4					-7	+7				
			173 55.6	134.68	-133.92	+14.25		+14.32		
5		104 26.7			-8	+8	-133.99		42 973.13	76 402.81
			249 28.9	154.47	-54.14	-144.67		-144.59		
6		167 50.2			-9	+8	-54.22		42 918.91	76 258.22
			261 38.7	157.36	-2.87	-155.69		-155.61		
7		126 14.7			-8	+7	-22.96		42 895.95	76 102.61
			315 24.0	146.24	+104.13	-102.68		-102.61		
A 1		96 48.8					+104.05		43 000.00	76 000.00
			$\sum S$	592.92	-106.80	-388.79				
					-107.12	-388.49	f_s	0.44		
				f	+0.32	-0.30	fS	1/1350		

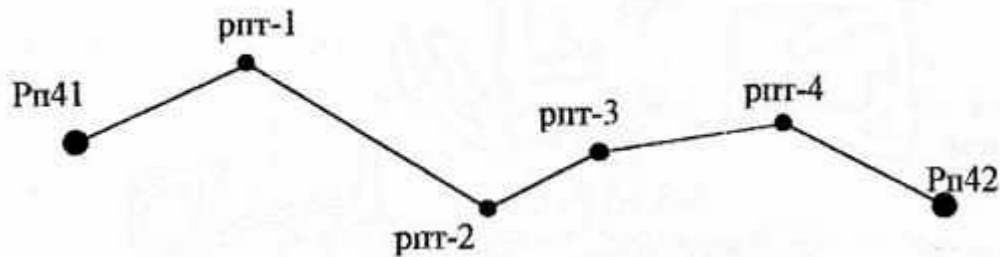
Таблиця 12а. Рішення оберненої геодезичної задачі за заданими координатами пункту В

№ п/п	Позначення	Обчислення
3	X _B (м)	43 107.12
1	X _A	43 000.00
5	X _B - X _A	+ 107.12
13	S = (5) / (11)	402.99
11	cos α	0.265 814
7	tg r	3.626 680
8	r (десятькова форма)	74.584 644°
8'	r (1 чверть)	74°35'05"
9	α = r	74°35'05"
10	Sin α	0.964 024
12	S = (6) / (10)	402.99
4	Y _B (м)	76 388.49
2	Y _A	76 000.00
6	Y _B - Y _A	+ 388.49
14	(X _B - X _A) ²	11 474.69
15	(Y _B - Y _A) ²	150 924.48
16	S ² = (14) + (15)	162 499.17
17	S = √(16) (м)	402.99

Таблиця 12б. Рішення оберненої геодезичної задачі по вчислених координатах пункту В

№ п/п	Позначення	Обчислення
3	X _B (м)	43 325.92
1	X _A	43 000.00
5	X _B - X _A	+ 325.92
13	S' = (5) / (11)	402.99
11	cos α'	0.809 046
7	tg r'	0.726 467
8	r' (десятькова форма)	35.997 153°
8'	r' (1 чверть)	35°59'50"
9	α' = r'	35°59'50"
10	Sin α'	0.587 451
12	S' = (6) / (10)	402.84
4	Y _B (м)	76 236.77
2	Y _A	76 000.00
6	Y _B - Y _A	+ 236.77
14	(X _B - X _A) ²	106 223.85
15	(Y _B - Y _A) ²	56 060.03
16	S' ² = (14) + (15)	162 283.88
17	S' = √(16) (м)	402.84

4.4. Обчислення відміток пунктів ходу технічного нівелювання



Мал. 12 - Схема розімкненого нівелірного ходу

Для обчислення відміток пунктів ходу технічної нівеляції слід виконати наступні операції:

Вичислення висотної нев'язки ходу за формулою

$$f_h = \sum h_i - \sum h_{теор},$$

де $\sum h_{теор}$ — теоретична сума перевищень, знайдена за формулою $\sum h_{теор} = H_{рп42} - H_{рп41}$; порівняння її з допустимим значенням $f_{h(доп)}$; для технічного нівелювання $f_{h(доп)} = 50 \text{ мм} * \sqrt{\sum l_i}$, где $\sum l_i$ — довжина ходу в км;

1. Обчислення поправок у виміряні перевищення за формулою

$$V_k = - \frac{f_h}{\sum l_i} * l_i;$$

поправки треба округлювати до міліметрів (чи в метрах - до третього знаку після коми);

2. Перевірка контролю $\sum V_k = -f_h$; якщо контроль не виконується повністю хоча б на 1 міліметр, то необхідно виправити одну або декілька поправок на 1 міліметр, починаючи із самої довгої секції, до абсолютного виконання контролю;
3. Вичислення виправлених перевищень за формулою

$$h_{i(испр)} = h_i + V_k;$$

4. Вичислення відміток проміжних реперів за формулою

$$H_i = H_{i-1} + h_{i(\text{исх})};$$

вчислене значення відмітки пункту у кінці ходу рп42 повинне в точності співпасти з його заданим значенням.

Приклад обробки ходу технічного нівелювання наведено в таблиці 13.

Таблиця 13 – Відомість обчислення ходу технічного нівелювання

№ секції і	Назва репера	Вимірні перевиш. h_i (м)	Довжина секції l_i (км)	Поправка в перевиш. V_{hi} (м)	Виправлені перевиш. h_i (м)	Відмітки реперів H_i (м)
	рп41					<u>100,000</u>
1		+1,427	3,8	+0,036	+1,463	
	рпт-1					101,463
2		+0,540	6,1	+0,058	+0,598	
	рпт-2					102,061
3		+3,123	0,9	+0,009	+3,132	
	рпт-3					105,193
4		-2,268	2,2	+0,021	-2,247	
	рпт-4					102,946
5		+0,041	1,4	+0,021	+0,054	
	рп42					<u>103,000</u>
	Σ	+2,863	14,4	+0,137	+3,000	

Примітка: Відмітки початкових пунктів підкреслені.

$$\Sigma h_{\text{теор}} = 103,000 - 100,000 \text{ м} = +3,000 \text{ м};$$

$$f_h = +2,863 - 3,000 = -0,137 \text{ м};$$

$$f_h = 50 \text{ мм} * \sqrt{14,4} = 190 \text{ мм} = 0,190 \text{ м}.$$

5. Тахеометрична зйомка

5.1. Виконання польових вимірів

Кінцевим результатом тахеометричної зйомки є план ділянки місцевості, викреслений в умовних знаках на ватмані в прийнятому масштабі з дотриманням деяких правил.

Геодезичною основою плану є пункти з відомими координатами і відмітками, рівномірно розташовані на ділянці зйомки; ці пункти називаються пунктами знімального обґрунтування. Каталог координат і відмі-

ток таких пунктів складається після обробки ходу теодоліта і ходу технічної нівеляції. Теоретично зйомка полягає у виборі на місцевості характерних точок, у визначенні їх координат і нанесенні їх на план.

Розрізняють зйомку планової ситуації і зйомку рельєфу. Практично при зйомці ситуації виділяють об'єкти, які (чи межі яких) треба зображувати на плані, потім вибирають на межах об'єктів характерні точки (пикети) і виконують для них необхідні виміри.

Для кожного пікету, як правило, вимірюють полярні координати, причому полярна система координат вводиться на кожному пункті знімального обґрунтування, на якому виконується зйомка. Зйомку виконують тим же теодолітом, який використовувався при вимірі кутів в ході теодоліта.

Порядок роботи на станції тахеометричної зйомки :

1. встановити теодоліт на штативі; виконати центрування і горизонтування теодоліта;
2. вибрати напрям полярної осі - на будь-який інший добре видимий пункт знімального обґрунтування; вибір полягає в наведенні зорової труби на вішку, встановлену на вибраному пункті і установці на лімбі горизонтального круга відліку 00 00';
3. виконати перевірку місця нуля вертикального круга;
4. виміряти висоту інструменту і, тобто, відстань по вертикалі від центру пункту до осі обертання труби;
5. встановити основне положення круга (КЛ або КП);
6. намалювати абрис, на якому вказати положення пункту установки теодоліта, положення орієнтирного пункту, замалювати планову ситуацію (об'єкти місцевості, що підлягають зйомці), показати місце розташування усіх пікетів і проставити їх номери (малювання пікетів можна виконувати і в процесі зйомки);
7. зйомка одного пікету :
 - встановити вертикально рейку на пікет;
 - навести зорову трубу на рейку;
 - узяти відлік по горизонтальному кругу і записати його в журнал;
 - [привести бульбашку рівня вертикального круга в нульпункт - якщо є такий рівень - теодоліт Т15] чи [легенький постукати пальцем руки по корпусу теодоліта - якщо є компенсатор кутів нахилу - теодоліт 2Т5К] чи [нічого не робити - якщо немає ні того, ні іншого - теодоліти Т30 і 2Т30];
 - узяти відлік по вертикальному кругу теодоліта і записати його в журнал;
 - виміряти далекомірну відстань за допомогою нитяного далекоміра, записати його в журнал;
 - записати семантичну інформацію про пікет.

Приклад журналу тахеометричної зйомки наведений в таблиці 14.
 Теодоліт 2Т30 КРУГ ЛІВО (КЛ) місце нуля $M_0=00\ 00'$
 Пункт стояння теодоліта тт21 орієнтовано на тт22
 Відмітка пункту стояння теодоліта $H_{21}=88,33$ м
 Висота приладу $i = 1,35$ м висота наведення $V = 1,35$ м

Таблиця 14 - Приклад запису відліків в журналі тахеометричної зйомки

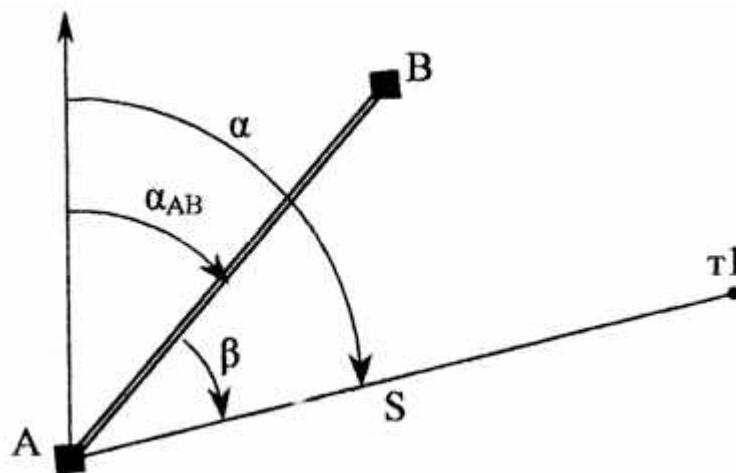
N пік.	Відліки по кругах		Измер. відстані D	Кут нахилу	Гориз. пролож. S	Превыш. h м	Відмітка Н м	Примітки
	гориз.	вертик.						
1	280 04	-7 00	25,3	-7 00	24,9	-3,06	85,27	ВП
2	16 49	-15 41	15,2	-15 41	14,1	-3,96	84,37	ВП

Примітка: ВП - висотний пікет.

5.2. Координування точок

Положення найбільш відповідальних точок планової ситуації (кути капітальних будівель і споруд, центри кришок колодязів підземних комунікацій і тому подібне) належить визначати з більшою точністю, чим положення рядових пікетів. Як правило, прямокутні координати таких точок визначаються полярною засічкою з виміром горизонтального кута і відстані з якого-небудь пункту знімального обґрунтування.

На мал. 12 пунктів знімального обґрунтування А і В мають відомі координати X_A, Y_A, X_B, Y_B ; відомий також α_{AB} дирекційний кут АВ лінії АВ (якщо він не відомий, то його обчислюють з рішення зворотної геодезичної задачі між пунктами А і В).



Мал. 12 - Схема полярної засічки пункту т1

Кут β вимірюють теодолітом способом окремого кута; Відстань D вимірюється мірною стрічкою за одно укладення. Горизонтальне проложення S обчислюють за методикою, яка описана в розподілі 3.2.

Координати точок 1 обчислюють за формулами:

$$\alpha = \alpha_{AB} + \beta,$$

$$X_1 = X_A + S * \cos(\alpha),$$

$$Y_1 = Y_A + S * \sin(\alpha).$$

Координати точки 1 можна отримати з розв'язування прямої кутової засічки; при цьому вимірюють два кути: один на точці A , а інший - на точці B .

5.3. Побудова плану тахеометричної зйомки

Спочатку виконується обробка журналу зйомки:

- вичислити кути нахилу для кожного пікету $v = \text{КЛ} - \text{М0}$;
- вичислити з точністю до 0.1 м горизонтальні проложення на мікрокалькуляторі по формулі $S = D * \cos^2(v)$ або вибрати їх значення з "Тахеометричних таблиць";
- вичислити з точністю до 0.01 м тахеометричні перевищення на мікрокалькуляторі по формулі $h = 0,5 * D * \sin(2v)$ або вибрати їх значення з "Тахеометричних таблиць";

вичислити з точністю до 0.01 м відмітки пікетів $H = H_{\text{ст.}} + h$.

Приклад оформлення журналу зйомки наведений в таблиці 14 (розділ 5.1.).

План можна викреслювати як на листі ватману формату $A1$ (один план на усю бригаду), так і на листах формату $A4$ (на шкірного студента).

Само викреслювання плану включає наступні операції:

побудувати координатну сітку з розміром квадратів 10см x 10см;

підписати лінії координатної сітки;

за допомогою поперечного масштабу нанести на план пункти знімального обґрунтування (пункт стояння теодоліта, пункт орієнтування теодоліта і, якщо є, інші пункти);

за допомогою тахеографа нанести на план усі пікети по їх полярних координатах (відліку по горизонтальному кругу і горизонтальному проложенню);

пікет позначити точкою, поряд з якою підписати номер пікету і його відмітку з точністю до 0.1 м;

з'єднати пікети прямими лініями так, щоб утворилися трикутники; по цих лініях скати (схили) місцевості рівномірні, тобто не мають перегинів;

по усіх сторонах трикутників виконати інтерполяцію горизонталей, тобто поставити на лініях точки, через які пройдуть горизонталі; деякі точки можна підписати. Інтерполяцію горизонталей краще виконувати за допомогою палетки - невеликого аркуша прозорого паперу з нанесеними на ній паралельними лініями. Відстань між лініями палетки повинна відповідати крутизні скатів; практично - 10, 5 або 3 мм. Можна підготувати дві палетки - одну з відстанями 10 мм та іншу - з відстанями 5 мм. Оптимальна кількість ліній палетки - 20 з підписами від 0 м до 19 м при висоті перерізу рельєфу 1 м і з підписами від 0,0 м до 9,5 м при висоті перерізу рельєфу 0,5 м;

провести горизонталі всередині кожного трикутника, з'єднавши точки з однаковими відмітками; перше проведення горизонталей слід виконувати з урахуванням їх майбутнього укладання;

виконати укладання горизонталей, тобто провести їх так, щоб близько розташовані горизонталі були по можливості паралельні і відстань між горизонталями змінювалася поступово; форма горизонталей - плавні криві без різких поворотів;

провести контурні лінії на плані; чіткі контури - суцільними лініями, нечіткі - пунктирними лініями;

намалювати умовні знаки об'єктів місцевості і заповнюючі значки відповідно до "Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500";

оформити рамки плану і проставити необхідні підписи.

5.3.1. Побудова координатної сітки

5.3.1.1. Побудова сітки квадратів

Мета роботи – побудувати сітку 5x5 квадратів зі сторонами 100 мм з граничною точністю $\pm 0,2$ мм. Цієї точності можна досягти лише за умови застосування загостреного олівця твердості 2Т-4Т і працювати ним у положенні, перпендикулярному до площини папера.

Сітку квадратів будують одним з відомих способів.

Перший спосіб – побудова за допомогою лінійних засічок. Використовується спеціальний засіб побудови довжин і дуг окола – лінійка Ф.Д.Дробишева. Лінійка має шість вікон. Скошені краї вікон і кінця лінійки виконані у вигляді дуги окола з радіусами 0,0; 100,0; 200,0; 300,0; 400,0; 500,0; 707,11 мм відповідно (707,11 мм – це довжина діагоналі квадрата зі стороною 500,0 мм).

Послідовність дій показана на мал. 13а :

провести вихідну пряму лінію, рівнобіжну краю креслярського папера і відстаючу від нього на 4-5 см; за допомогою лінійки нанести на лінію шість міток через 100,0 мм (положення 1);

провести дугу окола радіусом 500,0 мм із центром у лівій мітці при положенні 2 лінійки, приблизно перпендикулярному до вихідної лінії;

провести дугу окола радіусом 707,11 мм із центром у правій мітці при положенні 3 лінійки, приблизно на діагоналі квадрата;

провести дугу окола радіусом 500,0 мм із центром у правій мітці при положенні 4 лінійки, приблизно перпендикулярному до вихідної лінії;

провести дугу окола радіусом 707,11 мм із центром у лівій мітці при положенні 5, приблизно на діагоналі квадрата;

лінійкою в положенні 6 перевірити довжину лінії між точками перетину дуг, що повинна бути побудована з точністю $\pm 0,2 \dots 0,3$ мм;

нанести лінійкою мітки через 100,0 мм на інші сторони великого квадрата і протилежні з'єднати прямими лініями.

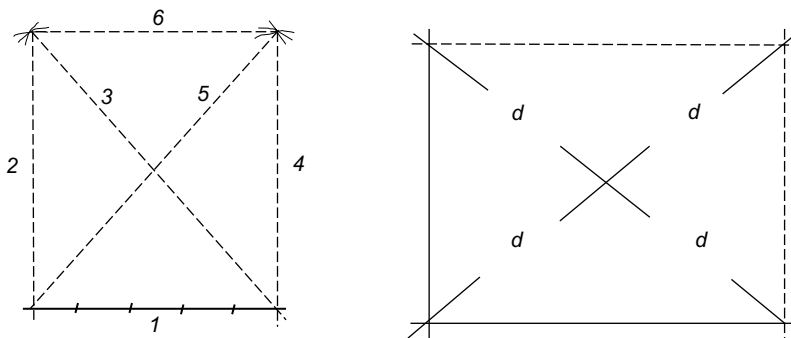


Рис.13 - Схема побудови сітки квадратів

Другий спосіб – побудова по діагоналях прямокутника.

Порядок побудови наведений на рис.3.3,б :

Провести дві діагоналі аркуша креслярського папера;

Від точки перетину діагоналей відкласти відрізки рівної довжини d ($d > 300$ мм) за допомогою циркуля;

з'єднати отримані точки прямими лініями;

від обраних двох сторін прямокутника відкласти відрізки довжиною 100,0 мм, після чого протилежні мітки з'єднати прямими лініями.

5.3.1.2. Присвоєння координат лініям сітки квадратів

Для подальшої роботи лініям сітки квадратів необхідно надати значення абсцис і ординат, кратне довжині сторони квадрата (50 м), вираженої в масштабі плану (1:500). Вихідними даними для цього є координати точок теодолітного ходу. З них треба вибрати $x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}$. У першому наближенні південної лінії сітки квадратів варто привласнити значення абсциси, кратне 50 м, що передуює x_{\min} ; західної лінії – значення ор-

динати, кратне 50 м, що передує y_{\min} . Від цих ліній необхідно надати відповідні значення абсцис і ординат наступним лініям. Перевірити приблизно положення лінії з x_{\max} і лінії з y_{\max} і при необхідності в другому наближенні змінити координати ліній сітки квадратів на значення, кратне 50 м.

5.3.1.3. Побудова точок теодолітного ходу

Точки теодолітного ходу будують на папері за їх прямокутними координатами за допомогою масштабної лінійки і вимірника.

Кожну точку теодолітного ходу треба зафіксувати наколом діаметром 0,1-0,2 мм і оформити умовним знаком: навколо наколу – коло діаметром 1,5 мм; поза колом нанести в напрямку координатних ліній штрихи довжиною 0,5 мм; номер точки розмістити ліворуч від умовного знака, а висоту – праворуч (мал.14).

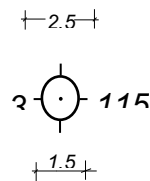


Рис.14. Умовний знак точки теодолітного ходу

Для контролю положення точок ходу треба виміряти довжини ліній між суміжними точками і порівняти їх з відповідними довжинами у відомості координат, допускаючи відхилення 0,2-0,3 мм від плану.

5.3.1.4. Побудова інформаційних точок і об'єктів місцевості

Вихідні дані: абриси зйомок і матеріали обробки результатів вимірів.

Побудову інформаційних точок за їх прямокутними координатами у системі координат, введеної для всієї ділянки зйомки, виконують за тією системою координат, що була застосована при зйомці. Для кожної інформаційної точки на підставі абрису слід встановити, яка точка (точки) теодолітного ходу прийнята за полюс (полюси), який напрямок сторони ходу – за напрямок першої осі координат. Від цього початку координатної системи й осі системи координат необхідно відкласти відповідні кути за допомогою транспортира, довжини ліній – за допомогою масштабної лінійки і вимірника.

За результатами горизонтальної зйомки необхідно, по-перше, побудувати інформаційні точки об'єктів за їх локальними координатами щодо точок і ліній теодолітного ходу, по-друге, з'єднати ці точки лініями відповідно до абрису і побудувати контур об'єкта; по-третє, використовуючи контрольні виміри ліній, кутів, перевірити точність побудови об'єктів при припустимій розбіжності довжин до 0,3 мм від плану.

За результатами геометричного нівелювання поверхні в першу чергу треба побудувати сітку квадратів зі сторонами 20 м, що спирається на лінію 6-7 теодолітного ходу, у другу чергу перенести з журналу-схеми геометричного нівелювання висоти вершин квадратів. Висоти розміщувати одноманітно праворуч від вершини на лінії, рівнобіжній осі ОУ, з положенням шрифту посередині вершини.

За результатами висотної зйомки забудованої території, використовуючи абрис, з журналу геометричного нівелювання виписати на план відповідні висоти точок об'єктів.

За результатами тахеометричної зйомки в кожній зйомочній точці в першу чергу слід встановити центр транспортира, зорієнтувати його нульовий діаметр по полярній осі, відкласти полярні кути всіх зйомочних пікетів, фіксуючи їх тимчасовою міткою з номером пікету, в другу чергу відкласти довжини полярних радіусів у напрямку від зйомочної точки до відповідної тимчасової мітки і виписати висоти зйомочних пікетів.

На плані відображають ті точки, лінії, об'єкти, що існують на місцевості; не відображають допоміжні лінії побудови точок.

5.3.1.5 Побудова горизонталей

Рельєф місцевості відображають горизонталями на ділянці нівелювання поверхні по квадратах і на ділянці тахеометричної зйомки. Використовуючи положення точок на папері і їхні висоти, горизонталі необхідно побудувати в два етапи.

Етап 1. Інтерполяція точок горизонталей з висотою перерізу рельєфу 0,5 м.

На кожній лінії однієї крутості, позначеної в абрисі тахеометричної зйомки, на кожній стороні сітки квадратів необхідно визначити положення точок, висоти яких кратні висоті перерізу рельєфу. Ця задача може бути вирішена графічним і обчислювальним способами.

Графічний спосіб заснований на побудові профілю лінії в горизонтальному масштабі, рівному масштабу плану (1:500), (Рис.15,а), у вертикальному – у масштабі 1:50, у 10 разів крупніше (Рис.15,б).



Рис.15 - Схема інтерполяції точок горизонталей побудовою профілю

Точки перетину лінії профілю з горизонтальними прямими, висоти яких кратні висоті перерізу рельєфу, проєктують ортогонально на вихідну лінію.

Інтерполяція точок спрощується з використанням палетки – прозорої основи (кальки) з нанесеними через 5 мм рівнобіжними лініями (Рис.16).

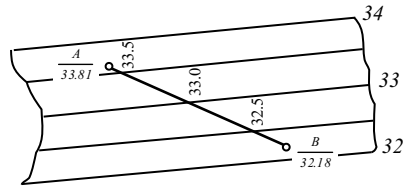


Рис. 16. Схема інтерполяції точок горизонталей за допомогою палетки

Лініям палетки приписують висоти, кратні висоті перерізу рельєфу. Накласти палетку на вихідну лінію АВ, повертаючи її доти, поки точки А і В займуть положення на шкалі палетки, що відповідає своїм висотам. Після цього необхідно точки перетину лінії АВ з лініями палетки перекласти на план.

Обчислювальний спосіб заснований на використанні залежності

$$d_{Aj} = \frac{d_{AB}}{h_{AB}} h_{Aj} = \frac{h_{Aj}}{i_{AB}},$$

де j - точка, висота якої кратна висоті перерізу рельєфу;

d_{Aj} - довжина відрізка від точки А до точки j ;

h_{Aj} - перевищення точки j над точкою А.

Етап 2. Проведення горизонталей.

Точки з однаковими висотами, що належать одній горизонталі, необхідно в першому наближенні зв'язати ламаною лінією. В другому наближенні ламану замінити кривою, що згладжує, з найменшими відступами від ламаної, з огляду на особливості рельєфу по абрису (Рис.17). Горизонталі не проводяться в місцях стрибкоподібної зміни поверхні - по обривах, підпірним стінкам, будинкам і т.п., а також через водойми і водотоки.

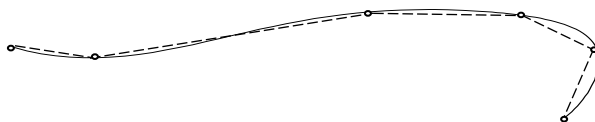


Рис.17- Схема проведення горизонталів

5.3.1.6 Оформлення топографічного плану

Топографічний план оформляють так : об'єкти місцевості, написи – чорним кольором, горизонталі – ясно-коричневим, гідрографічні об'єкти і перетину координатних ліній – ясно-зеленими. Усі лінії повинні мати товщину 0,2 мм. Допоміжні лінії видаляють.

Всі об'єкти відображають встановленими умовними знаками для топографічних планів масштабу 1:500, надписи – похилим шрифтом висотою 2,5 мм.

Границями окремого аркуша (планшета) топографічного плану є координатні лінії квадрата зі сторонами 500 мм, зображені суцільними лініями товщиною 0,2 мм. Замість інших координатних ліній показують їхні перетину з довжиною штрихів 3 мм у кожному напрямку від точки перетину. Аркуш плану оформляють зовнішньою рамкою товщиною 1,2 мм (Рис.18)

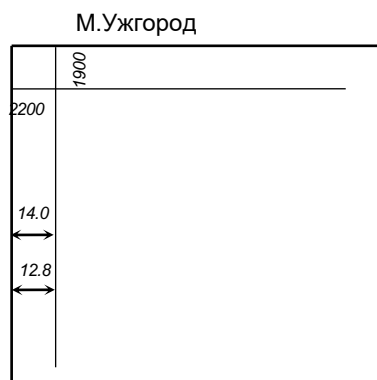


Рис. 18. Фрагмент рамки топографічного плану

Зарамкові написи над північною рамкою: ліворуч – назва району; посередині – назва організації (Природничо –гуманітарний фаховий коледж); праворуч – назва площадки. Зарамкові написи під південною стороною рамки : ліворуч – виконавець; посередині – масштаб, висота перетину рельєфу; праворуч – види топографічних зйомок, рік провадження робіт.

6.Фотограмметрична практика

Навчальна практика з дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування” є однією із складових частин навчального процесу підготовки бакалаврів за фаховими спрямуваннями “Землепорядкування та кадастр” та “Геоінформаційні системи і технології”.

Метою практики є поглиблення теоретичних знань з фотограмметрії , отриманих студентами на лекціях та лабораторних заняттях, шляхом

практичного використання на місцевості польового дешифрування аерофотознімків.

Програмою практики передбачено практичну підготовку студентів, які повинні знати всі процеси фотограмметричного опрацювання знімків, результати яких необхідно вміло використовувати на різних стадіях землевпорядних робіт.

Студенти після проходження фотограмметричної практики повинні вміти виконувати аналіз аерофотознімка, збирати інформацію про об'єкти місцевості на основі їх фотографічного зображення, використовуючи при цьому найпростіші фотограмметричні прилади. Під час проходження практики студенти виконують польове дешифрування аерофотознімків та виявляють зміни на місцевості на момент дешифрування.

Задачею практики є оволодіння студентами навиків щодо використання прямих та посередніх дешифрувальних ознак, які дозволять визначити зміст фотографічного зображення об'єктів при камеральному дешифруванні, а також польовому дешифруванню з використанням тих чи інших вимірювань, обрахунків.

Після виконання польових робіт студенти оформляють всі необхідні матеріали, кінцевим результатом яких є оновлений топографічний план місцевості в масштабі 1: 5 000 та звіт з навчальної практики (зміст звіту приведений в додатку 1).

6.1. Загальні відомості про польове дешифрування

Майже всі топографічні об'єкти можна віддешифрувати камерально, але основною складністю є процес розкриття їх змісту для правильного використання умовних знаків та пояснювальних підписів. Тому доцільно камеральне дешифрування завершати польовим дешифруванням.

Польове дешифрування - це розпізнавання об'єктів при співставленні їх з місцевістю, визначення їх характеристик, нанесення невідображених об'єктів, збір відомостей про них та їх назв.

Отже, при такому дешифруванні всі топографічні об'єкти необхідно обстежити в полі для визначення необхідних характеристик. Наприклад, в населених пунктах, крім зовнішніх їх контурів, необхідно визначити і викреслити житлові та нежитлові, вогнестійкі та невогнестійкі, господарські, промислові та інші будівлі, а також зробити ряд пояснювальних підписів. При відображенні дорожньої сітки та гідрографії необхідно визначити класифікацію доріг і наявність вздовж них ліній зв'язку, напрямки течії річки, характеристики мостів та бродів, наявність вздовж доріг та річок рослинності. При зображенні різноманітних угідь, крім контурів, необхідно визначити їх характер: ліс, рідколісся, кущі, луг, сінокіс і т. д.

Об'єкти, що не розпізнаються на аерофотознімку із-за малих розмірів, чи слабкого фотографічного контрасту, чи замаскованості (тінями, рослинністю, будівлями) наносяться промірами від чітких контурів відомими

з геодезії способами (перпендикулярів, лінійних засічок, промірами в створі, полярним способом) .

Стан об'єктів місцевості при польовому дешифруванні фіксується на момент їх польового обслідування, а не на момент аерофотознімання. Це дуже суттєво, бо з моменту аерофотознімання пройшло багато часу, протягом якого зображена місцевість зазнала значних змін. Всі ці зміни необхідно зобразити на плані в процесі польового дешифрування.

6.2. Особливості польового дешифрування

Процес польового дешифрування, як і камерального, виконується в два етапи: визначення об'єктів та їх викреслювання в умовних знаках даного масштабу.

Під час польового дешифрування всі помітки треба робити м'яким олівцем на кальці, що прикріплена до плану. На ній, наприклад, слід замальовувати найбільш складні та відповідальні місця в населених пунктах, спорудах при дорогах і річках, а також записувати необхідні дані: назви населених пунктів, промислових об'єктів та споруд, річок, характеристики доріг, мостів, лісів та інші.

На межі населеного пункту необхідно показувати входи та виходи доріг, ліній зв'язку, річок і т. д. На кальці обов'язково вказувати класифікацію та характеристику доріг (напрямок, ширину покриття і т. д.); річок (назва, напрямок, швидкість течії, броди і т.д.) та інші згадані об'єкти. Важливо не пропускати на дорогах та річках мостів та бродів, поворотних стовпів на лініях зв'язку.

Повноцінне польове дешифрування потребує не тільки великої уваги, але і значних затрат часу.

Другий етап дешифрування тобто викреслювання топографічних об'єктів необхідно виконувати камерально в наступній послідовності.

➤ Спочатку викреслюють пункти геодезичної основи, потім викреслюють населені пункти, промислові споруди та підписи до них, споруди при дорогах і гідрологічної сітки та підписи, що їх характеризують, дороги, лінії зв'язку, лінії електропередач, гідрологію, рослинність, елементи рельєфу (бровки, обриви та інші) і межі угідь. Далі необхідно виконати пояснювальні підписи та заповнити контури угідь відповідними умовними знаками. Все це необхідно зобразити на кальці, що накладена на план, згідно умовних знаків масштабу 1: 5 000. Чорним кольором слід викреслити зображення контурної частини, зеленим – гідрографію, коричневим – рельєф.

6.3. Дешифрування забудованої території

6.3.1. Дешифрування житлової забудови

При польовому дешифруванні населеного пункту необхідно обійти не лише всі зовнішні його межі, а і всі вулиці, проїзди, дослідити будівлі. Для більшої наглядності вулиці та проїзди обов'язково показуються двома лініями, навіть тоді, коли будівлі розташовані тільки по одній стороні. Якщо проїздів дуже багато, то треба визначити та показати найбільш важливі. Рослинність перед будівлями або на вулиці необхідно показувати у вигляді кружків, при цьому важливо, щоб їх густина відповідала озелененню даного населеного пункту в дійсності.

Границя кварталів треба показувати умовним знаком того об'єкта, по якому проходить ця границя тобто дороги, проїзди, загорожі, канали і т. д.

В процесі польового дешифрування населеного пункту умовними знаками слід показати: житлові вогнестійкі будівлі – прямокутниками чорного кольору, дерев'яні житлові будівлі - заштрихованими, а нежилі невогнестійкі – прямокутниками без заповнення. Обов'язково вказати призначення будівлі, а в багатоповерхових будівлях кількість поверхів.

Також необхідно зробити узагальнення: наприклад, хліви, що не відображаються в масштабі і примикають до житлових будівель, опускаються; дві-три будівлі розташовані поряд об'єднуються в один прямокутник, групу щільно розташованих будівель об'єднують в загальний багатокутник(див. мал.1).

Культурні споруди (церкви, костели, каплиці і т.д.) показуються з характерними для них деталями архітектурного оформлення.

Необхідно зобразити відповідними умовними знаками також монументи, пам'ятники та скульптури та дати їм пояснювальний підпис.

6.3.2. Дешифрування інженерних комунікацій

Інженерні комунікації слід зображати на топографічних планах з поділом на наземні, підземні та підводні. Наземні необхідно наносити суцільними лініями, підземні - штриховими з однаковою довжиною ланок, прокладеними над чи під водою – по голубому фону.

На топографічних планах при зображенні трубопроводів у розривах умовних знаків слід підписати буквенні індекси, що характеризують призначення трубопроводів (транспортують газоподібний, рідкий або твердий матеріал чи продукт). Наприклад, для водопроводів – В, каналізаційних мереж – К, газопроводів – Г, теплових мереж – Т, нафтопроводів – Н тощо. Підписи прийнято розташовувати на лініях, якими позначаються трубопроводи, біля їх перетину та біля сторін рамок плану через кожні 7-10 см траси.

Важливим об'єктом є лінії електропередач та зв'язку, але на забудованій території слід показувати лише магістральні лінії електропередач та поворотні стовпи.

6.3.3. Дешифрування об'єктів промисловості та комунального господарства

Промислові будівлі заводів, фабрик та інші промислові об'єкти показуються з поділом на вогнестійкі та невогнестійкі, необхідним вважається підпис назви підприємства поряд.

Території промислових підприємств, фермерських господарств, шкіл, лікарень та інші необхідно показувати контуром відповідно до їх території, з відтворенням в середині них проїздів та будівель і супроводжувати пояснювальними підписами.

Як правило, там де сходяться лінії електропередач, розміщені трансформаторні будки чи електропідстанції. Їх слід показувати залежно від величини або немасштабним знаком або як будівля із стрілкою-“блискавкою” та відповідно пояснювальним підписом.

Важливо правильно віддешифрувати будівлі баштового типу та дати поряд з ними пояснювальні підписи, бо це можуть бути як водонапірні башти, так і труби котельних установок. Якщо будівлі є орієнтирами, то вказується їх висота.

Необхідно показати склади вугілля, торфу та інших матеріалів контуром з відповідним підписом.

6.4 Дешифрування залізничної та дорожньої сіток

Залізничне полотно добре розпізнається як на знімках так і на місцевості. Необхідно розпізнати та показати всі залізничні колії, станції, роз'їзди, переїзди, будівлі вокзалів, водонапірні башти, різні будки та пости, пасажирські платформи та завантажувально-розвантажувальні майданчики, будівлі депо та контейнерні майданчики. Часто в смугі відводу залізниці розташовані різні будівлі станційних постів, будівлі обходчиків та ремонтних робочих, їх необхідно віддешифрувати та дати скорочені пояснювальні підписи.

На електрифікованих дорогах добре видно опори контактної сітки, встановлені на однакових віддальх один від одної, вони обов'язково показуються на плані в результаті дешифрування.

Необхідно правильно показати насипи та виїмки вздовж залізниці, також смуги захисних насаджень.

Автомобільні дороги розпізнаються впевнено, їх прийнято поділяти відповідно до їх ступеня технічної довершеності.

Отже, при дешифруванні автомагістралі необхідно визначити та підписати їх характеристики: ширина проїжджої частини в метрах, кіль-

кість проїжджих смуг, загальна ширина дорожньої смуги в метрах та матеріал покриття.

Автомобільні дороги з удосконаленим покриттям (удосконалене шосе) та автомобільні дороги з покриттям (шосе) легко виділяються за рахунок наявності покриття на проїжджій частині, наявності узбіччя та кюветів. Для таких доріг теж необхідно підписати їх характеристику: ширину проїжджої частини в метрах, загальна ширина дорожньої смуги в метрах, матеріал покриття.

Для автомобільних доріг без покриття (покращені ґрунтові дороги) також додаються характеристика проїжджої частини (в метрах) та матеріал домішок.

Ґрунтові дороги (путівці, польові та лісові) поділяються по тому, куди вони ведуть: від населеного пункту до іншого населеного пункту чи до місця робіт.

Тимчасові ґрунтові дороги не показуються зовсім.

Пішохідні стежки показуються тільки в тих випадках, коли вони є єдиним шляхом, наприклад, через болото, до шосейної дороги і т.д., або важливі як орієнтири.

На автомобільних дорогах розпізнаються і показуються відповідними умовними знаками вказівки назв населених пунктів та рік, автомобільних доріг та зупинок автобусів.

На автомобільних дорогах необхідно показати, якщо вони є, насипи та виїмки, вказати їх максимальну висоту та глибину (в метрах).

6.5. Дешифрування гідрографії

Дешифрування відкритих водойм та водотоків не викликає затруднень, так як водну поверхню легко відрізнити від ділянок суші. Складність виникає, якщо водотоки невеликі та закриті деревами та кущами, але це легко з'ясувати у процесі польового дешифрування.

При дешифруванні річки вказується її назва, ширина, глибина та швидкість течії. При зображенні каналів та канав необхідно вказати їх характеристику: ширину та глибину.

Дамби та вали показуються на плані відповідно їх ширини в одну чи дві лінії, але треба врахувати, що мінімальна віддаль між двома лініями 0,3мм. В даному випадку потрібно дати характеристику їх ширини(в чисельнику) та максимальну висоту(в знаменнику).

Мости дешифруються обов'язково та вказуються їх характеристики: матеріал споруди(в чисельнику дробу), довжина моста та ширина його проїжджої частини в метрах (в знаменнику), вантажопідємність в тоннах.

Необхідно показати відповідним умовним знаком обривисті береги річок та водойм.

Водяна рослинність відображається без відбиття контуру, але умовні знаки необхідно розставити так, щоб вони передавали границю та площу їх розповсюдження.

6.6. Дешифрування ЛЕП

Лінії електропередач (ЛЕП) та повітряні лінії зв'язку (ЛЗ) на незабудованих територіях показуються всі. Важливим є точне нанесення основ всіх поворотних опор, всіх проміжних опор в тому числі і стовпів.

Дешифрування ЛЕП на фермах не викликає складності, але треба врахувати, що ферми бувають різної форми, особливо на поворотах ЛЕП, тому їх необхідно викреслювати так як вони існують в природі, наприклад, по бісектрисі кута повороту.

Якщо кожному «ногу» ферм показувати складно, то допускається використання знаків у вигляді квадрата, прямокутника (залежно від кількості та розміщення «ніг») розмірами від 1,2мм до 2,4мм.

Складніше дешифрується ЛЕП та ЛЗ на стовпах. Щоб відрізнити ЛЕП від ЛЗ, треба врахувати: куди і звідки іде сама лінія, чи є на ній трансформатори (на ЛЗ їх немає), які дроти та їх кількість, які ізолятори, як стоять опори. Так в ЛЗ зазвичай «голі» дроти, стовпи низькі (висота 4-6 метрів), поворотні стовпи з підкосом, ізолятори «вертикальні». Багато ЛЗ вздовж залізничних та автомобільних доріг.

У ЛЕП низької напруги (до 380вт включно) висота стовпів 4-6-8м, ізолятори і поворотні стовпи такі самі як і в ЛЗ.

У ліній з напругою 220вт зазвичай два дроти, а у ліній з напругою 380вт – три дроти з ізоляцією.

У ЛЕП з високої напруги (1,3,6,10кВт) товсті дроти, ізолятори широкі та плоскі, стовпи високі – 6-8м і більше, поворотні стовпи, як правило, анкерні А-подібні або трикутні.

Знайти стовпи ЛЕП та ЛЗ на місцевості допомагає і те, що вони знаходяться через однакові інтервали. Так звичайні інтервали між одиночними стовпами та А-подібними ЛЕП 50-100м, між дерев'яними П-подібними опорами і анкерними фермами 100-250м; між металевими та залізобетонними фермами 150-500м. Довжина між стовпами ЛЗ – 35-80м, а частіше – 50м.

Напругу на ЛЕП можна визначити по кількості «тарілок» в підвісних гірляндах ізоляторів:

Напруга ЛЕП (кВт)	Число ізоляторів в гірлянді (шт.)
35	3-4
110	6-8
150	8-10
220	10-14
330	14-21
500	20-26
750	34-42

Підземні кабелі ліній електропередач та зв'язку на незабудованих територіях дешифруються важко, бо траншеї для кабелів вузькі і над ними насипу не залишається. Тому при польовому дешифруванні необхідно орієнтуватись на установлені вздовж траси стовпи-підмети («сторожі») та застережні щити, що забороняють копати землю вздовж кабелю.

6.7. Дешифрування рослинного покриву

Відбити контуром та показати умовним знаком лісу слід з площі 0,5см² і більше для плану масштабу 1:5000. При польовому дешифруванні необхідно дати такі характеристики лісу: основну породу дерев, середню висоту і товщину стовбура дерева, а також середню відстань між ними.

Якщо висота молоді породи дерев менша за 4м, то це відноситься до порослі лісу і показується відповідним умовним знаком та підписується назва породи і середня висота стовбура.

Якщо дерева розміщені правильними рядами, то це основна особливість молодих посадок лісу, особливо розсадників лісових, фруктових та декоративних порід дерев.

В лісі легко дешифрувати просіки (лісоквартальні, граничні і т.д.), при цьому необхідно вказати їх ширину.

Дерева, що стоять окремо і мають значення орієнтиру або культурно-історичне значення, показують умовним знаком дерева та підписують його висоту, в іншому випадку його показують на плані кружком Ø1мм.

На плані масштабу 1:5000 кущі необхідно показувати з площі 0,5см², а середню висоту кущів вказують до десятих частин метра. Якщо зарослі кущів колочі, то це треба відобразити відповідним умовним знаком.

Трав'яну рослинність при дешифруванні поділяють за її висотою та якісними умовами, що залежать від зволоження. При цьому своїм умовним знаком показують: лугову рослинність, вологолюбну рослинність, високу трав'яну (висота 1м і більше), очеретяну та степову рослинність. Все це легко з'ясувати при польовому дешифруванні. Уточненню підлягає також культурна рослинність (фруктові, ягідні та фруктові-ягідні сади необхідно супроводжувати скороченими пояснювальними підписами).

Легко дешифруються рілля та городи.

Важче відрізнити пасовище від сінокоосу. Так до пасовища слід віднести та показати відповідним умовним знаком ділянки, що поросли травою та використовуються для випасання худоби, а до сінокоосу – земельні ділянки, трава на яких використовується для сінокосіння.

6.8 Виявлення змін на місцевості в момент дешифрування

Виявлення змін на місцевості виконується в процесі польового дешифрування шляхом співставлення топографічного плану, від-

дешифрованого в камеральних умовах з територією, що зображена на ньому. При цьому необхідно:

- з'ясувати та зібрати назви населених пунктів та інших об'єктів місцевості;
- відобразити кількісні та якісні характеристики об'єктів місцевості (дороги, мости, річки, рослинність і т.д.);
- контури, що змінилися, нанести на схему змін схематично;
- об'єкти, що не відобразилися на плані, нанести на схему змін;
- нові топографічні об'єкти місцевості показуються на схемі змін також.

Отже, всі зміни місцевості необхідно виявити та показати на схемі змін, що прикладається до звіту. При цьому контури об'єктів, що зникли, перекреслюються навхрест; об'єкти, що зазнали змін приводяться у відповідність до цих змін; а нові об'єкти - наносяться схематично

У відповідному розділі звіту з навчальної практики необхідно детально описати, які саме об'єкти зазнали змін та які нові об'єкти з'явилися на зображеній місцевості.

7. Вимоги до оформлення звіту та ведення щоденника практики

Звіт виконується кожною бригадою самостійно. Він повинен бути написаний або надрукований відповідно до змісту (див. додаток 1), акуратно, розбірливо, без помарок та виправлень, на стандартних аркушах паперу формату А4, з однієї сторони аркуша.

Щоденник навчальної практики ведеться щодня студентом, якого призначає бригадир. Заповнюється щоденник у вигляді таблиці в такій послідовності:

- порядковий №;
- дата;
- назва виконаної роботи;
- прізвисьце відповідального студента за виконання даного етапу роботи;
- оцінка викладача

8. Написання звіту про практику

Звіт про навчальну практику з геодезії входить в перелік обов'язкових документів, що надаються бригадою студентів при здачі заліку.

Обов'язкові розділи звіту :

- вступ;
 - адміністративно - територіальне положення ділянки зйомки;
- географічна характеристика району робіт : клімат, гідрографія, рослинність, ґрунти і ґрунти, населені пункти, дорожня мережа і т. д.

- топографо - геодезична вивченість району робіт; знімальне обґрунтування: вибір методу створення знімального обґрунтування, вибір вимірювальних приладів, перевірки і дослідження приладів і устаткування, методики вимірів, контролю і допуски при вимірах, оцінка якості виконаних вимірів;

- висновок.

Додатково рекомендований розділ: Науково - дослідницька робота. При написанні звіту слід користуватися навчальною, нормативною і довідковою літературою.

Зразковий зміст розділів звіту.

Вступ. Наводяться відомості про терміни і місце проведення практики, про склад бригади і розподіл обов'язків у бригаді, про цілі і завдання практики. Якщо бригаді було видано завдання, воно поміщається у введенні.

Адміністративно-територіальне положення ділянки зйомки. Вказується повна адміністративна назва ділянки зйомки, починаючи з назви держави. Аналогічно вказується територіальне положення, починаючи з материка.

Географічна характеристика району робіт. Дані для написання цього розділу краще всього виписати зі збірки "Райони Закарпатської області" і взяти з топографічної карти Закарпатської області (масштабу 1:1000000).

Згідно з книгою "Єдині норми вироблення. Польові роботи" тривалість польового періоду в Закарпатській області складає 7 місяців. Що стосується категорій земляних робіт, то її слід вибрати згідно з випискою з тієї ж книги:

I-а категорія. Грунт м'який - розпушування робиться за допомогою штикових лопат:

- а) грунт рослинного шару без коренів кущів і дерев;
- б) лес вологий, природньої вологості і рихлий;
- в) пісок природньої вологості без домішок;
- г) супісок без домішок;
- д) суглинок легкий і лесовидний;
- е) торф без коренів кущів і дерев.

II-а категорія. Грунт середньої твердості - розпушування робиться за допомогою штикових лопат з частковим застосуванням кирки :

- а) гравій дрібний і середній;
- б) глина жирна, м'яка;
- в) грунт рослинного шару з коренями кущів і дерев або з домішкою щебеня і гравію;
- г) лес вологий, природньої вологості і рихлий з домішкою гравію;

- д) пісок природної вологості з домішками щебеня або гравію до 40% об'єму;
- е) пісок сухий, барханний і дюнний;
- ж) супісок з домішкою щебеня або гравію до 40% об'єму;
- з) суглинок з домішкою щебеня або гравію до 40% об'єму;
- и) суглинок важкий;
- к) солончак і солонець м'які;
- л) торф з кореннями;
- м) чорнозем і каштановий ґрунт природної вологості;
- н) щебінь дрібний.

III -а категорія. Ґрунт вищий за середню твердість - розпушування робиться кирками і ломачами :

- а) галька і гравій дрібні і середні з домішками валунів;
- б) глина важка, тяглова;
- в) глина м'яка, тяглова з домішками щебеня, гальки і валунів;
- г) глина сланцева;
- д) лес щільний і отверділий;
- е) пісок природної вологості з домішками щебеня або гравію більше 40% об'єму;
- ж) суглинок важкий з домішками щебеня, гравію або валунів.
- з) супісок з домішками щебеня або гравію більше 40% об'єму;
- и) чорнозем і каштановий ґрунт сухий отверділий;
- к) щебінь великий.

Ґрунт вищих категорій на території Закарпатської області зустрічається рідше, ніж ґрунти перерахованих трьох категорій.

Топографо-геодезична вивченість району робіт. Перераховуються усі топографічні карти і плани, наявні у розпорядженні бригади (чи керівника практики), а також каталоги координат і відміток пунктів, розташованих на території ділянки зйомки.

Знімальне обґрунтування. Цей розділ є основним технічним розділом звіту. При його написанні використовуються різного роду Інструкції і підручники. Результати вимірів наводяться по фактичних матеріалах створення знімального обґрунтування.

Висновок. Дається оцінка роботі кожного члена бригади (у п'ятибальній або 100 бальній системі до десятих доль балу), вказуються зауваження про організацію практики і про роботу різних служб коледжу, що забезпечують процес практики.

9. Здача звіту

Для отримання заліку уся бригада з усіма матеріалами практики являється в призначений час до керівника практики. У оцінку заліку входять наступні проміжні оцінки:

оцінка за уміння вимірювати горизонтальні кути (ставиться кожному студентові керівником практики);

оцінка за уміння вимірювати перевищення (ставиться кожному студентові керівником практики);

оцінка за об'єм і якість знімального обґрунтування (ставиться усій бригаді керівником практики);

оцінка за якість і повноту викресленого топографічного плану (ставиться керівником практики усій бригаді або кожному студентові окремо);

оцінка за відношення до практики (ставиться керівником практики кожному студентові окремо);

оцінка за участь в роботі бригади (із звіту по практиці, ставиться бригадиром кожному студентові окремо).

Ці шість оцінок можуть мати значення від 0,0 до 5,0 до десятих доль балу.

Загальний бал підраховується для кожного студента окремо як сума усіх шести оцінок.

Підсумкова оцінка за практику виставляється:

Відмінно - загальний бал 90,0 і більше;

Добре - загальний бал від 74 до 89 включно;

Задовільно - загальний бал від 60 до 73 включно;

Незадовільно - загальний бал менше 60.

Якщо студент пропустив з різних причин не більше 4 днів (при тривалості практики 6 тижнів), 2 дні (при тривалості практики 2 тижні) і 1 день (при тривалості практики 1 тиждень), то підрахована підсумкова оцінка не змінюється.

Якщо студент пропустив з різних причин 5 - 6 днів (при тривалості практики 6 тижнів), 3 дні (при тривалості практики 2 тижні) і 2 дні (при тривалості практики 1 тиждень), то підрахована підсумкова оцінка не може бути вища "добре".

Якщо студент пропустив з різних причин від 7 днів (при тривалості практики 6 тижні), від 4 дні (при тривалості практики 2 тижні) і 3 дні (при тривалості практики 1 тиждень), то підрахована підсумкова оцінка не може бути вища "задовільно".

Якщо студент пропустив більше 50% від тривалості практики, то незалежно від причин пропусків занять навчальна практика по геодезії йому не зараховується.

За порушення правил техніки безпеки і культурної поведінки, за умисне псування приладів і устаткування, за розкрадання матеріальних цінностей, за саботаж і дезорганізацію роботи бригади студент може бути відсторонений від практики розпорядженням начальника полігону або керівника практики.

Список літератури:

1. Геодезія : курс лекцій для студ. прир.-гуманіт. фах. коледжу спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / уклад.: І. В. Калинич, М. М. Карабінюк, М. Р. Ничвид, Л. І. Пічкарь; рец. : Б. Б. Паляниця, Б. В. Четверіков. – Ужгород: Говерла, 2022. – 296 с.
2. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник /С.Р. Войтенко. – Київ: Знання, 2000. – 557 с. – (Вища освіта ХХІ століття).
3. Ващенко В.І., Літинський В.О., Перій С.С. Геодезичні прилади та приладдя. – Львів, 2003.
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500.- Київ,1999
5. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л., Гарасим-чук І.Ф. Геодезія. Частина І. Топографія : навч. посібник Львів: вид-во Львівської політехніки», 2011
6. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія. Частина ІІ: підручник для вузів. Львів: Вид-во Нац. Ун-ту «Львівська політехніка», 2008
7. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000 - 1:500.-К, 2001
8. Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Тревого І.С. Геодезичні прилади.–Львів: Вид-во Нац. Ун-ту «Львівська політехніка»,
9. Електронні геодезичні прилади. Конспект лекцій /уклад. Калинич І.В., Радиш І.П., Ваш Я.І.– Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2021р. – 156 с
10. Топографія. Лабораторний практикум / уклад. : І. В. Калинич, М. Р. Ничвид, І. І. Калинич. – Ужгород : Говерла, 2020. – 176 с.
11. Калинич І. В., Ничвид М. Р., Калинич І. І. Нівелювання. Лабораторний практикум : навч. посіб. – Ужгород : Говерла, 2020. – 88 с.