

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Янчук О. Є., Трохимець С. М.

ДРУГА НАВЧАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА ПРАКТИКА

Навчальний посібник

Рівне – 2025

УДК 528(075)

Я66

Рецензенти:

Четверіков Б. В., доктор технічних наук, доцент кафедри фотограмметрії та геоінформатики Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів;

Дмитрів О. П., кандидатка технічних наук, доцентка кафедри геодезії та картографії Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.*

Протокол № 3 від 28 березня 2025 р.

Янчук О. Є., Трохимець С. М.

Я66 Друга навчальна геодезична практика : навч. посіб. – Рівне : НУВГП, 2025. – 224 с.

ISBN 978-966-327-632-8

Посібник містить детальні рекомендації до проходження другої навчальної геодезичної практики. Наведено загальні положення оформлення документації, вимоги до формування бригад, зміст та програму практики. Описано виконання основних видів робіт: перевірки приладів; прокладання полігонометричних та нівелірних ходів; тахеометричне знімання; прив'язувальні роботи; вирішення інженерних задач.

Навчальний посібник призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання.

УДК 528(075)

ISBN 978-966-327-632-8

© О. Є. Янчук,

С. М. Трохимець, 2025

© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2025

ЗМІСТ

Зміст.....	3
Передмова	5
1. Загальні відомості.....	6
1.1. Мета, задачі та предмет практики	6
1.2. Формування бригад	6
1.3. Графік робіт та щоденник навчальної практики	7
1.4. Правила отримання геодезичних приладів та їх перший огляд.....	9
1.5. Правила догляду за геодезичними приладами	13
1.6. Порядок підготовки приладів для здачі їх на склад	14
1.7. Правила техніки безпеки	14
2. Програма навчальної практики та оформлення матеріалів... ..	20
2.1. Програма практики	20
2.2. Вихідні дані до виконання робіт	23
2.3. Зміст звіту з геодезичної практики.....	24
2.4. Польова документація та її ведення	27
2.5. Організація роботи бригади.....	29
3. Перевірки приладів та тренувальні вимірювання	34
3.1. Перевірки приладів	34
3.2. Тренувальні вимірювання	48
4. Полігонометрія	53
4.1. Загальні положення	53
4.2. Вимірювання кутів.....	58
4.3. Вимірювання ліній.....	71
4.4. Зрівноваження полігонометричного ходу	74
4.5. Зміст матеріалів звіту	77
5. Нівелювання III класу	82
5.1. Загальні положення	82
5.2. Польові роботи при нівелюванні III класу	85
5.3. Послідовність обчислень.....	87
5.4. Зрівноваження нівелірного ходу	89
5.5. Зміст матеріалів звіту	91
6. Тахеометричне знімання забудованої території в масштабі 1:500.....	96
6.1. Загальні положення	96
6.2. Порядок роботи з електронним тахеометром Leica TCR	

405 Ultra	101
6.3. Камеральне опрацювання матеріалів знімання.....	107
6.4. Оформлення топографічного плану в програмі Digital.....	112
6.5. Зміст матеріалів звіту	127
7. Прив'язувальні роботи в полігонометрії.....	133
7.1. Загальні положення	133
7.2. Зрівноваження засічок в програмному комплексі Credo.....	137
7.3. Зміст матеріалів звіту	144
8. Вирішення інженерних задач	150
8.1. Нівелювання з використанням цифрового нівеліра	150
8.2. Нівелювання II класу з використанням високоточного оптичного нівеліра.....	154
8.3. Розмічування горизонтальної ділянки за допомогою лазерного ротацийного нівеліра	161
8.4. Пошук підземних комунікацій за допомогою трасошукача.....	163
8.5. Вирішення прикладних задач за допомогою тахеометра	166
8.5.1 Перенесення планового положення точки в натуру за координатами	167
8.5.2. Перенесення планового положення точки в натуру за розмічувальним кресленням	170
8.5.3. Визначення площі ділянки.....	173
8.5.4. Визначення недоступної висоти.....	175
8.5.5. Визначення недоступної відстані.....	178
8.5.6. Вільна станція	180
Глосарій.....	185
Список літератури	194
Додатки.....	196
Додаток А Схема розташування пунктів геодезичного обґрунтування	196
Додаток Б Зразок оформлення титульних аркушів	197
Додаток В Варіанти ходів	199
Додаток Г Журнали вимірювань	209
Додаток Д Варіанти ділянок для тахеометричного знімання	218
Додаток Е Зразок оформлення топографічного плану.....	223

ПЕРЕДМОВА

Друга навчальна практика з геодезії – це завершальний етап вивчення топографії та геодезії.

За змістом навчальна практика складається з таких видів робіт:

1. Перевірки геодезичних приладів
2. Прокладання полігонометричного ходу 4 класу (1 розряду, 2 розряду).
3. Прокладання нівелірного ходу III класу.
4. Тахеометричне знімання місцевості в масштабі 1:500.
5. Прив'язувальні роботи в полігонометрії.
6. Вирішення інженерних задач.

Задача цього навчального посібника – навчити студентів правильно користуватися геодезичними інструментами та вимірювальними приладами; самостійно виконувати польові топографо-геодезичні роботи; дотримуватися певної послідовності та необхідної точності при виконанні робіт; засвоїти виробничі прийоми та навички.

Детально описано організаційні моменти практики, зміст звіту та методика вимірювань й обчислень. Для унаочнення матеріалів, які мають бути представлені у звіті, в навчальному посібнику наводяться зразки оформлення відповідної документації. У додатках представлено бланки необхідних для вимірювань польових журналів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1. МЕТА, ЗАДАЧІ ТА ПРЕДМЕТ ПРАКТИКИ

Мета навчальної практики – закріпити і поглибити знання, одержані студентами при вивченні навчального курсу дисципліни «Геодезія».

Завдання практики – набуття навичок проведення топографо-геодезичних робіт кожним студентом; опанування методів виконання геодезичних вимірювань та обробки їх результатів з урахуванням досягнень геодезичної науки і техніки.

Студенти спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» Національного університету водного господарства та природокористування проходять практику, використовуючи мережу пунктів планово-висотного обґрунтування на території студмістечка НУВГП та поруч з нею.

Значення навчальної геодезичної практики важко переоцінити – вона розширює, поглиблює та закріплює теоретичні знання, вчить самостійно виконувати топографічні та геодезичні роботи, доповнює знання, які отримуються в стінах вузу, привчає до режиму робочого дня в польових умовах, а також до трудової дисципліни.

1.2. ФОРМУВАННЯ БРИГАД

На період практики з геодезії академічна група розподіляється на бригади. Бригади формуються під керівництвом керівника практики із врахуванням побажань студентів. Кількість студентів в бригаді повинна бути 5–6 чоловік. Бригадира призначає бригада або керівник практики.

В обов'язки бригадира входить:

- 1) отримання необхідних для роботи інструментів, навчальних посібників та закріплення їх за членами бригади;
- 2) керівництво та організація роботи в бригаді з метою рівномірного розподілення об'єму робіт за кожним розділом програми між всіма студентами;
- 3) ведення табеля обліку виходу на роботу членів бригади;

4) встановлення черговості ведення виробничого щоденника та контроль за його своєчасним заповненням;

5) підтримання навчальної і виробничої дисципліни.

Всі ці задачі бригадир повинен вирішувати щоденно та своєчасно. Тільки в такому випадку він може повноцінно керувати бригадою.

Матеріальну відповідальність при втраті або пошкодженні приладів несе вся бригада.

Безпосереднє керівництво практикою здійснює керівник практики відповідно до наказу ректора вузу.

1.3. ГРАФІК РОБІТ ТА ЩОДЕННИК НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

Після прибуття на практику бригади повинні знати послідовність, обсяги і строки початку та кінця кожного процесу, який передбачений програмою практики. Для цього в перші дні практики складається та видається календарний графік робіт (табл. 1.1).

Виробничий щоденник навчальної практики бригади ведеться бригадиром. У щоденнику записують:

- список отриманих інструментів, в якому повинні бути вказані: номери інструментів, дата їх отримання, прізвища студентів, за якими вони закріплені;
- таблиць обліку виходу на роботу (табл. 1.2);
- щоденні записи про виконані роботи:
 - дата;
 - погода;
 - що заплановано виконати бригадою цього дня;
 - хто призначений відповідальним за виконання того чи іншого етапу робіт цього дня;
 - що виконано із запланованого (детально, із зазначенням прізвищ виконавців);
 - прізвище студента, який заповнював щоденник практики цього дня і його підпис.

Таблиця 1.1

Графік робіт

Номер бригади	Види робіт за програмою практики								
	Отримання і перевірки приладів	Тренувальні вимірювання	Прокладання полігонометричного ходу. Вимірювання кутів	Вимірювання віддалей у полігонометричному ході. Складання кроків	Нівелювання III класу	Тахеометричне знімання забудованої території у масштабі 1:500.	Прив'язувальні роботи в полігонометрії	Вирішення інженерних задач	Оформлення і здача звіту
	1,5 дні	1,5 дні	3 дні	2 дні	7 днів	2 дні	2 дні	3 дні	3 дні
	Термін здачі виконаного завдання								
1									
2									
...									

Таблиця 1.2

Табель обліку виходу на роботу

№ з/п	ПІБ	червень				липень			
		27	28	29	30	1	2	3	4
1	Гишковець В.В.	+	+	+	+	+	Вихідний	Вихідний	+
2	Ярмусь М.В.	+	+	+	+	+			+
3	Каштан І.І.	+	+	+	+	+			+
4	Власюк Т.І.	+	+	+	+	+			+
5	Сайко А.В.	+	+	Хв	Хв	+			+
6	Мартинівський М.П.	+	+	+	+	+			+

Примітка: + - присутній на практиці; – - відсутній на практиці без поважної причини; Хв. – хворів, що підтверджує довідка з медзакладу.

Щоденник керівник практики перевіряє кожного дня та підписує його. В кінці практики щоденник повинен бути представлений до здачі разом з усіма матеріалами звіту.

Під час проходження практики з геодезії студенти зобов'язані:

- виконувати розпорядок дня;
- протягом робочого часу знаходитись на своїх робочих місцях;
- не відлучатися з практики без дозволу керівника;
- виконувати правила техніки безпеки, санітарії та гігієни;
- дбайливо відноситись до геодезичних приладів;
- підтримувати чистоту на території практики;
- приймати активну участь в усіх заходах, які проводить кафедра.

1.4. ПРАВИЛА ОТРИМАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ ТА ЇХ ПЕРШИЙ ОГЛЯД

Для виконання інженерно-геодезичних робіт на практиці для кожної бригади необхідно одержати в завідувача лабораторії кафедри наступні прилади:

- 1) теодоліт (електронний South ET-02 або рівноточні оптичні 2T2, Theo 010) – 1;
- 2) нівелір з компенсатором (South NL-32, Geomax ZAL124 або рівноточні) – 1;
- 3) рейки телескопічні – 2;
- 4) трегери – 3;
- 5) штативи – 3;
- 6) рулетка – 1;
- 7) нівелірні костилі або башмаки – 2;
- 8) оптичний центрир – 1.

Також на бригаду необхідно мати:

- сокиру або молоток;
- 15–20 забивних дюбелів (дюбель-цвях);
- калькулятор з тригонометричними функціями або ноутбук;
- навчальну літературу з геодезії;
- креслярський папір;
- олівці (М, ТМ, 2Т, 3Т) та гумки;
- різнокольорові ручки, складний ніж, лінійку;
- картонну папку на зав'язках.

Крім цього, на час виконання інженерних задач студенти додатково будуть отримувати:

- електронний тахеометр Leica 405 Ultra у комплекті з відбивачем;
- цифровий нівелір Stonex D1 у комплекті зі штрихковою рейкою;
- високоточний нівелір HA1 у комплекті з інварними рейками;
- лазерний ротаційний нівелір Nivel System NL200 у комплекті з лазерним сенсором RD 400;
- трасошукач Leica DIGICAT 200 у комплекті з генератором Leica DIGITEX 8/33.

Всі отримані прилади повинні бути оглянуті відразу, бажано в присутності особи, яка їх видавала та (або) викладача, з точки зору їхнього технічного стану. При виявленні будь-яких несправностей або некомплектності, прилад повинен бути повернутий назад для його ремонту або заміни [2].

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРШОГО ОГЛЯДУ ПРИЛАДІВ:

ШТАТИВ

Ніжки розсувного штатива шарнірно з'єднані з головою штатива спеціальними гвинтами. Необхідно перевірити, щоб вони були добре закріплені й не мали люфту. Крім того, обов'язково потрібно перевірити, чи міцно насаджені башмаки на кінцях ніжок штатива. При наявності навіть незначного люфту потрібно затягнути гвинти, або повернути штатив для ремонту.

При висуванні ніжок штатива не слід робити великих зусиль, тому що можна зірвати стопорні гвинти. Штатив необхідно тримати у вертикальному положенні, щоб при висуванні ніжок не нанести собі травму. Якщо ніжки не висуваються, потрібно послабити зчеплення, злегка погойдуючи їх вправо та вліво, тримаючись за наконечники. Після висування ніжок необхідно закріпити їх стопорними гвинтами та перевірити надійність закріплення. Для прикріплення теодоліта до головки штатива використовується становий гвинт. Всередині гвинта має бути отвір для центрування оптичним або лазерним центриром.

Для перенесення штатива на значні відстані повинні бути спеціальні ремені, які стягують ніжки штатива. Переносити штатив у складеному вигляді потрібно на ремені через плече тільки ніжками догори! Якщо ремінь для перенесення штативу за спиною відсутній, то штатив переносять у руці, ніжками вперед та вниз, під кутом 30–45°.

ТЕОДОЛІТ

1. Перевірити комплектність теодоліта.
2. Встановити теодоліт на штатив та закріпити його становим гвинтом.
3. Відкрити закріпні гвинти алідади і зорової труби, перевірити плавність обертання алідади й зорової труби.
4. При закріпленому положенні закріпних гвинтів перевірити роботу навідних гвинтів. При обертанні навідних гвинтів як по ходу, так і проти ходу годинникової стрілки, труба повинна плавно переміщатися у горизонтальній та вертикальній площинах.
5. Спостереженням через зорову трубу перевірити роботу фокусувальних пристроїв труби. Для цього обертанням діоптрійного кільця окуляра сфокусувати сітку ниток, тобто отримати чіткість її зображення. Потім обертанням кремальєри послідовно домогтися чіткого зображення як далеких, так і близьких предметів.
6. Для оптичного теодоліта перевірити якість зображення відлікових шкал у мікроскопі. Для цього обертанням круглого дзеркальця домогтися повного освітлення шкал й обертанням діоптрійного кільця мікроскопа – чіткості їхнього зображення. Чіткість зображення штрихів шкал й оцифровки повинна зберігатися по всьому полю зображення мікроскопа.
7. Перевірити плавність обертання піднімальних гвинтів трегера. Якщо гвинти мають тугий хід, необхідно запросити навчального майстра для їх регулювання.
8. Перед укладанням теодоліта у футляр установити всі навідні гвинти в середнє положення, відпустити всі закріпні гвинти. При вкладанні у футляр електронного теодоліта потрібно

сумістити дві червоних мітки на алідадній частині теодоліта та підставці.

НІВЕЛІР

1. Перевірити комплектність нівеліра.
2. Вийняти нівелір з футляра та встановити на штативі, закріпивши становим гвинтом.
3. Відкріпити закріпний гвинт зорової труби й перевірити плавність обертання труби навколо вертикальної осі.
4. Закріпити гвинт зорової труби, перевірити роботу навідного гвинта нівеліра.
5. Перевірити якість оптики зорової труби, для чого обертанням окулярного гвинта встановити чіткість сітки ниток і за допомогою кремальєри сфокусувати трубу на далекі й близькі точки.
6. Перевірити плавність обертання піднімальних гвинтів.
7. Для нівелірів з циліндричним рівнем при зоровій трубі перевірити роботу елевацийного гвинта, з'єднавши зображення кінців бульбашки контактного рівня, які видимі у полі зору.

НІВЕЛІРНІ РЕЙКИ

У комплекті з нівеліром видаються дві двосторонні суцільні нівелірні шашкові рейки. При отриманні рейок необхідно перевірити, щоб початок відліку (на п'ятці рейки) з червоних сторін обох рейок був однаковим. У комплекті до нівелірів з компенсатором можливе використання телескопічних рейок. У цьому випадку, при роботі на станції при нівелюванні III і IV класів, вимірювання проводяться при двох горизонтах нівеліра. При першому огляді телескопічних рейок перевіряється надійність фіксації кожної секції.

ТРЕГЕРИ

Необхідно перевірити плавність обертання піднімальних гвинтів. Якщо гвинти мають тугий хід, або навпаки, люфт – необхідно запросити навчального майстра для їх регулювання.

Також необхідно перевірити якість роботи закріпного гвинта трегера, встановивши теодоліт на трегер та переконавшись у надійній фіксації приладу.

1.5. ПРАВИЛА ДОГЛЯДУ ЗА ГЕОДЕЗИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ

Геодезичні прилади – точні механізми. Якість їх роботи і стан залежить від дбайливого догляду за ними.

За пошкодження геодезичних приладів відповідає студент, який користувався ними.

У випадку псування або втрати приладу, винні студенти зобов'язані до кінця практики відремонтувати його в спеціальній майстерні або купити новий за свій рахунок.

Зберігати прилади слід в приміщеннях.

Необхідно виконувати наступні правила догляду за приладами:

1. Діставати прилад із футляра і вкладати його у футляр без особливих зусиль.

2. Нівелір потрібно брати за підставку, теодоліт, тахеометр – підставку, колонку або ручку.

3. Встановивши прилад на штатив потрібно **негайно закріпити його становим гвинтом**. Ніжки штатива повинні бути на достатній відстані одна від одної і надійно втиснуті в землю.

4. Переносити прилад між станціями необхідно у спеціальному футлярі, в якому він зберігається.

5. Під час роботи становий гвинт, закріпні гвинти і затискачі на ніжках штатива потрібно закріплювати без надмірних зусиль.

6. Перед тим, як обертати будь-яку частину інструмента, необхідно відкрутити закріпний гвинт і в жодному разі не прикладати для обертання великих зусиль.

7. Ніколи **не можна залишати прилад без нагляду**. Не слід допускати до інструменту сторонніх осіб.

8. Потрібно оберігати прилад від вологи, пилу і прямих сонячних променів.

9. У вітряну погоду потрібно слідкувати за стійкістю приладів.

10. Під час роботи зі сталевою стрічкою (рулеткою) не допускати утворення петель, «вісімок», необхідно берегти її від коліс транспорту, що рухається. Перед змотуванням мокрої, брудної стрічки (рулетки) необхідно попередньо ретельно витерти її.

11. Телескопічні рейки необхідно оберігати від вологи, пилу, піску та зберігати в спеціальному чохлі.

1.6. ПОРЯДОК ПІДГОТОВКИ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ЗДАЧІ ЇХ НА СКЛАД

1. Після закінчення польових робіт студенти з дозволу викладача – керівника студентської групи повертають прилади через відповідальну особу на кафедру (на склад). Перед здачею приладів необхідно:

- м'якою ганчіркою протерти від пилу теодоліт і нівелір та їхні футляри;
- очистити від бруду й пилу металеві частини штатива й віх;
- протерти ганчіркою нівелірні рейки, рулетку.

2. За втрату або поломку геодезичних приладів та устаткування студенти несуть матеріальну відповідальність. Якщо винний у втраті або поломці не виявлений, матеріальну відповідальність несуть всі члени бригади на рівних умовах.

3. При повному розрахунку студентської бригади за здачу приладів завідувач геодезичної лабораторії видає бригадирові розписку. При відсутності розписки залік з геодезичної практики студенти даної бригади не отримують.

1.7. ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Нещасним випадком на практиці називається подія, що відбулася під час проходження практики, в результаті якої настало порушення стану здоров'я студента і втрата ним

працездатності тимчасово або постійно. До загальних причин нещасних випадків відносяться:

- неправильна організація роботи і не виконання технічних вимог і норм;
- незнання умов дорученої роботи;
- недисциплінованість студентів;
- незнання або порушення правил техніки безпеки.

Загальними вимогами для запобігання нещасним випадкам є:

- чітка організація праці;
- влаштування застережних заходів;
- дисципліна праці;
- навчання працюючих безпечним способам виконання робіт і суворе дотримання встановлених правил з техніки безпеки;
- дотримання норм трудового законодавства;
- утримання приладів і устаткування в чистоті і справності;
- контроль зі сторони керівників і бригадирів за суворим виконанням правил техніки безпеки.

Для проходження практики допускаються студенти, які проінструктовані та засвоїли «Правила охорони праці і техніки безпеки».

Студенти, які не виконують правила техніки безпеки, для подальшого проходження практики не допускаються.

ОСНОВНІ ПРАВИЛА

1. Всі студенти, які проходять практику з геодезії, зобов'язані виконувати правила техніки безпеки.

2. Всі види польових топографо-геодезичних робіт повинні проводитись в суворій відповідності з діючими технічними інструкціями.

3. Під час повітряної тривоги студенти повинні знаходитися в укритті або бути розосередженими на місцевості.

4. Під час грози всі види польових робіт повинні бути призупинені, а студенти повинні переміститись у безпечне місце. Не можна ховатися під деревами, біля металевих парканів,

вуличних ліхтарів, металевих веж, опор електропередач. Під час грози забороняється користуватись парасолькою та мобільним телефоном.

5. Кожен студент, який помітив небезпеку, зіпсований прилад або обладнання, зобов'язаний вжити можливих заходів і терміново доповісти про це керівнику практики чи бригадиру.

6. В населених пунктах при зніманні садиб необхідно остерігатися собак.

7. Забороняється розкладати вогнище та з ним пустувати.

8. Сокира повинна бути добре загострена, тісно насаджена на ручку і розклинена залізним розрізним клином.

9. Перенесення приладу на штативі на далекі відстані категорично заборонено. Прилади переносити тільки у спеціальних футлярах, в яких вони зберігаються.

10. Передача приладів повинна виконуватись із рук в руки. Категорично забороняється кидати сокиру, віху і т.д. та пустувати з ними.

11. Прилад слід ставити так, щоб він не міг впасти. Не можна залишати сокиру, зарубану в дерево на висоті і ставити прилади на підвищених незручних місцях.

12. Обережно відноситись до рулетки при розкручуванні і скручуванні, тому що її краї можуть порізати руки, а при створенні «вісімки» і натягу вона зламається.

13. Переходити проїжджу частину вулиці тільки в дозволених місцях

14. Переходити вулиці (дороги) слід під прямим кутом, пересвідчившись в повній безпеці переходу. Спочатку потрібно подивитись наліво, а дійшовши до середини вулиці, подивитись направо.

15. При роботі на міських вулицях забороняється носити рейку на плечах. Рейку слід носити в опущеній руці.

16. В період практики категорично забороняється купатися у водоймах без дозволу керівника.

17. Не дозволяється пити холодну воду, коли студент сильно розігрітий.

18. Літом під променями сонця обов'язково працювати в головному уборі.

19. Не дозволяється працювати і переходити з точки на точку босоніж.

20. При будь-яких порізах або пошкодженнях на тілі необхідно старатися зберегти рану в чистоті, змастити антисептичним засобом, перев'язати бинтом і терміново звернутися до лікаря.

21. У випадку укусу гадюки необхідно терміново тісно перев'язати уражену частину тіла вище його приблизно на 10...15 см, щоб не дати отруєній крові розходитись по всьому тілу, і звернутися до лікаря.

22. Необхідно щодня оглядати своє тіло на предмет відсутності кліщів. У випадку виявлення кліща звернутись до лікаря.

23. Воду пити тільки зі спеціально пристосованих для цих цілей джерел.

24. Не можна сидіти або лежати на вологій землі.

25. При виконанні польових геодезичних робіт не можна закріплювати точки на посівах або виконувати лінійні вимірювання безпосередньо на них. Категорично заборонено рубати або ламати дерева та кущі в громадських місцях та на приватних територіях.

26. Про нещасні випадки необхідно доповідати керівнику практики негайно.

Слід суворо дотримуватись цих правил [2; 7].

Контрольні запитання

1. Яка основна мета навчальної практики з геодезії?
2. Які завдання ставляться перед студентами під час проходження практики?
3. Чому навчальна практика є важливою складовою процесу навчання?
4. Хто відповідає за формування бригад під час практики?
5. Які обов'язки має бригадир бригади?
6. Як здійснюється матеріальна відповідальність за втрату або пошкодження приладів?

7. Які дані повинні бути внесені у щоденник навчальної практики?
8. Як керівник практики контролює ведення щоденника?
9. Що відбувається з щоденником після завершення практики?
10. Назвіть основні прилади, які отримують студенти для виконання геодезичних робіт.
11. У чому полягає виконання першого огляду теодоліта та які дії у разі виявлення несправності або некомплектності приладу?
12. У чому полягає виконання першого огляду нівеліра та які дії у разі виявлення несправності або некомплектності приладу?
13. У чому полягає виконання першого огляду штативів та які дії у разі виявлення їхньої несправності?
14. У чому полягає виконання першого огляду комплекту нівелірних рейок?
15. Що потрібно зробити у випадку виявлення несправності геодезичного приладу?
16. Які дії забороняються при поводженні з геодезичними приладами?
17. Як необхідно переносити штатив та прилади на великі відстані?
18. Які процедури необхідно виконати перед здачею приладів на склад?
19. Що роблять у разі пошкодження або втрати геодезичних приладів?
20. Що називається нещасним випадком на практиці?
21. Які загальні вимоги допомагають уникнути нещасних випадків?
22. Які основні правила поведінки студентів під час грози?
23. Як потрібно переносити нівелірні рейки в умовах міста?
24. Що необхідно зробити в разі укусу гадюки?
25. Як діяти у разі виявлення кліща на тілі?
26. Як потрібно працювати з рулеткою, щоб уникнути пошкоджень?

27. Чому обов'язково потрібно працювати у головному уборі влітку?

28. Як формується календарний графік робіт під час практики?

29. Що входить до обов'язків керівника практики?

30. Як правильно переходити проїжджу частину вулиці?

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ ТА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

2.1. ПРОГРАМА ПРАКТИКИ

Таблиця 2.1

Програма навчальної геодезичної практики

№ з/п	Види робіт	Обсяг	Перелік матеріалів, які необхідно представити у звіті	Зразок матеріалів, сторінка
1	2	3	4	5
1. Перевірки приладів та тренувальні вимірювання				
1.1	Перевірки теодоліта	Визначається викладачем	Акт перевірок	34
1.2	Перевірки нівеліра		Акт перевірок	39
1.3	Перевірки штативів, трегерів, рейок, оптичних центрів		Акт перевірок	43
1.4	Перевірки рулетки		Акт перевірок	47
1.5	Тренувальні вимірювання за програмою полігонометрії 2 розряду та нівелювання III класу	3 кути, 6-8 станцій нівелювання	Схеми, журнали вимірів	49 50
2. Полігонометрія				
2.1	Проектування ходу: закладання пунктів	Хід 1 чи 2 розряду, довжиною 1.5-2.5 км. До 15 сторін	Пояснювальна записка. Схеми ходу. Кроки на кожен пункт	78 57
2.2	Вимірювання кутів способом прийомів	Для кожного пункту, в т.ч. примикаючі до базисів	Польовий журнал	79

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
2.3	Вимірювання ліній світловіддалеміром	Для кожної лінії, крім базисних	Польовий журнал	72
2.4	Обчислення горизонтальних віддалей	Для кожної виміряної лінії	Відомість обчислення	80
2.5	Зрівноваження полігонометричного ходу		Відомість обчислення координат точок ходу. Каталог координат та відомість оцінки точності	
3. Нівелювання III класу				
3.1	Рекогностування, закладання зв'язуючих точок	Через всі пункти полігонометрії	Пояснювальна записка. Схема ходу	92
3.2	Нівелювання вперед	1.5-2.5 км	Польовий журнал	93
3.3	Нівелювання назад			
3.4	Зрівноваження нівелірного ходу		Відомість обчислення висот точок ходу. Каталог висот	
4. Тахеометричне знімання забудованої території в масштабі 1:500				
4.1	Прокладання планово-висотного обґрунтування	Залежно від складності ситуації та рельєфу	Пояснювальна записка. Схема ходу. Журнал вимірювань	129
4.2	Зрівноваження планово-висотного обґрунтування		Відомості	
4.3	Тахеометричне знімання	2–4 га	Журнал вимірювань. Абрис	130
4.4	Побудова топографічного плану за абрисом		Планшет 1:500	223–224

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
5. Прив'язувальні роботи в полігонометрії				
5.1	Пряма засічка	1 засічка	Схема.	146
5.2	Обернена засічка	1 засічка	Журнал	145
5.3	Задача Ганзена	1 задача	вимірювання	147
5.4	Подвійна задача Ганзена	1 задача	кутів.	147
5.5	Знесення координат на землю	1 задача	Відомість обчислення координат та оцінки точності	146
6. Вирішення інженерних задач				
6.1	Нівелювання з використанням цифрового нівеліра	Хід з 4–5 станцій	Пояснювальна записка. Схема ходу. Польовий журнал. Відомість обчислення висот точок ходу. Каталог висот	151
6.2	Нівелювання II класу з використанням високоточного оптичного нівеліра	Хід з 4–5 станцій	Пояснювальна записка. Схема ходу. Польовий журнал. Відомість обчислення висот точок ходу. Каталог висот	158
6.3	Розмічування горизонтальної ділянки за допомогою лазерного ротаційного нівеліра	Ділянка з 4-х точок	Пояснювальна записка	
6.4	Пошук підземних комунікацій за допомогою трасошукача	Визначається викладачем	Пояснювальна записка	166

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
<i>6.5 Вирішення прикладних задач за допомогою електронного тахеометра</i>				
6.5.1	Перенесення планового положення точки в натуру за координатами	2 точки	Пояснювальна записка	
6.5.2	Перенесення планового положення точки в натуру за розмічувальним кресленням	2 точки	Пояснювальна записка. Розмічувальне креслення	171
6.5.3	Визначення площі ділянки	1 ділянка з 4 точок	Пояснювальна записка	175
6.5.4	Визначення недоступної висоти	2 точки	Пояснювальна записка	177
6.5.5	Визначення недоступної відстані	2 відстані	Пояснювальна записка	179
6.5.6	Вільна станція	1 задача	Пояснювальна записка. Схема	

2.2. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ

На території проходження практики закладено 87 пунктів планово-висотного обґрунтування (додаток А), які використовуються як вихідні при прокладанні полігонометричних і нівелірних ходів та визначенні координат пунктів геодезичними засічками.

Координати та висоти пунктів геодезичного обґрунтування визначено методами полігонометрії, геодезичних засічок, супутникових вимірювань та нівелювання II класу.

Вихідні пункти закріплено наступними типами центрів:

- арматура: 1, 8, 12, 100а, К.
- костиль: 2, 5, 100, К1, К11, 1kar, 3kar, 8kar, 9kar.

- дюбель: 4, 5а, 6, 7, 8а, 9, 9а, 11, 12а, 13, 14, 14а, 50, 50а, 200, Х, 2каг, 5каг, 6каг, 7каг, 10каг, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409.
- стінна марка: М1, М2, М4, М5, М6, М7, М8, М9, М10, М11, М12, М13, М14.
- антена на даху будівлі: V1, V2, V5, V9, V10, V11.

2.3. ЗМІСТ ЗВІТУ З ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ

Звіт складається один на бригаду. Матеріали практики скріплюються у томи окремо за видами робіт та здаються в картонній папці на зав'язках з наклеєним титульним аркушем. На титульній сторінці папки зазначається склад бригади. Зразок оформлення титульних аркушів звіту та окремих томів наведено у додатку Б. На зворотній стороні титульного листа папки вклеюється зміст папки та прикріплюється розписка про отримання та здачу геодезичних приладів. Також у папку вкладається виробничий щоденник бригади.

ОРІЄНТОВНИЙ ЗМІСТ ЗВІТУ З ДРУГОЇ ПОЛЬОВОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ:

ТОМ 1. ПЕРЕВІРКИ ПРИЛАДІВ ТА ТРЕНУВАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ

1. Пояснювальна записка.
2. Акт перевірок теодоліта.
3. Акт перевірок нівеліра.
4. Акт перевірок цифрового нівеліра.
5. Акт перевірок високоточного нівеліра.
6. Акти перевірок штативів, трегерів, рейок, рулетки, центрира.
7. Вимірювання кутів.
 - 7.1 Схема вимірювання кутів.
 - 7.2 Журнал вимірювання кутів.

8. Нівелювання.

8.1 Схема нівелірного ходу III класу.

8.2 Журнал нівелювання III класу.

ТОМ 2. ПОЛІГОНОМЕТРІЯ

1. Пояснювальна записка.
2. Схема полігонометричного ходу.
3. Журнал вимірювання кутів.
4. Журнал вимірювання довжин ліній.
5. Відомість вирахування горизонтальних віддалей.
6. Відомість зрівноваження полігонометричного ходу.
7. Відомість характеристик полігонометричного ходу.
8. Каталог координат пунктів.
9. Відомість оцінки точності планового положення пунктів за результатами зрівноваження.
10. Схема зрівноваженого полігонометричного ходу (з програми Credo).
11. Кроки пунктів полігонометрії.

ТОМ 3. НІВЕЛЮВАННЯ III КЛАСУ

1. Пояснювальна записка.
2. Схема нівелірного ходу III класу.
3. Журнал нівелювання.
4. Відомість зрівноваження одинокого нівелірного ходу.
5. Відомість характеристик нівелірного ходу.
6. Каталог висот пунктів.
7. Відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження.
8. Схема зрівноваженого нівелірного ходу (з програми Credo).

ТОМ 4. ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ В МАСШТАБІ 1:500

1. Пояснювальна записка.
2. Схема планово-висотного обґрунтування.
3. Відомість зрівноваження планово-висотного обґрунтування.
4. Каталог координат і висот точок знімального обґрунтування.
5. Відомість оцінки точності планово-висотного положення пунктів за результатами зрівноваження.
6. Журнал тахеометричного знімання.

7. Абрис тахеометричного знімання.
8. Топографічний план у масштабі 1: 500.

ТОМ 5. ПРИВ'ЯЗУВАЛЬНІ РОБОТИ В ПОЛІГОНОМЕТРІЇ

В процесі прив'язувальних робіт необхідно використати: пряму та обернену багатократні кутові засічки, знесення координат на землю, задачу Ганзена, подвійну задачу Ганзена. Для кожної задачі або засічки пропонується такий зміст:

1. Пояснювальна записка.
2. Схема засічки (схема вимірювань).
3. Журнал вимірювання кутів (довжин ліній).
4. Відомості обчислення координат та оцінки точності.
5. Схема зрівноваженої засічки (з програми Credo).
6. Кроки пункту.

ТОМ 6. ВИРІШЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

1. Нівелювання з використанням цифрового нівеліра.
 - 1.1 Пояснювальна записка.
 - 1.2 Схема нівелірного ходу.
 - 1.3 Журнал нівелювання.
 - 1.4 Відомість зрівноваження нівелірного ходу.
 - 1.5 Відомість характеристик нівелірного ходу.
 - 1.6 Каталог висот пунктів.
 - 1.7 Відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження.
 - 1.8 Схема зрівноваженого нівелірного ходу (з програми Credo).
2. Нівелювання II класу з використанням високоточного оптичного нівеліра.
 - 2.1 Пояснювальна записка.
 - 2.2 Схема нівелірного ходу.
 - 2.3 Журнал нівелювання.
 - 2.4 Відомість зрівноваження нівелірного ходу.
 - 2.5 Відомість характеристик нівелірного ходу.
 - 2.6 Каталог висот пунктів.
 - 2.7 Відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження.

2.8 Схема зрівноваженого нівелірного ходу (з програми Credo).

3. Розмічування горизонтальної ділянки за допомогою лазерного ротаційного нівеліра.

3.1 Пояснювальна записка.

4. Пошук підземних комунікацій за допомогою трасошукача.

4.1 Пояснювальна записка.

5. Вирішення прикладних задач за допомогою електронного тахеометра.

5.1 Перенесення планового положення точки в натуру за координатами.

5.1.1 Пояснювальна записка.

5.2 Перенесення планового положення точки в натуру за розмічувальним кресленням.

5.2.1 Пояснювальна записка.

5.3 Визначення площі ділянки.

5.3.1 Пояснювальна записка.

5.4 Визначення недоступної висоти.

5.4.1 Пояснювальна записка.

5.5 Визначення недоступної відстані.

5.5.1 Пояснювальна записка.

5.6 Вільна станція.

5.6.1 Пояснювальна записка.

У пояснювальній записці до кожного розділу звіту наводиться характеристика об'єкта і території вимірювань, вихідні пункти, закладені пункти, використані прилади, методика робіт, виконані роботи, схеми вимірювань, послідовність обчислень...

2.4. ПОЛЬОВА ДОКУМЕНТАЦІЯ ТА ЇЇ ВЕДЕННЯ

До польових документів відносяться матеріали перевірок приладів, журнали вимірів та абрис.

Студентам необхідно навчитись дотримуватись вимог інструкцій та настанов. Будь-які порушення інструкцій та рекомендацій в допусках та технологіях на практиці неприпустимі так само, як і на виробництві.

Результати польових вимірів записують в польові журнали. Туди ж в багатьох випадках записують перевірки, дослідження приладів. Для кожного виду робіт встановлені польові журнали відповідної форми.

Польові журнали підлягають строгому обліку і збереженню. Сторінки в журналі мають бути обов'язково пронумеровані, прошнуровані і скріплені підписом бригадира та викладача (на останній сторінці).

Записи в польових журналах, матеріали перевірок інструментів, дослідження та обчислення повинні бути достовірними. ***Записів на листочках, на чорновиках з наступним переписуванням в чистовик не повинно бути.***

Записи в журналах роблять чітким почерком чорнилом або кульковою ручкою. Незадовільні або неправильно записані результати спостережень на станції акуратно закреслюють однією діагональною лінією із зазначенням причини переробки. Номер станції при повторних спостереженнях зберігають з припискою слова «повторна». ***Стирання і виправлення записів відліків в журналі категорично забороняється.*** Помилкові записи в обчисленнях акуратно закреслюють однією лінією (щоб за потреби перекреслені відліки могли бути прочитані) і зверху записують правильні. Студент повинен привчитися до акуратності та до хорошої графіки при веденні польової документації. Переписування польових журналів не допускається.

Чіткість ведення записів та замальовок в польових документах досягається так:

- 1) цифри пишуться розбірливо, читабельно;
- 2) числа в колонках потрібно записувати так, щоб цифри відповідних розрядів були під цифрами тих же розрядів в записаному вище числі;
- 3) всі результати вимірювань, виконані з однаковою точністю, пишуться з однаковим числом знаків. Наприклад, якщо довжини ліній вимірюють з точністю 0,01 м, то записи мають бути 255,60 м або 128,40 м, а не 255,6 м та 128,4 м; якщо вимірюють кути з точністю 0,1', то записи мають бути такими $61^{\circ}28,0'$ та $106^{\circ}54,6'$, а не $61^{\circ}28'$ та $106^{\circ}54'36''$;

4) значення мінут та секунд завжди повинні бути двозначними числами. Наприклад, $221^{\circ}01'09''$ та $6^{\circ}08'03''$, а не $221^{\circ}1'9''$ та $6^{\circ}8'3''$.

Будь-які вимірювання містять в собі помилки. Тому результати вимірів лише наближено представляють значення виміряних величин. Отже, необхідно знати, з якою точністю потрібно виконувати обчислення в журналах (до скількох знаків заокруглювати). Не можна залишати зайві знаки, але завжди потрібно зберігати необхідні. Вимоги до точності обчислень при виконанні нівелювання представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Вимоги до точності обчислень при нівелюванні

Клас точності	Середнє перевищення на станції, мм	Середнє перевищення в секції, мм	Середнє перевищення з прямого і оберненого ходів, мм
II	0,05	0,05	0,1
III	0,1	1	1
IV	1	1	1

Довжини ліній у полігонометрії вимірюють електронними тахеометрами з точністю 0,001 м.

Значення виміряних кутів, напрямків та поправок в окремих прийомах при прокладанні ходів розрядної полігонометрії обчислюють до $0,1''$. Середні значення кутів з декількох прийомів обчислюють до $1''$.

Всі виконані матеріали (схеми, відомості, каталоги) мають містити дату виконання, а також підписи виконавця робіт та особи, яка їх перевірила.

2.5. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ БРИГАДИ

Існує багато методів, які сприяють підвищенню продуктивності праці та скороченню часу проведення робіт.

Коротко охарактеризуємо лише ті, котрі будуть вивчатись при проходженні другої навчальної практики з геодезії: підготовка та організація робочого місця, злагодженість роботи бригади та правильне чергування польових і камеральних робіт.

Підготовка та організація робочого місця – отримання максимальної зручності в роботі, щоб ніщо не затримувало бригаду на станціях, на пункті, щоб було забезпечене безпечне виконання робіт і не виникала зайва втомлюваність.

Геодезичні прилади завжди повинні підтримуватись в належному робочому стані. Допоміжні інструменти (кувалди, сокири, лопати) повинні бути жорстко і надійно насажені на ручки, а сокири та лопати нагострені.

Висота приладу при зніманні, нівелюванні, вимірюванні кутів та напрямків повинна відповідати зросту спостерігача. При малій висоті приладу виконавець швидко втомлюється, а при надто великій висоті виникають незручності, через які може знизитись точність вимірів.

Відлікові пристрої приладів повинні бути добре освітленими.

Перед виходом в поле кожен студент повинен переконатись, чи взяв він все необхідне.

Злагодженість роботи – запорука високої продуктивності, тому кожен член бригади повинен чітко знати свої обов'язки та черговість виконання всіх операцій, які прилади чи обладнання він повинен готувати до роботи, утримувати їх в робочому стані.

Продуктивність на всіх етапах проходження навчальної практики залежить насамперед від спостерігача, від чіткості та правильності його роботи, від максимального скорочення зайвих рухів. Спостерігач виконує всі основні дії: встановлення (центрування) приладу, візування, зняття відліків і т.д.

Помічник спостерігача повинен швидко і чітко виконувати записи, безпомилково та швидко вести обчислення. На кожній станції, пункті, точці він повинен слідкувати, чи входять отримані результати у встановлені допуски. Усі контрольні підрахунки на станції повинні виконуватись своєчасно, щоб у разі виявлення помилки не втрачати час на продовження

знімання відліків, а відразу переходити до повторних вимірювань.

Наведемо наступні приклади.

1. При нівелюванні III класу спостерігач виконав та продиктував відліки з чорної сторони задньої рейки (за далекомірними нитками та середньою). Якщо відлік з середньої нитки відрізняється від півсуми відліків з далекомірних ниток більше ніж на 3 мм, продовжувати відліки не слід. Потрібно змінювати висоту приладу і починати прийом заново. Продовження відліків – втрата часу.

2. При спостереженнях круговими прийомами замикання в першому півприйомі або коливання колімаційної похибки 2С на початку другого півприйому перевищило встановлені допуски. Продовження прийому – втрата часу.

3. При вимірюванні кутів спостерігач закінчив повністю спостереження. Виконано два прийоми вимірів горизонтальних напрямків. Зняти прилад і перейти на іншу точку спостерігач не може поки помічник не порівняє значення напрямків між першим та другим прийомами.

В багатьох видах робіт велика роль реєчників, наприклад при нівелюванні та тахеометричному зніманні. При нівелюванні реєчники повинні забезпечити рівність плечей та відповідну висоту візирного променя, оскільки вони намічають місця для встановлення приладу та рейок.

Краще виконувати нівелювання з дещо коротшими плечима, ніж перестановками шукати граничні положення.

При тахеометричному зніманні виконавці повинні вміти вибирати пікетні точки; їх має бути мінімально необхідна кількість, але стільки, щоб ні один потрібний елемент ситуації (контури, предмети місцевості) та рельєфу не були пропущені.

Чергування польових та камеральних робіт є необхідним, оскільки складні метеоумови (дощ, вітер, туман і т.д.) можуть завадити виконанню робіт або повністю виключити можливість їх проведення. Наприклад, нівелювання III класу в сонячні дні рекомендується починати лише через пів години після сходу сонця і закінчувати за пів години до заходу. Причому видимість

має бути доброю, зображення рейок чіткими і спокійними, тому в сонячні, жаркі дні варто робити перерву в обідні години.

Камеральні роботи займають 40–50% від всього об'єму робіт (за витратою часу). Час, коли польові роботи виконувати неможливо чи небажано, потрібно максимально використовувати для камеральних робіт.

Контрольні запитання

1. Які основні види робіт передбачено програмою навчальної геодезичної практики?
2. Які матеріали відносяться до польових документів?
3. Які вимоги до оформлення польових журналів?
4. Які дії заборонені при веденні польового журналу?
5. Які основні правила ведення польової документації?
6. Чому записи в польових журналах не повинні переписуватись?
7. Як правильно виправляти помилки в польових журналах?
8. З якою точністю вимірюються довжини ліній у полігонометрії?
9. З якою точністю обчислюють значення вимірних кутів, напрямків та поправок в окремих прийомах при прокладанні ходів розрядної полігонометрії?
10. З якою точністю обчислюють середні значення кутів з декількох прийомів при прокладанні ходів розрядної полігонометрії?
11. З якою точністю обчислюється середнє перевищення на станції нівелювання II класу?
12. З якою точністю обчислюється середнє перевищення на станції нівелювання III класу?
13. З якою точністю обчислюється середнє перевищення на станції нівелювання IV класу?
14. З якою точністю обчислюється середнє перевищення в секції при нівелюванні II класу?
15. З якою точністю обчислюється середнє перевищення в секції при нівелюванні III класу?

16. З якою точністю обчислюється середнє перевищення в секції при нівелюванні IV класу?
17. З якою точністю обчислюється середнє перевищення з прямого і оберненого ходів при нівелюванні II класу?
18. З якою точністю обчислюється середнє перевищення з прямого і оберненого ходів при нівелюванні III класу?
19. З якою точністю обчислюється середнє перевищення з прямого і оберненого ходів при нівелюванні IV класу?
20. Що включає у себе звіт з другої геодезичної практики?
21. Як повинна організовуватись робота бригади під час практики?
22. Які методи підвищення продуктивності праці під час польових робіт?
23. Як впливає висота приладу на роботу спостерігача та якість вимірювань?
24. Які обов'язки спостерігача під час виконання вимірювань?
25. Які обов'язки помічника спостерігача під час виконання вимірювань?
26. Що входить до обов'язків реєчників при нівелюванні?
27. Чому рекомендується виконувати нівелювання з коротшими плечима?
28. Як вибираються пікетні точки під час тахеометричного знімання?
29. Які метеоумови можуть впливати на виконання польових робіт?
30. Як організовуються роботи в сонячні та жаркі дні?

3. ПЕРЕВІРКИ ПРИЛАДІВ ТА ТРЕНУВАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ

3.1. ПЕРЕВІРКИ ПРИЛАДІВ

Для якісного виконання польових робіт необхідно переконатись в якості роботи всіх вузлів та деталей приладу. Тому перевіркам приладів необхідно приділяти належну увагу.

Нижче подано шаблони актів перевірок приладів, де акцентовано увагу на тому, що саме потрібно описати в кожному пункті [2; 7].

ПЕРЕВІРКИ ТЕОДОЛІТА

АКТ перевірок теодоліта _____ № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки теодоліта.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності приладу

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком (механічні ушкодження, забрудненість оптики і т.д.).

Висновок: зовнішній стан приладу задовільний (незадовільний).

2. Перевірка гвинтів

Необхідно описати роботу всіх піднімальних, закріпних, навідних гвинтів та кремальєри; для оптичних теодолітів перевірити поле зору відлікових мікроскопів.

Висновок: прилад знаходиться в працездатному (непрацездатному) стані.

3. Перевірка циліндричного рівня при алідаді ГК

Умова: вісь циліндричного рівня повинна бути перпендикулярною до осі обертання приладу.

Виконання. Приводять прилад в робоче положення. Повертають алідаду на 180° і перевіряють, чи не зійшла

бульбашка циліндричного рівня з нуль-пункту. Допустиме відхилення становить одну поділку.

Якщо перевірка не виконується, тоді робиться юстування. На половину дуги відхилення бульбашку приводять до середини за допомогою піднімальних гвинтів, а на другу половину дуги відхилення – юстувальними (виправними) гвинтами рівня. Після виправлення перевірку повторюють.

Висновок: умова виконується (не виконується). (Якщо виконувалось юстування рівня, то про це потрібно згадати у висновку).

4. Перевірка правильності встановлення сітки ниток

Умова: вертикальна нитка сітки ниток повинна бути вертикальною, а горизонтальна – горизонтальною.

Достатньо переконатись у правильному розташуванні однієї з ниток. Взаємна перпендикулярність ниток гарантується заводом-виробником.

Виконання. Приводять прилад в робоче положення. Наводять вертикальну нитку сітки ниток на нитку виска, що підвішений на відстані 15-20 метрів від теодоліта у захищеному від вітру місці. Вертикальна нитка сітки повинна співпадати з ниткою виска за всією довжиною, інакше необхідно виконувати юстування.

Можна рекомендувати ще один варіант виконання цієї перевірки, коли з якихось причин перший варіант не можливий (наприклад у вітряну погоду). Встановити прилад в робоче положення; навести один край середньої горизонтальної нитки на кут шашки рейки або іншу чітку точку, яка знаходиться на віддалі від 10 м. Навідним гвинтом повертаємо трубу так, щоб на ту ж точку навести інший край нитки. Оцінюємо відхилення середньої нитки від точки. При відхиленні більше 1 мм потрібно виконати юстування.

Для юстування необхідно відкрутити ковпачок в окулярній частині зорової труби, послабити закріпні гвинти (рис. 3.1) приблизно на 1 оберт та злегка повернути скляну пластинку із сіткою ниток. Після закріплення гвинтів, що тримають сітку ниток, потрібно ще раз переконатись, що розташування нитки є правильним. Перевірку виконують в декілька наближень.

Висновок: умова виконується (не виконується). (При невиконанні умови – виконати і описати юстування).

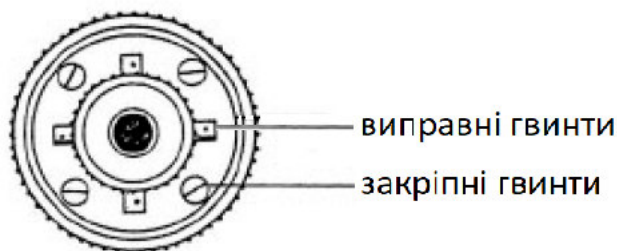


Рис. 3.1. Розташування виправних та закріпних гвинтів сітки ниток

5. Визначення колімаційної похибки

Умова: візирна вісь повинна бути перпендикулярною до осі обертання труби.

Виконання. Приводять теодоліт в робоче положення, наводять при крузі ліво центр сітки ниток на віддалену добре видиму точку приблизно на висоті інструмента; беруть відлік з горизонтального круга (КЛ). Переводять зорову трубу через зеніт та всі дії повторюють при крузі право (КП) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Визначення колімаційної похибки

Точка спостер.	Відліки з ГК		с
	КЛ	КП	
1	117°49'19"	297°49'17"	+1"

Колімаційною похибкою c називають кут відхилення від перпендикулярності між двома названими вище осями.

Колімаційна похибка c визначається за формулою

$$c = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2}. \quad (3.1)$$

Для теодолітів двосекундної точності подвійна колімаційна помилка не повинна перевищувати 20".

При невиконанні перевірки, потрібно провести юстування. Обчислюють відлік за горизонтальним кругом, коли візирна вісь зорової труби перпендикулярна до осі її обертання, за однією з формул:

$$\begin{aligned} KЛ_0 &= KЛ - c; \\ KП_0 &= KП + c. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Обертаючи навідний гвинт аліади горизонтального круга встановлюють вирахований відлік $KЛ_0$ (або $KП_0$). При цьому центр сітки ниток зміститься зі спостережуваної точки ліворуч чи праворуч на кут c . Після цього знімають ковпачок в окулярній частині зорової труби, який закриває доступ до виправних гвинтів сітки ниток (рис. 3.1). Попередньо послабивши верхній виправний гвинт, обертають по черзі правий і лівий виправні гвинти (один відкручують, а другий закручують за допомогою шпильки) пересуваючи пластинку з сіткою ниток горизонтально так, щоб центр сітки співпав із зображенням точки. Після виправлення перевірку повторюють знову.

Висновок: колімаційна похибка становить _____. Умова виконується (не виконується).

6. Перевірка перпендикулярності осі обертання приладу до осі обертання труби

Умова: вісь обертання труби повинна бути перпендикулярна до осі обертання приладу.

Виконання. Теодоліт встановлюють перед стіною будинку, приводять у робоче положення і наводять трубу на високу точку (наприклад, на даху будинку) так, щоб надати трубі нахил 40° – 50° . Опускають трубу приблизно до горизонтального положення і відмічають на стіні точку m_1 , в яку проєктується перехрестя сітки ниток. Далі переводять трубу через зеніт, повертають теодоліт на 180° , знову візують на ту саму точку, опускають трубу до горизонтального положення та одержують другу проєкцію – m_2 . Якщо центр сітки ниток співпав з раніше відміченою на стіні точкою в межах подвійної нитки сітки ниток, умова виконана. В протилежному випадку потрібне юстування приладу, яке може бути виконане лише в ремонтній майстерні.

Висновок: умова перевірки виконується (не виконується).

7. Визначення місця zenіту вертикального круга теодоліта

Умова: місце zenіту ВК теодоліта має бути рівним нулю.

Виконання. Потрібно навести горизонтальну нитку на добре видиму чітку точку та взяти відліки при КЛ та при КП з вертикального круга (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Точка спостер.	Визначення місця zenіту		MZ	$MZ_{сер}$
	$КЛ$	$КП$		
1	87°37'02"	272°23'08"	+0°00'05"	+0°00'06"
2	87°20'04"	272°40'10"	+0°00'07"	

Для теодолітів, у яких ВК оцифрований від 0° до 360° місце zenіту визначається так

$$MZ = \frac{КЛ + КП - 360^\circ}{2}. \quad (3.3)$$

Висновок: Місце zenіту становить ____.

8. Перевірка оптичного (лазерного) центрира теодоліта

Умова: вісь центрира має співпадати з віссю обертання теодоліта.

Виконання. Теодоліт на штативі приводять в робоче положення і на підлозі або іншій рівній поверхні на землі закріплюють лист паперу, на якому відмічають положення центра внутрішнього кола центрира (лазерного променя для лазерного центрира). Повертають прилад на 60° і знову відмічають положення центра внутрішнього кола. Так повторюють, поки не пройдуть повне коло. Таким чином, буде отримано шість точок на папері. При умові, що перевірка виконується, всі шість точок співпадуть або фігура, утворена цими точками, не повинна виходити за межі внутрішнього кола оптичного центрира чи за межі плями променя лазерного центрира. Якщо умова не виконується прилад потрібно здати в майстерню для юстування.

Висновок: умова виконується (не виконується). До звіту необхідно вклеїти листок з еліпсом помилок, на якому має бути зазначено: дата, виконавці, марка та номер теодоліта або центрира.

При наявності в теодоліті **круглого рівня**, перевірка виконується аналогічно перевірці круглого рівня нівеліра.

ПЕРЕВІРКИ НІВЕЛІРА

АКТ перевірок нівеліра _____ № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки нівеліра.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності приладу

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком (механічні ушкодження, забрудненість оптики і т.д.).

Висновок: зовнішній стан приладу задовільний (незадовільний).

2. Перевірка гвинтів

Необхідно описати роботу всіх піднімальних, закріпних, навідних гвинтів та кремальєри (працює, не працює, плавність ходу, люфт і т.д.).

Висновок: прилад знаходиться в працездатному (непрацездатному) стані.

3. Перевірка круглого рівня

Умова: вісь круглого рівня повинна бути паралельною до осі обертання приладу.

Виконання. Піднімальними гвинтами приводять бульбашку сферичного рівня в нуль-пункт. Повертають нівелір навколо вертикальної осі на 180°. Якщо бульбашка відхиляється від нуль-пункту, то її приводять у вихідний стан: виправними гвинтами рівня на половину дуги відхилення, а на другу половину – піднімальними гвинтами. Після виправлення перевірку повторюють. Після цього виправні гвинти рівня повинні бути надійно закріплені.

Висновок: умова виконується (не виконується). (Якщо виконувалось юстування рівня, то про це потрібно згадати у висновку).

4. Перевірка сітки ниток

Умова: вертикальна нитка сітки ниток повинна бути вертикальною, а горизонтальна – горизонтальною.

Виконання. Таке ж як і для теодоліта.

Висновок: умова виконується (не виконується). (При невиконанні умови виконати і описати юстування).

5. Перевірка головної умови нівеліра (циліндричного рівня при трубі)

Умова: вісь циліндричного рівня має бути паралельною до візирної осі нівеліра.

Для нівеліра з компенсатором головна умова формулюється як: візирна вісь зорової труби нівеліра, встановленого в робоче положення, повинна бути горизонтальною.

Виконання. Закріплюють дві точки на віддалі біля 50–75 м одна від одної (т. *A* та *B* на рис. 3.2). Встановлюють нівелір точно посередині між точками та вимірюють перевищення h_1 . Як видно з рис. 3.2, а:

$$h_1 = a' - b', \quad (3.4)$$

де a' та b' – правильні відліки, які були б узяті за умови, якщо кут $i=0$.

Якщо кут i не дорівнює 0, то фактичні відліки a та b будуть помилкові на однаковий величину x , оскільки нівелір однаково віддалений від задньої та передньої рейок.

Тому маємо рівняння:

$$\begin{aligned} a' &= a - x; \\ b' &= b - x. \end{aligned}$$

У відповідності з формулою (3.4) можна записати:

$$h_1 = (a - x) - (b - x).$$

Розкриваючи дужки, отримаємо:

$$h_1 = a - b. \quad (3.5)$$

Таким чином, коли нівелір встановлений точно посередині між рейками, то різниця помилкових відліків все одно дає правильне перевищення h_1 .

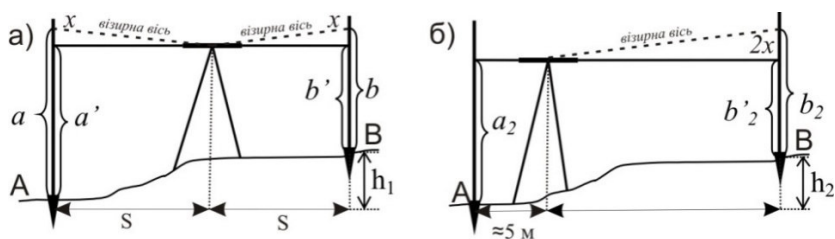


Рис. 3.2. Перевірка головної умови нівеліра:
а) нівелювання з середини; б) нівелювання при нерівності плечей

Переносять та встановлюють нівелір поблизу однієї з рейок (рис. 3.2, б). Беруть відлік з ближньої рейки a_2 та з дальньої – b_2 й обчислюють перевищення h_2 з нівелювання при нерівності плечей, яке буде правильним лише при виконанні головної геометричної умови нівеліра. Якщо різниця перевищень (похибка) $|h_1 - h_2| \leq 4 \text{ мм}$, то умова перевірки виконана, інакше – виконують виправлення.

За формулою (3.6) вираховують правильний відлік b'_2

$$b'_2 = a_2 - h_1. \quad (3.6)$$

Елеваційним гвинтом встановлюють сітку ниток на правильний відлік, при цьому кінці бульбашки циліндричного рівня розійдуться. Вертикальними виправними гвинтами циліндричного рівня суміщають зображення кінців бульбашки. Одночасно слідкують, щоб відлік залишався рівним b'_2 . Після виправлення перевірку повторюють.

Для нівелірів з компенсатором юстування виконують так. Необхідно в нижній (верхній) частині окуляра знайти юстувальний гвинт (при потребі зняти захисні елементи окуляра). Обертаючи юстувальний гвинт, встановлюємо горизонтальну нитку на відлік b'_2 .

Висновок: умова виконується (не виконується). (При невиконанні умови описати процес юстування з усіма розрахунками).

6. Перевірка роботи компенсатора (для нівелірів з компенсатором) – перевірка якості компенсації кутів нахилу осі нівеліра.

Умова: Компенсація кутів нахилу повинна бути повною.

Виконання. Встановлюють нівелір посередині створу між рейками. Визначають перевищення між ними п'ятьма прийомами, при положеннях бульбашки круглого рівня, як показано на рисунку 3.3.

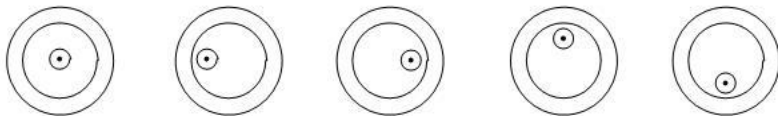


Рис. 3.3. Положення бульбашки круглого рівня при визначенні похибки компенсації

- 1 прийом – бульбашка круглого рівня знаходиться в нуль-пункті;
- 2* прийом – бульбашка відхиляється до об'єктива;
- 3* прийом – бульбашка відхиляється до окуляра;
- 4* прийом – бульбашка відхиляється праворуч;
- 5* прийом – бульбашка відхиляється ліворуч.
- * – при наведенні на задню рейку.

Перевищення h_1 , визначене в першому прийомі (бульбашка у нуль-пункті) вважається правильним. З перевищень, визначених у 2, 3, 4, 5 прийомах (при положеннях бульбашки рівня не в середині) знаходять середнє:

$$h_{\text{сер}} = (h_2 + h_3 + h_4 + h_5) / 4 . \quad (3.7)$$

Якщо $\Delta h = h_1 - h_{\text{сер}} \leq 3$ мм, то прилад можна використовувати при нівелюванні III класу.

В разі невиконання даної умови виправлення виконують в оптичний майстерні.

Висновок: умова виконується (не виконується).

Для цифрового та високоточного оптичного нівеліра перевіряються рівні, сітка ниток та головна умова у наведеному вище порядку.

Примітка: на кожен нівелір складається окремий акт.

АКТ
перевірок нівелірної рейки № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні перевірки рейок.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком (відщепини дерев'яних частин, потертість, погана читабельність, надійність фіксації кожної секції).

Висновок: зовнішній стан рейки задовільний (незадовільний).

2. Визначення середньої довжини метрового інтервалу шашкової рейки

Умова: для нівелювання III класу відхилення метрових інтервалів від номінального значення повинне становити не більше 0,5 мм.

Виконання [11]. Компарування виконується контрольною лінійкою, яка виготовлена з латуні. Для врахування температурних впливів та компарування самої лінійки на футлярі лінійки записане її рівняння довжини. Перед початком компарування потрібно записати номер лінійки та її рівняння, а також виміряти температуру оточуючого повітря $t^{\circ}\text{C}$.

Компарування виконують на дециметрових діленнях, які вказані в першій графі таблиці 3.3. Лінійку прикладають таким чином, щоб її нуль був біля першого дециметра і беруть відліки з її лівого L та правого P боку. Різниця відліків дасть довжину частини рейки. Для підвищення точності лінійку трохи зміщують і повторно беруть відліки. Потім лінійку прикладають на наступні інтервали. Всі вищенаведені дії будуть становити прямий хід.

При компаруванні в зворотному ході нуль лінійки встановлюють біля передостаннього дециметра. Тепер відлік біля нуля лінійки буде лівим L , а інший – правим P .

Поправка за компарування та температуру береться з рівняння лінійки шляхом віднімання однієї тисячі мм (графа 6 табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Відомість визначення поправки за компарування

Дата: 28.06.22 р. лінійка № 3614 Спостерігав: М. Ярмусь

$l=1000,01+0,018(t-20)$ $t^{\circ}\text{C}=16^{\circ}\text{C}$

Поділки рейки, мм	Відліки лінійки		$П-Л$	$(П-Л)_{\text{сер}}$	Попр. за компар. і темпер.	Довжина частини рейки, мм
	$Л$, мм	$П$, мм				
1	2	3	4	5	6	7
1–10	0,0 0,6	900,1 900,7	900,1 900,1	900,1	-0,06	900,04
10–20	0,2 0,5	1000,1 1000,5	999,9 1000,0	999,95	-0,06	999,89
20–29	0,1 0,6	900,3 900,8	900,2 900,2	900,2	-0,06	900,14
29–20	0,3 0,0	900,6 900,3	900,3 900,3	900,3	-0,06	900,24
20–10	0,2 0,6	1000,2 1000,7	1000,0 1000,1	1000,05	-0,06	999,99
10–1	0,2 0,9	900,3 900,1,0	900,1 900,1	900,1	-0,06	900,04
Σ	4,2	11205,6	11201,4	5600,7	-0,36	5600,34

Середня довжина метрового інтервалу обчислюється шляхом ділення суми довжин частин рейки на 5,6 (номінальна сума довжин). Тобто середня довжина метрового інтервалу чорного боку рейки № 1 становить $5600,34/5,6=1000,06$ мм.

Середня довжина метрового інтервалу визначається для кожної рейки.

Допуски для класів точності є такими: I кл. – 0,10 мм; II кл. – 0,20 мм; III кл. – 0,5 мм; IV кл. – 1 мм.

Висновок: придатність рейки для нівелювання відповідного класу точності.

Примітка: на кожну рейку складається окремий акт.

АКТ
перевірки стійкості штатива _____ № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки штатива.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком (відщепини дерев'яних частин, наявність та плавність ходу закріплених гвинтів, значний люфт ніжок та наконечників).

Висновок: зовнішній стан штатива задовільний (незадовільний).

2. Перевірка стійкості штатива

Умова: штатив повинен бути стійким.

Виконання. Теодоліт на штативі розташовують на ґрунтовій поверхні, ніжки штатива міцно всаджують в землю і теодоліт приводять в робоче положення. Візують центром сітки ниток на добре видиму віддалену точку. Пальцем злегка натискають на край головки штатива в сторону, намагаючись надати азимутального (обертового) руху. Після натискання спостерігають в окуляр, чи не порушилось візування на точку; якщо порушилось, то потрібно тугіше затягнути всі болти та усунути люфт у тих місцях, де він є.

Висновок: штатив знаходиться в працездатному (непрацездатному) стані.

Примітка: на кожен штатив складається окремий акт.

ПЕРЕВІРКИ ТРЕГЕРІВ

АКТ перевірки стійкості підставки (трегера) № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки підставки.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком (відсутність або розхлябаність контргайок, значний люфт піднімальних гвинтів та їх плавність ходу).

Висновок: зовнішній стан підставки задовільний (незадовільний).

2. Перевірка стійкості підставки

Умова: підставка повинна бути стійкою.

Виконання. Теодоліт на штативі розташовують на ґрунтовій поверхні, ніжки штатива міцно всаджують в землю і теодоліт приводять в робоче положення. Візують центром сітки ниток на добре видиму віддалену точку. Пальцем злегка натискають на край підставки в сторону, намагаючись надати азимутального (обертового) руху. Після натискання спостерігають в окуляр, чи не порушилось візування на точку; якщо порушилось, то потрібно здати підставку в майстерню для усунення люфту.

Висновок: підставка знаходиться в працездатному (непрацездатному) стані.

Примітка: на кожну підставку складається окремий акт.

ПЕРЕВІРКИ ЛОТ-АПАРАТІВ

АКТ перевірки лот-апарату _____ № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки лот-апарату.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком. Перевіряється чіткість фокусування зображення точки та сітки ниток.

Висновок: зовнішній стан лот-апарату задовільний (незадовільний).

2. Перевірка встановлених рівнів

Умова: вісь круглого рівня повинна бути паралельною до осі обертання приладу.

Умова: вісь циліндричного рівня повинна бути перпендикулярною до осі обертання приладу.

Виконання. Таке ж як і для встановлених рівнів теодоліта.

Висновок: умова виконується (не виконується).

3. Перевірка оптичного центрира

Умова: вісь центрира має співпадати з його віссю обертання.

Виконання. Таке ж як і для центрира теодоліта.

Висновок: центрир знаходиться в працездатному (непрацездатному) стані.

ПЕРЕВІРКИ РУЛЕТКИ

АКТ перевірки рулетки № _____

Бригада в складі: _____
виконала наступні польові перевірки рулетки.

1. Перевірка зовнішнього стану та комплектності

Відразу після отримання виконується зовнішній огляд. Описуються всі зовнішні недоліки, які видно неозброєним оком. Виконують її розгортання та перевіряють чи є потертості, розриви, злами, чи міцно закріплені ручки.

Висновок: зовнішній стан рулетки задовільний (незадовільний).

2. Компарування рулетки

Умова: фактична довжина рулетки має співпадати з номінальною.

Виконання. Перед вимірюванням довжин ліній рулетку слід прокомпарувати, тобто визначити її фактичну довжину. Компарування, як правило, виконують на спеціальному приладі – компараторі (для цілей навчальної практики компаратор, розміщений перед входом у 7 навчальний корпус). При компаруванні робочу міру вкладають на компаратор, створюють її натяг і вимірюють відстань Δl_k між кінцевим штрихом компаратора і рулетки з точністю до міліметра.

Висновок: Фактична довжина рулетки становить ____.

3.2. ТРЕНУВАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ

Тренувальні вимірювання дозволяють впевнитися у справності приладів та апробувати методики робіт, які будуть використовуватися на практиці.

Після закінчення перевірок та юстування теодолітів бригада повинна відпрацювати такі елементи: центрування, методику вимірювання кутів способом прийомів та/або кругових прийомів, методику виконання нівелювання III класу, порядок обчислення в журналах, правила переробок, допуски і т.д.

Тренувальні вимірювання виконуються під безпосереднім керівництвом керівника практики, який вчасно повинен знаходити недоліки в роботі та акцентувати на них увагу бригади.

Прокладають замкнутий полігонометричний хід 2 розряду у вигляді трикутника. Гранична кутова нев'язка для полігонометричного ходу 2 розряду розраховується за формулою [6]

$$\text{гр. } f_{\beta} = \pm 20'' \sqrt{n}, \quad (3.8)$$

де n – кількість кутів.

Отже, кутова нев'язка в тренувальних вимірюваннях не повинна перевищувати $20'' \sqrt{3} = \pm 34,6''$.

Вимірювання кутів доцільно провести способом прийомів (по 2 прийоми) у трикутнику зі сторонами не коротшими за 80 метрів. Результати вимірювань відображають на схемі, приклад якої наведено на рис. 3.4.

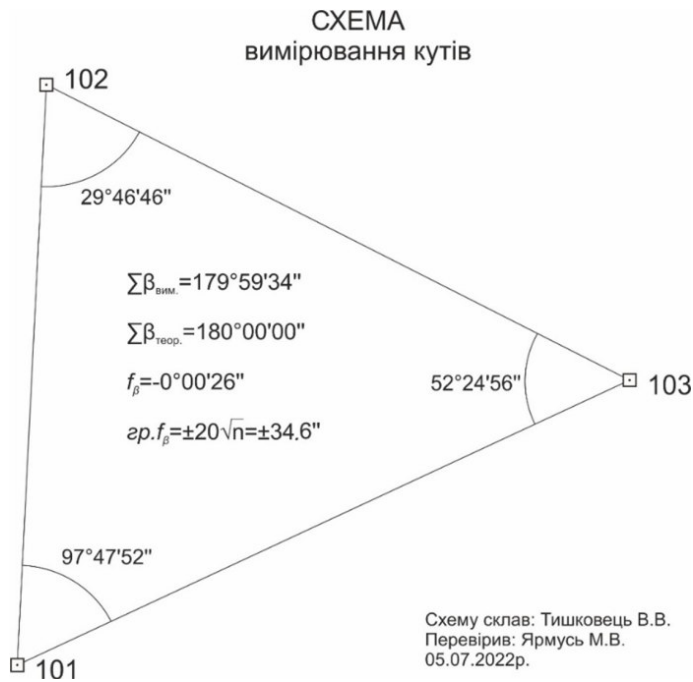


Рис. 3.4. Схема до тренувальних вимірювань кутів

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СХЕМ ВИМІРЮВАНЬ

Схема ходу або мережі ходів складається на основі польових матеріалів. Загальні вимоги до оформлення таких схем наступні.

1) У першому рядку зазначається слово «СХЕМА»; у наступному – вид робіт, клас точності, наприклад «нівелірного ходу III класу» та пункти, між якими прокладено хід. Класи точності нівелірних ходів нумеруються римськими цифрами, полігонометричних – арабськими;

2) Умовні позначення вихідних точок (вищий клас точності) повинні відрізнятися від умовних позначень точок прокладеного ходу;

3) Кожна точка чи репер повинна мати назву або номер;

4) Частини нівелірних ходів зображуються плавними кривими лініями зі стрілками, що вказують напрямок прямого

ходу нівелювання. Частини полігонометричних ходів позначаються прямими відрізками;

5) Має бути підписаний кожен вимірний елемент – перевищення та довжини секцій (для нівелювання II та III класів вказується пряме та зворотне перевищення). Для полігонометричних ходів вказуються кути та довжини ліній (горизонтальні віддалі);

6) На схемі відображаються такі підсумкові результати: сума вимірних величин, теоретична сума, нев'язка, допустима нев'язка, довжина ходу.

7) У нижній частині схеми має бути зазначено, хто склав та перевірів схему, їх підписи, дата.

Для тренувального нівелювання прокладають замкнутий хід за методикою III класу в прямому та зворотному напрямках. Для нівелірного ходу теж складають схему вимірювань (рис. 3.5).

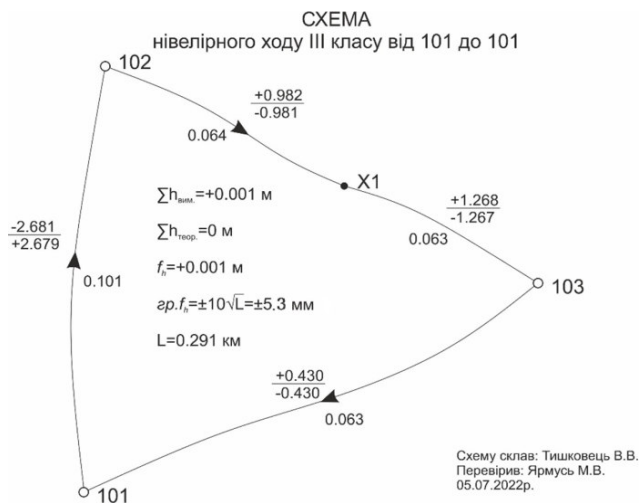


Рис. 3.5. Схема до тренувального нівелірного ходу

Гранична висотна нев'язка для нівелірного ходу III класу розраховується за формулою [4]

$$\text{гр. } f_h = \pm 10\sqrt{L}, \quad (3.9)$$

де L – довжина ходу, км.

Отже, висотна нев'язка в наведеному тренувальному ході не повинна перевищувати $10\sqrt{0,291} = \pm 5,3$ мм.

Під час тренувальних вимірювань відпрацьовується розподіл обов'язків між членами бригади, методика та прийоми роботи, порядок виконання відліків, записів та обчислень в журналах і т.д. Записи ведуться кульковою ручкою з дотриманням всіх вимог.

Після закінчення спостережень тренувальні ходи повинні бути опрацьовані з усією повнотою контрольних обчислень та підрахунком нев'язки ходу. У випадку недопустимої нев'язки тренувальний хід повторюють.

Контрольні запитання

1. Для чого необхідно виконувати перевірки геодезичних приладів перед початком польових робіт?
2. Які дії виконуються під час перевірки зовнішнього стану теодоліта?
3. Як перевіряються піднімальні, закріпні та навідні гвинти теодоліта?
4. У чому полягає перевірка циліндричного рівня при алідаді?
5. Як виконується юстування встановленого рівня теодоліта?
6. Як виконується перевірка правильності встановлення сітки ниток у теодоліті?
7. Як виконується виправлення положення сітки ниток зорової труби теодоліта?
8. Що таке колімаційна похибка і як її визначити?
9. Як перевіряється перпендикулярність осі обертання труби до осі обертання приладу?
10. У чому полягає перевірка місця zenіту вертикального круга теодоліта?
11. Як виконується перевірка оптичного центрира теодоліта?
12. Яка умова перевірки круглого рівня нівеліра?
13. Як виконується юстування встановленого рівня нівеліра?
14. Як перевіряється головна умова нівеліра?

15. Як виконується перевірка роботи компенсатора нівеліра?
16. Як визначається середня довжина метрового інтервалу нівелірної рейки?
17. Які дії виконуються під час перевірки штативів для геодезичних приладів?
18. Як перевіряється стійкість трегера?
19. Що таке компарування рулетки і як воно виконується?
20. Чому важливо проводити тренувальні вимірювання перед початком основних робіт?
21. Які елементи вимірювань потрібно відпрацювати під час тренувальних робіт?
22. Як розраховується допустима кутова нев'язка для полігонометричного ходу 2 розряду?
23. Як оформлюється схема полігонометричного ходу?
24. Які параметри повинні бути вказані на схемі нівелірного ходу?
25. У яких випадках тренувальний хід необхідно повторити?
26. Як визначається гранична висотна нев'язка для нівелірного ходу III класу?
27. Як здійснюється контроль за дотриманням допусків під час записів у журналах?
28. Що включає в себе обробка результатів тренувального ходу?
29. Які дії слід виконати у разі виявлення недопустимої нев'язки?
30. Чому перевірки та тренувальні вимірювання виконуються під керівництвом керівника практики?

4. ПОЛІГОНОМЕТРІЯ

4.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Полігонометричні роботи виконуються в такій послідовності [9].

1. Складання проєкту.
2. Рекогностування траси та пунктів полігонометричного ходу.
3. Закладання пунктів.
4. Дослідження та перевірки приладів.
5. Вимірювання кутів.
6. Вимірювання ліній.
7. Прив'язка до пунктів державної геодезичної мережі вищих класів та розрядів.
8. Обробка результатів польових вимірювань.
9. Попередні обчислення та оцінка точності польових вимірювань.
10. Зрівноважувальні обчислення та оцінка точності отриманих результатів.
11. Складання каталогу координат.
12. Складання звіту.

Кожна бригада отримує кроки та координати чотирьох вихідних пунктів, які утворюють два базиси. Студенти, керуючись схемою розташування пунктів (дод. А) та виданими кроками, знаходять ці пункти на місцевості та прокладають між ними полігонометричний хід згідно заданого варіанту (дод. В). Полігонометричні ходи прокладають, дотримуючись вимог Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (табл. 4.1). Пункти ходу закріплюються забивними дюбелями, металевими трубами, штирями, залізничними костиллями, забитими в асфальт або між бордюрами. На ґрунтових ділянках можуть використовуватися кілочки довжиною 15–20 см із забитим цвяхом чи дюбелем.

Дюбелі потрібно забивати таким чином, щоб висота головки дюбеля не перевищувала 2–3 мм над рівнем асфальту. Це забезпечить вільне обертання на ньому рейки і водночас не

становитиме небезпеки для руху пішоходів та транспортних засобів.

Нумерація закріплених пунктів складається з 4 цифр: перші дві означають номер бригади, наступні дві – номер пункту у ході (наприклад, номер пункту 0309 означає 03 бригаду, 09 пункт). При прокладанні ходу можна використовувати існуючі пункти, закладені студентами у минулі роки.

Таблиця 4.1

Вимоги до прокладання полігонометричних ходів [6]

Клас/розряд полігонометрії	Відносна нев'язка ходу не більше	Кутова нев'язка, "	Число сторін	Граничні довжини ходів, км окремих/вихідна- вузлова/між вузловими	Довжини сторін ходу, км
4 кл.	1:25000	$5''\sqrt{n}$	15	14/9/7	0.25-3.0
1 р.	1:10000	$10''\sqrt{n}$	15	7/5/4	0.12-0.8
2 р.	1:5000	$20''\sqrt{n}$	15	4/3/2	0.08-0.5

Ходи проєктують вздовж доріг або поруч з ними, в долинах річок, через існуючі лісові просіки, уникаючи заболочених місць. Не варто передбачати встановлення знаків на проїжджій частині доріг, ріллі, болотах та зсувах і т.п.

Для мінімізації похибок за центрування приладу та марок, а також уникнення зайвих центрувань, при вимірюваннях у полігонометричних ходах використовується триштативна система. Мінімізація похибок досягається виконанням умови, що вісь обертання теодоліту при встановленні його над центром знака повинна займати в просторі теж саме місце, що й вісь обертання марки до та після встановлення теодоліту.

На практиці триштативна система виконується шляхом центрування над трьома сусідніми вершинами А, В та С ходу (рис. 4.1) штативів із закріпленими на них підставками (трегерами). На задньому А та передньому С штативах у трегери встановлюються марки, а на середньому В – теодоліт. Після

вимірювання кута штатив разом з підставкою із пункту А переноситься в пункт D, а два інші штативи з підставками залишаються на місці, міняючи місцями лише марку та теодоліт. За таким принципом послідовно вимірюють всі кути в ході, по чергово переставляючи марки та теодоліт у зцентровані на штативах трегери.

Центрування приладу та візирних марок виконують з точністю 1 мм, використовуючи оптичні або лазерні центрири.

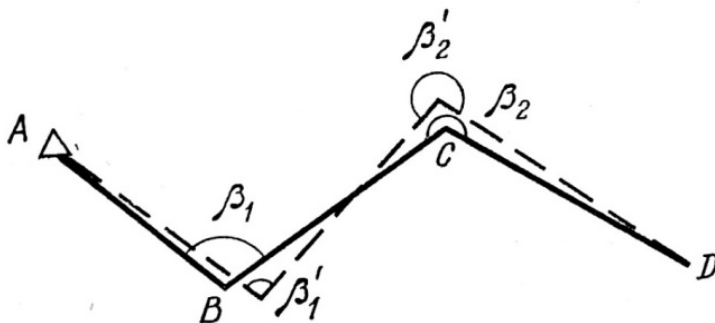


Рис. 4.1. Принцип триштативної системи

На всі закладені центри пунктів оформлюють картки встановленої форми – кроки.

Кроки пункту полігонометрії – це картка формату А5, на якій схематично, але в умовних знаках зображено місцезнаходження пункту та вказана його прив'язка до твердих контурів місцевості. Крім того на кроках міститься така інформація: клас (розряд), тип центру, короткий текстовий опис, рік закладки (обстеження), Прізвища та ініціали виконавців.

Сформулюємо такі загальні рекомендації зі складання кроків:

- 1) рисунок має бути зорієнтований на північ;
- 2) пункт потрібно намагатись розмістити в центрі рисунка.

Виняток може бути тоді, коли всі чіткі контури знаходяться з однієї сторони пункту;

3) виконати 3–5 промірів, бажано до чітких контурів, з точністю до см. Проміри до стовпів, дерев та інших подібних предметів потрібно подавати до їх геометричного центру;

4) проміри до нечітких контурів (кущі, край насипу, горба, канави і т.д.) вказуються наближено (до м, або дм);

5) для зручного відшукування пунктів, проміри потрібно вказувати не приведеними до горизонту;

6) зобразити стрілками напрямки на суміжні пункти із зазначенням їх назви (номера) над стрілкою та віддалі під стрілкою;

7) максимально повно відобразити семантичні характеристики елементів місцевості (назва вулиці, номер будинку, куди веде дорога, номер стовпа ЛЕП чи квартального стовпчика в лісі і т.д.);

8) вказати види комунікацій та їх характеристики (газ: низького, середнього, високого тиску; ЛЕП: від 220 В до 750 кВ; зв'язок: телефон, радіо; інтернет і т.д.);

9) в текстовій частині описати розташування пункту відносно найближчих об'єктів інфраструктури (населені пункти, асфальтні дороги, залізниці, окремі споруди, садиби і т.д.) або природних об'єктів з власними назвами (урочище, річка, яр і т.д.). Необхідно вказати приблизну відстань та напрям до даних об'єктів;

10) оформити згідно топографічних умовних знаків.

Зразок оформлення кроків пункту полігонометрії наведено на рис. 4.2. Бланки кроків наведено у додатку Г.

Кроки пункту полігонометрії

Пункт №: 0407

Клас: 2 розряд

Тип центру: дубель в асфальті

Об'єкт: навчальна практика з геодезії



Рік закладки та обстеження: 2012

Склав: Петух Т.

Креслив: Петух Т.

Бригадир: Петух Т.

Рис. 4.2. Зразок кроків пункту полігонометрії

4.2. ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ

Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії виконують способом вимірювання окремого кута (прийомів) або способом кругових прийомів за триштативною системою оптичними або електронними приладами не нижче 5-секундної точності. Вимірювання горизонтальних кутів, коли на пункті є три або більше напрямів та проводиться «замикання горизонту» називається способом кругових прийомів. За наявності лише двох напрямків вимірювання – горизонт можна не замикаєти і такий спосіб називається способом прийомів або способом виміру окремого кута.

Комплекс вимірювань, який виконується при одному положенні вертикального круга (круг ліво КЛ або круг право КП) становить один півприйом. Вимірювання при двох положеннях вертикального круга становлять один прийом.

Під час вимірювання способом окремого кута аліаду обертають тільки за ходом годинникової стрілки або тільки проти ходу годинникової стрілки. При вимірюваннях круговими прийомами в першому півприйомі аліаду обертають за ходом годинникової стрілки, а в другому – в протилежному напрямку.

Кількість прийомів у залежності від класу (розряду) полігонометрії і точності приладу, що застосовується, наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Кількість прийомів залежно від точності приладу та класу (розряду) полігонометрії [6]

Точність приладів та їх марки	Кількість прийомів		
	4 клас	1 розряд	2 розряд
1" (Т1 і рівноточні)	4	-	-
2" (Т2, Theo-010, ET02 і рівноточні)	6	2	2
5" (Т5 і рівноточні)	-	3	2

Перед початком кутових вимірювань на пункті необхідно: захистити інструмент від дії прямих сонячних променів і від вітру, переконатися в стійкості і міцності наконечників ніжок та

головки штативу. При виявленні недоліків – їх необхідно усунути. За необхідності вимірювань на не стійкій основі, ніжки штатива встановлюють на забиті у землю кілочки. Потім слід скласти схему вимірювань та таблицю робочих установок лімба, маючи на увазі, що лімб між прийомами переставляється на кут:

$$\sigma = \frac{180^\circ}{n} + i, \quad (4.1)$$

де n – число прийомів; $i=10'$ або $5'$.

Результати вимірювання окремих кутів або напрямків на пунктах полігонометрії мають бути в межах допусків, наведених у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Допустимі розходження при вимірюванні кутів різними
приладами [6]

Елементи вимірювань, до яких відносяться допуски	Типи інструментів		
	T1 і рівноточні	T2, Theo-010, ET02 і рівноточні	T5 і рівноточні
Розходження між значеннями одного й того ж кута, отриманого з двох півприймів	6"	8"	0,2'
Коливання значень кута, отриманих з різних прийомів	5"	8"	0,2'
Розходження між результатами спостережень на початковий напрям на початку і в кінці півприйому	6"	8"	0,2'
Коливання напрямів в окремих прийомах, приведених до спільного нуля	5"	8"	0,2'

Під час вимірювання горизонтальних кутів наведення виконують на вертикальну вісь симетрії марки. Причому прилад та марки повинні центруватися з точністю не нижче 1 мм.

ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІЇ ПІД ЧАС ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ ПРИЙОМІВ ОПТИЧНИМ ТЕОДОЛІТОМ

Розглянемо спосіб прийомів на прикладі вимірювання окремого кута в полігонометричному ході (рис. 4.3). Теодоліт встановлений на пункті 0102. Необхідно виміряти кут між напрямками на пункти 0101 та 0103. Всі виміри виконують тільки за ходом годинникової стрілки або тільки проти ходу годинникової стрілки.

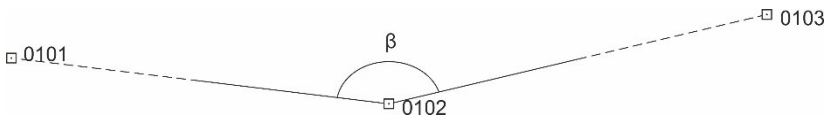


Рис. 4.3. Схема вимірювання кута способом прийомів

Вимірювання виконуються у такій послідовності.

1. Встановлюють теодоліт над вершиною кута (0102), центрують та приводять у робоче положення.

2. На пунктах 0101 та 0103 встановлюють та центрують штативи з марками.

3. Наводять візирну вісь зорової труби при КЛ на розташовану ліворуч від вершини кута марку 0101 (напрямок 0102–0101).

4. У способі прийомів не обов'язково виставляти близький до нуля відлік під час наведення на початкову точку, однак така дія полегшує процес обчислень. Тому рекомендується встановити лімб і оптичний мікрометр на відлік, близький до нуля. Для цього спочатку, прокручуючи гвинт зміщення лімба, встановлюють відлік близький до нуля, потім гвинтом мікрометра ретельно суміщають зображення штрихів протилежних країв лімба 0 і 180°, після чого беруть відлік і записують у журнал (графи 3, 4 табл. 4.4).

5. Зміщують гвинтом мікрометра зображення суміщених штрихів і знову їх суміщають, беруть відлік і записують у журнал (графа 5 табл. 4.4); різниця двох відліків не повинна перевищувати 3"; рекомендується кінцеве суміщення штрихів

виконувати прокручуванням гвинта мікрометра за ходом годинникової стрілки (на вгвинчування).

Таблиця 4.4

Журнал вимірювання кутів способом прийомів

Пункт 0102

Прийом 1

Теодоліт 2Т2 № 103115

Погода: хмарно, вітер помірний

Дата: 19 квітня 2023 р.

Видимість: задовільна

Спостерігав: М. Ярмусь

Обчислював: Т. Власюк.

№ прийому	Назва напр.	Круг	Відліки з лімба	Відліки з мікрометра		$\frac{a_1 + a_2}{2}$	2C= КЛ-КП	$(\text{КЛ}+\text{КП})/2$	Значення кутів
				a_1	a_2				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0102-0101	КЛ КП	0°00' 180 00	35,3" 46,2	36,3" 47,2	35,8" 46,7	-10,9"	41,2"	101°41'05,1"
	0102-0103	КЛ КП	101 41 281 41	40,2 52,5	39,6 52,9	39,9 52,7	-12,8	46,3	

6. Відкріплюють алідаду, наводять візирну вісь труби на розташовану праворуч марку (напрям 0102–0103). Знову знімають відліки при двох суміщеннях, які записують у журнал. На цьому закінчують вимірювання у першому півприйомі (при КЛ).

7. Переводять зорову трубу через zenit та при КП проводять виміри другого півприйому. Наводять вісь зорової труби на початковий напрямок – марку 0101 (напрям 0102–0101) і при двох суміщеннях штрихів знімають відліки, які записують в журнал.

8. Відкріплюють алідаду, наводять візирну вісь труби на розташовану праворуч марку (напрям 0102–0103). Знову знімають відліки при двох суміщеннях, які записують у журнал.

Такі дії становлять один прийом вимірювань. Якщо вимірювання кутів необхідно виконати в декілька прийомів (див. табл. 4.2), то повторюємо дії 3–8, змістивши перед кожним новим прийомом лімба на кут, що обчислюється за формулою (4.1). Наприклад, під час вимірювання кутів в полігонометрії 4 класу

теодолітами Т2 чи 2Т2 шістьма прийомами, в другому прийомі встановлюють відлік під час наведення на початкову марку близьким до $30^{\circ}05'$, в третьому – до $60^{\circ}10'$ і т.д. Необхідний відлік встановлюється обертанням гвинта зміщення лімба.

ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ВИМІРЮВАНЬ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ ПРИЙОМІВ ОПТИЧНИМ ТЕОДОЛІТОМ

В кожному прийомі виконують наступні обчислення:

1. У графі 6 обчислюють середні значення з першого і другого суміщення за кожним напрямком.

2. У графі 7 знаходять величину подвійної колімаційної похибки $2C = KЛ - КП$.

3. У графі 8 отримують середні значення з величин, що отримали в графі 6.

4. У графі 9 обчислюють значення кута з окремого прийому як різницю правого та лівого напрямків: $101^{\circ}41'46,3'' - 0^{\circ}00'41,2''$. Правий та лівий напрямки визначають, стаючи на станції обличчям до кута, що вимірюється.

Кінцеве значення кута обчислюють як середнє арифметичне з кутів, виміряних в окремих прийомах. Допуски вказані в табл. 4.3.

ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІЇ ПІД ЧАС ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ КРУГОВИХ ПРИЙОМІВ ОПТИЧНИМ ТЕОДОЛІТОМ

Розглянемо цей спосіб на прикладі вимірювання трьох напрямків (рис. 4.4). Теодоліт встановлений на пункті К1. Необхідно виміряти кути між напрямками на пункти 8, 2, 4. Виміри у першому півприйомі (КЛ) виконують за ходом годинникової стрілки, а у другому півприйомі (КП) проти ходу годинникової стрілки.

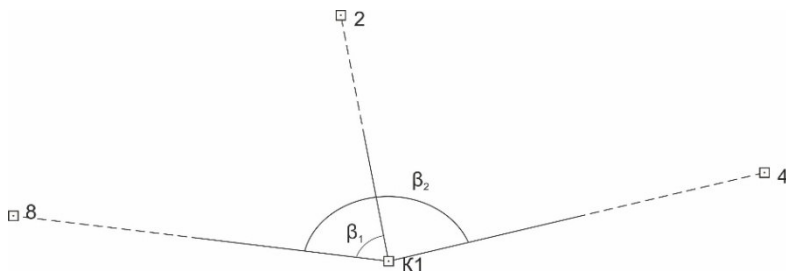


Рис. 4.4. Схема вимірювання кута способом кругових прийомів

Перший прийом вимірювання.

1. Встановлюють теодоліт над вершиною кута (K1), центрують та приводять у робоче положення.

2. На пунктах 8, 2, 4 встановлюють та центрують штативи з марками.

3. Наводять візирну вісь зорової труби при КЛ на марку 8 (напряв K1-8), напрям на яку при вимірюваннях приймають за початковий.

4. Встановлюють лімб і оптичний мікрометр на відлік, близький до нуля. Для цього спочатку, прокручуючи гвинт зміщення лімба, встановлюють відлік близький до нуля, потім гвинтом мікрометра ретельно суміщають зображення штрихів протилежних країв лімба 0 і 180° , після чого беруть відлік (1) і записують у журнал (графи 3, 4 табл. 4.5).

5. Зміщують гвинтом мікрометра зображення суміщених штрихів і знову їх суміщають, беруть відлік (2) і записують у журнал (графа 5 табл. 4.5); різниця двох відліків не повинна перевищувати $3''$; рекомендується кінцеве суміщення штрихів виконувати прокручуванням гвинта мікрометра за ходом годинникової стрілки (на вгвинчування).

6. Відкріпляють алідаду, за годинниковою стрілкою наводять візирну вісь труби на другу (напряв K1-2), а потім на третю (напряв K1-4) марки; кожен раз при двох суміщеннях беруть відліки (3) – (6), які записують у журнал.

7. Наводять візирну вісь труби знову на початковий напрям K1-8, при двох суміщеннях штрихів беруть відліки (7), (8) та записують в журнал. На цьому закінчують вимірювання у першому півприйомі.

Таблиця 4.5

Журнал вимірювання кутів способом кругових прийомів
(опрацювання з врахуванням «затягування» лімба)

Пункт К1

Прийом 1

Теодоліт 2Т2 №103115

Погода: ясна, слабкий вітер

Дата: 19 квітня 2023 р.

Видимість: хороша

Спостерігав: М. Ярмусь

Обчислював: Т. Власюк.

Назва напрямку	Круг	Відліки з штрихів лімба	Відліки з мікрометра		$\frac{a_1 + a_2}{2}$	$2C = \text{КЛ} - \text{КП}$	$(\text{КЛ} + \text{КП})/2$	Значення напрямків
			a_1	a_2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
K1-8	КЛ КП	0°01' 180°01'	12,1'' (1) 24,2 (15)	11,1'' (2) 26,5 (16)	11,6'' 25,4	-13,8''	0,0'' 18,5''	0°00'00,0''
K1-2	КЛ КП	88 11 268 11	17,4 (3) 34,2 (13)	19,6 (4) 35,0 (14)	18,5 34,6	-16,1	+0,4 26,6	88 10 08,5
K1-4	КЛ КП	168 12 348 12	42,4 (5) 57,2 (11)	45,2 (6) 58,4 (12)	43,8 57,8	-14,0	+0,7 50,8	168 11 33,0
K1-8	КЛ КП	0 01 180 01	09,3 (7) 24,8 (9)	08,9 (8) 26,8 (10)	09,1 25,8	-16,7	+1,1 17,4	0 00 00,0
$\Delta_{\text{КЛ}} = 09,1 - 11,6 = -2,5''$, $\Delta_{\text{КП}} = 25,8 - 25,4 = +0,4''$, $\Delta_{\text{сер}} = 17,4 - 18,5 = -1,1''$								

Повторне наведення на першу візирну ціль називається замиканням горизонту. Цю дію проводять для того, щоб визначити, чи зберіг лімб в процесі роботи нерухомий стан. Розходження між результатами спостережень на початковий напрям на початку і в кінці півприйому наведено в табл. 4.3 і не повинно перевищувати 8'' (для теодолітів 2'' точності).

Після переведення зорової труби через зеніт (при КП) проводять виміри другого півприйому (відліки записують знизу вгору).

8. Обертаючи алідаду наводять вісь зорової труби на початковий напрям і при двох суміщеннях штрихів знімають відліки (9), (10), які записують в журнал у рядок, що відповідає другому наведенню на цей напрям у попередньому півприйомі (останній рядок).

9. Відкріплюють алідаду та наводять візирну вісь труби (обертаючи алідаду проти ходу годинникової стрілки) на третю, другу і знову на першу марку. Знімають відліки (11) – (16) кожен раз при двох суміщеннях штрихів і записують в журнал.

Другий і наступні прийоми вимірювання напрямків виконують у тій же послідовності, як і перший, але для послаблення впливу систематичних похибок поділок лімба його повертають на кут, розрахований за формулою (4.1). Необхідний відлік встановлюється гвинтом зміщення лімба.

ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ СПОСОБОМ КРУГОВИХ ПРИЙОМІВ

У кожному прийомі виконують наступні обчислення. У графі 6 (табл. 4.5) обчислюють середні значення з першого і другого суміщення за кожним напрямком. У графі 7 знаходять величину подвійної колімаційної похибки $2C$. Стабільність величини $2C$ (допуск $\pm 20''$) є показником якості вимірів. У графі 8 отримують середні значення з величин, що отримали в графі 6 (при умові, що різниця градусів та мінут при КЛ і КП становить рівно 180° ; якщо ця різниця становить $179^\circ 59'$ або $180^\circ 01'$ то зайва мінута при обчисленнях у графах 7 і 8 рахується як додаткових $60''$). В графі 9 обчислюють приведені до спільного нуля напрямки.

Розглянемо детальніше варіант опрацювання журналу з врахуванням «затягування» лімба (табл. 4.5). Отримують величини незамикання початкових напрямків в прийомі при КЛ $\Delta_{\text{КЛ}} = 09,1 - 11,6 = -2,5''$, при КП $\Delta_{\text{КП}} = 25,8 - 25,4 = +0,4''$ і середнє $\Delta_{\text{сер}} = 17,4 - 18,5 = -1,1''$, як різницю між повторним вимірюванням і першим. Ці величини записують в журнал в кінці спостережень прийому.

Якщо величина $\Delta_{\text{сер}}$ виходить більшою $0,1''$, то її необхідно розподілити з протилежним знаком на всі напрямки пропорційно їх номерам. Поправки в середні значення напрямків при незамиканні обчислюються:

$$\sigma_i = \frac{-\Delta_{\text{сер}}}{n'} (i - 1), \quad (4.2)$$

де n' – число напрямків (перший та останній напрямки вважаються за один), i – порядковий номер рядка в прийомі.

Обчислені поправки записуються у графі 8, над обчисленими середніми значеннями відліків. У нашому прикладі (табл. 4.5):

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{+1,1}{3}(1 - 1) = 0,0'' \\ \sigma_2 &= \frac{+1,1}{3}(2 - 1) = +0,4'' \\ \sigma_3 &= \frac{+1,1}{3}(3 - 1) = +0,7'' \\ \sigma_4 &= \frac{+1,1}{3}(4 - 1) = +1,1''\end{aligned}$$

Значення приведених до спільного нуля напрямків (графа 9) отримують, віднімаючи відлік на перший напрям з кожного наступного, виправленого на поправку σ_i :

$$\begin{aligned}0^\circ 01' 18,5'' + 0,0'' - 0^\circ 01' 18,5'' &= 0^\circ 00' 00,0'' \\ 88^\circ 11' 26,6'' + 0,4'' - 0^\circ 01' 18,5'' &= 88^\circ 10' 08,5'' \\ 168^\circ 12' 50,8'' + 0,7'' - 0^\circ 01' 18,5'' &= 168^\circ 11' 33,0'' \\ 0^\circ 01' 17,4'' + 1,1'' - 0^\circ 01' 18,5'' &= 0^\circ 00' 00,0''\end{aligned}$$

Коливання напрямків в окремих прийомах не повинно перевищувати $8''$. За умови перевищення допусків, вказаних в таблиці 4.3 відповідні прийоми або всі прийоми перероблюються. Повторні вимірювання виконують після закінчення спостережень основної програми. Якщо напрямки, отримані з різних прийомів, відрізняються на більші похибки, то спостереження перероблюють як за максимальними, так і за мінімальними значеннями.

Кінцеве значення напрямків отримують як середньоарифметичне виміряне в окремих прийомах.

ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІЇ ПІД ЧАС ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ ПРИЙОМІВ ЕЛЕКТРОННИМ ТЕОДОЛІТОМ SOUTH-ET02

Всі результати вимірів потрібно записувати у журнал. Оскільки, під час використання електронного теодоліта немає

потреби повторно суміщати штрихи лімба, можна користуватися журналом спрощеної форми (табл. 4.6).

Вимірювання виконуються у такій послідовності.

1. Встановлюємо теодоліт над вершиною кута (0102), центруємо та приводимо у робоче положення (рис. 4.3).

2. На пунктах 0101 та 0103 встановлюємо та центруємо штативи з марками.

3. Наводимо зорову трубу при КЛ на лівий пункт 0101.

4. Встановлюємо відлік за горизонтальним кругом рівним нулю (позиція 1 табл. 4.6). Для цього двічі натискаємо на клавішу [0SET]. Перемикання між лівим та правим напрямками відлічування кутів здійснюється натисканням клавіші [L/R]. Залежно від того, який кут було вибрано, на дисплеї будуть відображатись наступні позначення горизонтального кута: для лівого (відлічування проти руху годинникової стрілки) – HL; для правого (відлічування за рухом годинникової стрілки) – HR.

Таблиця 4.6

Журнал вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів
Дата: 09.09.2023 р. Теодоліт: SOUTH-ET02 № T185174
Пункт: 0102 Спостерігав: М. Ярмусь
Початок: 8 год 15 хв Записував: В. Тишковець
Кінець: 8 год 20 хв Погода: похмуро, вітряно

№ прийому	Назва напр.	Круг	Відлік	2с	КЛ+КП 2	Значення кута
	1	2	3	4	5	6
1	0102-0101	КЛ	0°00'0 (1)	-2	0°00'01"	168°38'36,5"
		КП	180°00'02" (3)			
	0102-0103	КЛ	168°38'36" (2)	-3	168°38'37,5"	
		КП	348°38'39" (4)			

5. Відпускаємо закріпний гвинт алідади та повертаємо інструмент за годинниковою стрілкою, навівши зорову трубу на

правий пункт 0103. Записуємо значення відліка при КЛ за горизонтальним кругом в журнал (2).

6. Переводимо зорову трубу через зеніт та наводимо її на пункт 0101. Занотовуємо значення відліка при КП за горизонтальним кругом в журнал (3).

7. Наводимо трубу на правий пункт 0103 та записуємо значення кута при КП у журнал (4).

Якщо вимірювання кутів необхідно виконати в декілька прийомів, то слід повторити дії 1–5, змістивши перед кожним новим прийомом лімб на кут, що обчислюється за формулою (4.1). Для того, щоб виставити необхідний відлік, наприклад $60^{\circ}05'00''$, потрібно:

- відпустити закріпний гвинт алідади і, повертаючи зорову трубу в горизонтальній площині, встановити грубо відлік, що дорівнює 60° , а далі, закріпивши алідаду, навідним гвинтом встановлюємо точний відлік $60^{\circ}05'00''$.

- зафіксувати на дисплеї цей відлік, двічі натиснувши клавішу [HOLD] (на екрані з'явиться значок «HOLD»).

- навести зорову трубу на напрям, якому відповідає цей відлік, наприклад на лівий пункт 0101. Для відміни фіксації ще раз натиснути на клавішу [HOLD].

ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ВИМІРЮВАНЬ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ ПРИЙОМІВ ЕЛЕКТРОННИМ ТЕОДОЛІТОМ

1. Вираховують значення подвійної колімації $2c = \text{КЛ} - \text{КП}$ (графа 4 табл. 4.6);

2. Вираховують середній відлік з двох кругів КЛ та КП (графа 5);

3. Обчислюють значення кута з окремого прийому (графа 6) як різницю правого та лівого напрямків: $168^{\circ}38'37,5'' - 0^{\circ}00'01,0''$.

4. Знаходять середнє значення кута з декількох прийомів.

ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІЇ ПІД ЧАС
ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ
КРУГОВИХ ПРИЙОМІВ ЕЛЕКТРОННИМ ТЕОДОЛІТОМ
SOUTH-ET02

Всі результати вимірів записуються у журнал спрощеної форми (табл. 4.7), оскільки, немає потреби повторно суміщати штрихи лімба.

Таблиця 4.7

Журнал вимірювання кутів способом кругових прийомів
(опрацювання з врахуванням «затягування» лімба)

Дата: 10.09.2023 р.

Теодоліт: SOUTH-ET02 № Т185174

Пункт: К1

Спостерігав: М. Ярмусь

Початок: 8 год 15 хв

Записував: В. Тишковець

Кінець: 8 год 30 хв

Погода: похмуро, вітряно

Назва напрямку	Круг	Відлік	2С=КЛ-КП	КЛ+КП 2	Значення напрямків
1	2	3	4	5	6
К1-8	КЛ КП	0°00'00" (1) 180 00 04 (8)	-4"	0,0" 0°00'02,0"	0°00'00"
К1-2	КЛ КП	108 14 38 (2) 288 14 39 (7)	-1	-1,0 108 14 38,5	108 14 35,5
К1-4	КЛ КП	167 34 19 (3) 347 34 21 (6)	-2	-2,0 167 34 20,0	167 34 16,0
К1-8	КЛ КП	0 00 04 (4) 180 00 06 (5)	-2	-3,0 0 00 05,0	0 00 00,0
$\Delta_{\text{кл}}=4,0-0,0=+4,0''$, $\Delta_{\text{кп}}=6,0-4,0=+2,0''$, $\Delta_{\text{сер}}=5,0-2,0=+3,0''$					

Вимірювання виконуються у такій послідовності.

1. Встановлюють теодоліт над вершиною кута (К1), центрують та приводять у робоче положення (рис. 4.4).

2. На пунктах 8, 2, 4 встановлюють та центрують штативи з марками.

3. Наводять зорову трубу при КЛ на марку 8 (напрям К1-8), напрям на яку при вимірюваннях приймають за початковий.

4. Встановлюють відлік за горизонтальним кругом рівним нулю. Для цього двічі натискають на клавішу [0SET].

5. Відкріплюють закріпний гвинт алідади та за годинниковою стрілкою наводять візирну вісь труби на другу (напрям К1-2), а потім на третю (напрям К1-4) марки, знімаючи відліки, які записують у журнал.

6. Наводять візирну вісь труби знову на початковий напрям К1-8, беруть відліки та записують в журнал. На цьому закінчують вимірювання у першому півприйомі.

7. Переводять зорову трубу через zenit та при КП проводять виміри другого півприйому (відліки записують знизу вгору). Наводять візирну вісь труби на початковий напрям К1-8, беруть відліки та записують в журнал у рядок, що відповідає другому наведенню на цей напрям в попередньому півприйомі (останній рядок).

8. Відкріплюють алідаду та наводять вісь зорової труби (обертаючи алідаду проти ходу годинникової стрілки) на третю, другу і знову на першу марки. Знімають відліки і записують в журнал.

Другий і наступні прийоми вимірювання напрямків проводять в тій же послідовності, як і перший, встановивши відлік, вирахований за формулою (4.1).

ОПРАЦЮВАННЯ ЖУРНАЛУ ВИМІРЮВАНЬ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ СПОСОБОМ КРУГОВИХ ПРИЙОМІВ ЕЛЕКТРОННИМ ТЕОДОЛИТОМ З ВРАХУВАННЯМ «ЗАТЯГУВАННЯ» ЛІМБА

1. Вираховують значення подвійної колімації $2c = \text{КЛ} - \text{КП}$ (графа 4 табл. 4.7);

2. Вираховують середній відлік з двох кругів КЛ та КП (графа 5);

3. Обчислюють величини незамикання початкових напрямків в прийомі при КЛ $\Delta_{\text{КЛ}} = 4,0 - 0,0 = +4,0''$, при КП $\Delta_{\text{КП}} = 6,0 - 4,0 = +2,0''$ і середнє $\Delta_{\text{сеп}} = 5,0 - 2,0 = +3,0''$, як

різницю між повторним вимірюванням і першим. Ці величини записують в журнал в кінці спостережень прийому.

4. Якщо величина $\Delta_{\text{сер}}$ виходить більшою $0,1''$, то її необхідно розподілити з протилежним знаком на всі напрямки пропорційно їх номерам. Поправки в середні значення напрямків при незамиканні обчислюються за формулою (4.2)

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{-3,0}{3} (1 - 1) = 0,0'' \\ \sigma_2 &= \frac{-3,0}{3} (2 - 1) = -1,0'' \\ \sigma_3 &= \frac{-3,0}{3} (3 - 1) = -2,0'' \\ \sigma_4 &= \frac{-3,0}{3} (4 - 1) = -3,0''\end{aligned}$$

Обчислені поправки записуються у графі 5, над обчисленими середніми значеннями відліків.

5. Значення приведених до спільного нуля напрямків (графа 6) отримують, віднімаючи відлік на перший напрям з кожного наступного, виправленого на поправку σ_i .

$$\begin{aligned}0^\circ 00' 02,0'' - 0,0'' - 0^\circ 00' 02,0'' &= 0^\circ 00' 00,0'' \\ 108^\circ 14' 38,5'' - 1,0'' - 0^\circ 00' 02,0'' &= 108^\circ 14' 35,5'' \\ 167^\circ 34' 20,0'' - 2,0'' - 0^\circ 00' 02,0'' &= 167^\circ 34' 16,0'' \\ 0^\circ 00' 05,0'' - 3,0'' - 0^\circ 00' 02,0'' &= 0^\circ 00' 00,0''\end{aligned}$$

Якщо допуски, вказані в таблиці 4.3 не виконуються, відповідні прийоми або всі прийоми перероблюються. Кінцеве значення напрямків отримують як середньоарифметичне виміряне в окремих прийомах.

Бланки журналів для проведення вимірювань кутів наведено у додатку Г.

4.3. ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙ

Лінії в полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів вимірюють світловіддалемірами, електронними тахеометрами та іншими приладами, що забезпечують необхідну точність вимірювань. Вимірювання ліній, так само як і кутів, виконується із застосуванням триштативної системи. При вимірюванні ліній світловіддалемірами та електронними тахеометрами в

полігонометрії 4 класу слід виконувати три прийоми, 1 і 2 розрядів – два прийоми. Під прийомом розуміють одне наведення на відбивач і три відліки з табло. Лінії вимірюються в прямому та зворотному напрямках. Коливання результатів вимірювань не повинні бути більшими $3m$, де m – середня квадратична помилка вимірювання віддалі, що взята з паспорта приладу. Результати вимірів записують в журнал (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Журнал вимірювання довжин ліній

Дата: 01.05.2023 р.

Тахеометр 3Та5 №13193

Початок: 8 год 40 год

Спостерігав: М. Ярмусь

Кінець: 10 год 40 год

Погода: сонячно, слабкий вітер

Назва лінії	Прийом	Виміряна довжина, м	Середня довжина з прийому, м	Середня довжина, м
100a-101	1	293,056	293,057	293,059
		293,058		
		293,057		
100a-101	2	293,060	293,061	
		293,062		
		293,060		
101-100a	1	293,067	293,064	293,065
		293,064		
		293,062		
101-100a	2	293,069	293,066	
		293,066		
		293,062		
101-102	1	224,230	224,232	224,234
		224,232		
		224,233		
101-102	2	224,234	224,235	
		224,236		
		224,235		

ПОРЯДОК ВИМІРЮВАНЬ ДОВЖИН ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ 3ТА5

1. Встановити тахеометр у зцентрований трегер. Замість марок у інші два трегери кріпимо світловідбивачі.

2. Відвести зорову трубу вниз на кут близько 20° та увімкнути тахеометр натисканням червоної кнопки (ліворуч від панелі) та утримуючи її 1–2 с до висвічування на дисплеї напису:

Tacheometer
3Ta5
Version NN

3. Через декілька секунд на дисплеї висвічується повідомлення про стан карти пам'яті (MEMORY O.K – карта пам'яті встановлена), а після цього шаблон попереднього режиму вимірювання, що зберігається після вимкнення тахеометра. При необхідності можна вибрати новий шаблон дисплея натисканням кнопки  (обираємо шаблон номер точки, горизонтальний *Ha* та вертикальний *V* кути, похила віддаль *D*). Після вибору потрібного шаблону натиснути кнопку **ENT**.

4. На дисплеї з'явиться повідомлення NO INDEX. Необхідно плавно, без ривків, повернути зорову трубу вгору, а потім вниз відносно горизонту на кут приблизно $\pm 20^\circ$. На дисплеї замість повідомлення NO INDEX відобразиться поточне значення вертикального кута.

5. Прилад готовий до роботи. Для переходу в режим вимірювання натискаємо кнопку .

6. Наводимося на світловідбивач та виконуємо вимірювання, натиснувши кнопку **MEAS**.

ПОРЯДОК ВИМІРЮВАНЬ ДОВЖИН ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ TRIMBLE 3305

1. Встановити тахеометр у зцентрований трегер. Замість марок у інші два трегери кріпимо світловідбивачі.

2. Увімкнути тахеометр натисканням клавіші ON.

На дисплеї відобразиться заставка Trimble, номер версії програмного забезпечення та значення додаткової константи, масштабного коефіцієнта, температури та атмосферного тиску.

3. Після цього на дисплеї відображається шаблон попереднього режиму вимірювання, який зберігається після вимкнення тахеометра. Для зміни шаблону використовується крайня ліва функціональна клавіша, яка відображає наступний доступний шаблон. Обираємо шаблон SD (похила відстань, горизонтальний та вертикальний кути).

4. Прилад готовий до роботи. Наводимося на світловідбивач та виконуємо вимірювання, натиснувши кнопку MEAS.

Бланк журналу для проведення вимірювань довжин ліній наведено у додатку Г.

4.4. ЗРІВНОВАЖЕННЯ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНОГО ХОДУ

Зрівнювати вимірювання рекомендується у спеціалізованих програмних комплексах. Розглянемо послідовність зрівноваження полігонометричного ходу на прикладі програми Credo_Dat [15].

1. Запустити програму Credo_Dat та створити новий проєкт «*Файл / Створити / Проєкт*».

2. Описати вихідні пункти на вкладці «*Пункти ПВО*».

У таблиці в лівій частині робочого вікна необхідно задати вихідні пункти (для полігонометричного ходу таких пунктів, з відомими плановими координатами, необхідно 4). В полі «*Ім'я*» зазначають назву вихідного пункту, в полях «*X*», «*Y*» його координати, в полі «*Тип XY*» вибирають з випадуючого списку «*Вихідний*», натиснувши лівою кнопкою на відповідній комірці таблиці. У правій частині вікна можна переглянути розташування пунктів у плані, виконавши команду «*Вид – Показати все*».

3. Задати параметри ходу та описати результати вимірювань на вкладці «*Теодолітні ходи*».

У верхній частині вікна у колонці «*Метод визначення відстані*» обираємо метод визначення відстаней (в нашому випадку – «*Нахилена відстань*»); у колонці «*Клас XY*» обираємо

клас точності ходу(в нашому випадку – «2 розряд»). Інформація в колонці «Пункти» заповниться автоматично після опису нижньої таблиці. У разі наявності даних про температуру, тиск та вологість повітря ці дані можна ввести у відповідних графах таблиці.

У нижній таблиці виконують послідовний опис виконаних вимірювань у ході. У колонці «Пункт» зазначаються назви вихідних та проміжних пунктів ходу. У колонках «Гор. кут» та «Відстань» зазначається інформація про горизонтальні кути на пунктах та довжини ліній між ними. У даному прикладі вводяться значення вимірюваних похилих довжин ліній. Тому ще необхідна інформація про виміряні перевищення (у метрах) між пунктами для приведення довжин ліній до горизонту. Ця інформація отримується з результатів нівелювання III класу.

4. Виконати попереднє опрацювання даних «Розрахунки / Попередня обробка / Розрахунок».

5. Виконати автоматичний аналіз даних на наявність грубих помилок «Розрахунки / Аналіз / L1-аналіз».

6. Виконати обчислення зрівноважених координат «Розрахунки / Урівнювання / Розрахунок».

За замовчуванням програма працює з лівими за ходом кутами. Якщо під час польових вимірювань були виміряні праві за ходом кути, при внесенні даних перед значенням кута можна поставити знак «-».

Приклад проєкту з опрацьованим полігонометричним ходом наведено на рис. 4.5.

У звіт з практики потрібно роздрукувати і представити наступні відомості:

- характеристики теодолітних (полігонометричних) ходів;
- відомість теодолітних (полігонометричних) ходів;
- каталог координат точок;
- відомість оцінки точності планового положення пунктів за результатами зрівноваження.

Ознайомитися з ними можна через пункт меню «Відомості», обравши зі списку необхідні відомості. Для зручності роботи з текстовими відомостями їх рекомендується зберегти у форматі *.rtf.

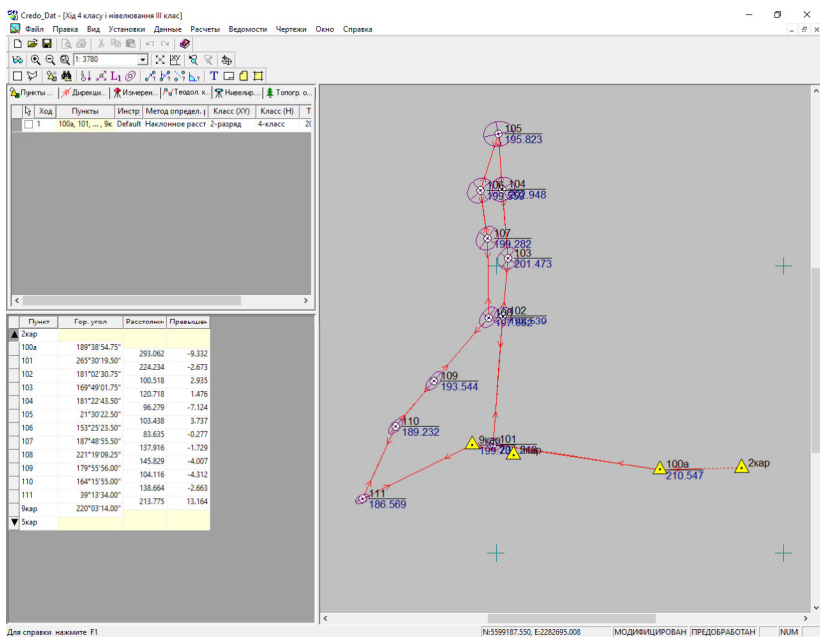


Рис. 4.5. Проект з опрацюванням полігонометричним ходом

Крім відомостей, у звіт представляється схема зрівноваженого ходу. Для виведення на друк схеми рекомендується використати команду меню «Креслення – Фрагменти креслення», яка активує відповідну панель інструментів.

1. Натискаємо кнопку «Фрагмент – вікно»  та на екрані задаємо межі фрагменту для виведення на друк.

2. Натискаємо кнопку «Вибрати фрагменти»  та обираємо/активуємо заданий фрагмент.

3. Натискаємо кнопку «Компонування креслення» , після чого відкриється вікно, де необхідно ввести параметри креслення (формат листа, орієнтація, штамп) та саме вікно креслення.

4. Налаштовуємо необхідний вигляд схеми для виведення на друк. Найчастіше вживаними командами є «Вид – Показати вміст» та «Фрагмент – Масштаб».

Щоб уникнути проблем з друком креслення доцільно конвертувати його у формат *.pdf, наприклад, за допомогою віртуального принтера.

4.5. ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного тому практики зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, послідовність зрівноваження ходу, нормативні документи, які регламентують вимоги до проведених робіт, характеристики прокладеного полігонометричного ходу – клас / розряд точності ходу, вихідні пункти, кількість закладених пунктів ходу, опис типу використаних центрів, довжина ходу, характеристики вимірюваних кутів і сторін (максимальні, мінімальні, середні), одержані кутова та відносна нев'язки ходу. Наводяться вихідні координати.

Схему полігонометричного ходу складають, керуючись вимогами, наведеними у пункті 3.2. На схему виписують горизонтальні проєкції ліній, вираховані у відповідній відомості (табл. 4.9). Горизонтальні віддалі вираховують за формулою:

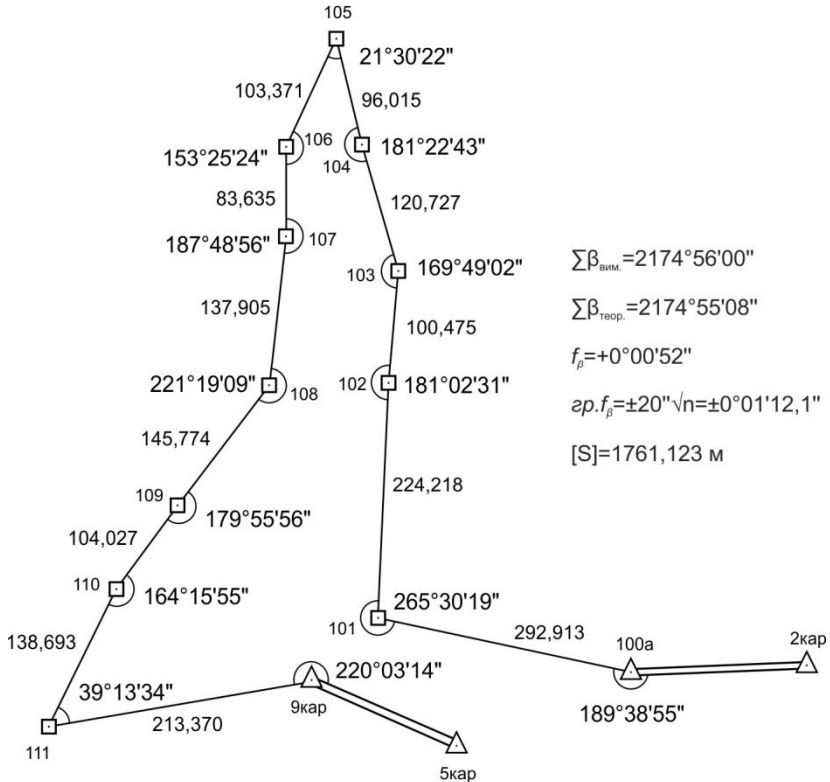
$$d = S - \frac{h^2}{2S}, \quad (4.3)$$

де d – горизонтальна віддаль, S – похила довжина секції, h – перевищення в межах секції.

Журнали вимірювання кутів та довжин ліній мають містити всі необхідні розрахунки та контролю згідно вимог, наведених у п. 4.2–4.3. Відомості зрівноваження ходу та оцінки точності виконаних вимірювань роздруковуються згідно рекомендацій, наведених у п. 4.4. Кроки складають на вихідні та закладені пункти полігонометрії згідно вимог, наведених у п. 4.1.

Зразок оформлення схеми полігонометричного ходу, журналу вимірювання кутів та відомості обчислення горизонтальних віддалей наведено на рисунках 4.6–4.7 та у таблиці 4.9.

СХЕМА
полігонометричного ходу 2 розряду
від 100а до 9кар



Склад: Тишковець В.
Перевірив: Власюк Т.
01.07.2022 р.

Рис. 4.6. Зразок оформлення схеми полігонометричного ходу

ЖУРНАЛ вимірювання кутів способом кругових прийомів

Теодоліт № 107959

Дата: 01.08.12

Погода: сонячно

Спостерігав: Тасицька Н.

Записував: Федоренко О.

Обчислював: Луцьк О.

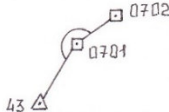
№ пункту	№ прийому	Назва напрямку	Круг	Відлік по лімбі	Відлік по мікрометру		$a_1 + a_2$ 2	КЛ-КП=2С	КЛ+КП 2	Значення кутів	Схема
					a_1	a_2					
10701	1	0702	КЛ								
			КП								
		43	КЛ								
			КП								
			КП								
10701	1	43	КЛ	0°00'	39	38	38		0°00'35"		214°59'55"
			КП	180°00'	34	34	34	04	0°00'36"		
		0702	КЛ	215°00'	32	32	32				
			КП	35°00'	28	28	28	04	215°00'30"		
		43	КЛ	0°00'	37	37	37				
			КП	180°00'	32	31	32	05	0°00'34"		
10701	2	43	КЛ	90°00'	18	19	18				214°59'52"
			КП	305°00'	11	11	12				
		0702	КЛ	305°00'	09	10	10				
			КП								
		43	КЛ	90°00'	18	18	18				
			КП								
10701	2	43	КЛ	90°00'	18	19	18		90°00'16"		214°59'52"
			КП	270°00'	15	14	14	04	90°00'16"		
		0702	КЛ	303°00'	09	10	10				
			КП	135°00'	06	05	06	04	305°00'08"		
		43	КЛ	90°00'	18	18	18				
			КП	270°00'	08	08	14	04	90°00'16"		

Рис. 4.7. Зразок заповнення журналу вимірювання кутів способом прийомів із замиканням горизонту

Таблиця 4.9

Відомість обчислення горизонтальних віддалей

Лінія	Довжина S, м	Перевищення h, м	Поправка ΔD , м	Горизонтальна віддаль, м
100а-101	293,062	-9,340	0,149	292,913
101-102	224,234	-2,680	0,016	224,218
102-103	100,518	+2,932	0,043	100,475
103-104	120,736	+1,473	0,009	120,727
104-105	96,279	-7,127	0,264	96,015
105-106	103,438	+3,734	0,067	103,371
106-107	83,635	-0,280	0,000	83,635
107-108	137,916	-1,733	0,011	137,905
108-109	145,829	-4,011	0,055	145,774
109-110	104,116	-4,315	0,089	104,027
110-111	138,664	-2,626	0,025	138,639
111-9кар	213,775	+13,157	0,405	213,370

Обчислив: Ярмусь М.

Перевірів: Каштан І.

Дата: 01.07.2022 р.

Контрольні запитання

1. Яка основна послідовність виконання полігонометричних робіт?
2. Як здійснюється закріплення пунктів полігонометричного ходу?
3. Яка максимальна кількість сторін в полігонометричному ході 2 розряду?
4. Яка мінімальна довжина лінії в полігонометричному ході 2 розряду?
5. Яка гранична довжина окремого полігонометричного ходу 2 розряду?
6. Яка максимальна довжина лінії в полігонометричному ході 2 розряду?
7. Яка допустима відносна нев'язка ходу для полігонометрії 2 розряду?
8. Як розраховується допустима кутова нев'язка в полігонометричному ході 2 розряду?

9. Що таке спосіб вимірювання кругових прийомів і в яких випадках він використовується?
10. Які вимоги до точності центрування теодоліта та марок?
11. Як обчислюється середнє значення кутів у прийомах?
12. Які прилади використовуються для вимірювання ліній у полігонометрії?
13. Що таке "прийом" у вимірюванні ліній?
14. Яке допустиме коливання результатів вимірювання довжин?
15. Що таке L1-аналіз, і яка його мета?
16. Як відбувається обчислення зрівноважених координат у програмі Credo_Dat?
17. Які дані необхідно підготувати для зрівноваження полігонометричного ходу?
18. Які типи матеріалів додаються до звіту про полігонометричні роботи?
19. Як оформлюється схема полігонометричного ходу?
20. Що таке "кроки пункту полігонометрії", і які вимоги до їх складання?
21. Як обчислюється горизонтальна віддаль?
22. Які фактори впливають на точність вимірювань кутів?
23. Що таке подвійна колімаційна похибка?
24. Які вимоги до встановлення штативів на нестабільних ділянках?
25. Як перевіряється стабільність лімба теодоліта?
26. Яка перевага використання триштативної системи у вимірюваннях?
27. Як проводиться обчислення поправок до напрямків при не замиканні горизонту?
28. Який порядок вимірювання кутів електронним теодолітом SOUTH-ET02?
29. Який порядок вимірювання ліній електронним тахеометром 3Та5?
30. Який порядок вимірювання ліній електронним тахеометром Trimble 3305?

5. НІВЕЛЮВАННЯ ІІІ КЛАСУ

5.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Організація робіт з нівелювання включає такі етапи:

1. Складання проєкту.
2. Рекогностування.
3. Закладання нівелірних знаків.
4. Повірки та дослідження приладів.
5. Виконання польових робіт.
6. Обробка результатів польових робіт та обчислення.
7. Систематизація та оформлення матеріалів.
8. Складання каталогу висот пунктів нівелювання.

У нашому випадку нівелювання виконується між всіма пунктами полігонометричного ходу (крім базисів), між якими потрібно за необхідності розмітити додаткові точки. Для пришвидшення виконання вимірювань можливо не просто встановлювати «башмаки» на додаткові точки чи помічати їхнє місце положення фарбою, а й закріплювати їх дюбелями у твердій основі або кілками з забитими дюбелями на ґрунті. Такі дії позбавлять необхідності заново розмічати додаткові точки при зворотному ході чи у випадку повторних вимірювань. З тих же причин доцільно позначати місце встановлення нівеліра між точками.

Для пришвидшення пошуку середини між точками можна рекомендувати наступний спосіб. Нівелір встановлюють на око, приблизно посередині між точками, не приводячи його у робоче положення. Наводять зорову трубу на задню рейку та піднімальним гвинтом встановлюють одну з віддалемірних ниток на зручний відлік (наприклад 1000). Тоді досить легко усно визначити відстань від нівеліра до рейки. Наприклад, відлік по одній з ниток виставлено на 1000, відлік по іншій – 1538, тоді відстань становить $(1538-1000)/10 = 53,8$ м. Аналогічно визначають відстань до передньої рейки та, визначивши різницю плечей, приймають рішення про зміну місця положення приладу.

Додамо, що переходити слід на половину різниці плечей в сторону довшого плеча.

Нівелювання III класу виконують у прямому та зворотному напрямках. При цьому є можливим або проходження всього ходу в одному напрямку, а потім у зворотному, або нівелювання по секціях з контролем прямих і зворотних перевищень після закінчення кожної секції. Розходження сум прямих та зворотних перевищень не повинне перевищувати граничної нев'язки $10\sqrt{L}$.

Для нівелювання III класу використовують триметрові суцільні шашкові рейки. У разі наявності метрологічного обґрунтування можливе використання телескопічних рейок. Перехід від прямого до зворотного нівелювання роблять лише на постійних знаках (реперах), тобто на кінцях секцій або ходу. Рейки при цьому міняють місцями.

Нівелювання виконують дотримуючись вимог Інструкції з нівелювання I, II, III та IV класів, які наведені у таблиці 5.1.

ОБОВ'ЯЗКИ ВИКОНАВЦІВ ПОЛЬОВИХ РОБІТ ПРИ НІВЕЛЮВАННІ III

Обов'язки реєчника. Забивати костилі або кілки у стійкий ґрунт. Якщо використовуються кілки, то у верхню грань має бути обов'язково забитий цвях із напівсферичною шляпкою. Місця для забивання костилів чи кілків потрібно вибирати так, щоб вони не заважали руху транспорту та пішоходів.

Якщо нівелірні рейки не мають круглих рівнів, то для правильного взяття відліку, реєчник повинен похитувати рейку вперед-назад, а спостерігач – взяти мінімальний відлік.

Необхідно слідкувати за чистотою п'ятки рейки та поверхні костилів чи цвяхів. Кожен реєчник закріплюється за однією і тією ж рейкою протягом роботи на всій секції, тому їх бажано пронумерувати 1 та 2 на бокових гранях.

Таблиця 5.1

Технічні характеристики та допуски нівелювання I, II, III та IV класів [4]

№	Технічна характеристика	Допуск при класі нівелювання			
		I	II	III	IV
1	СКП на 1 км ходу, мм: випадкова систематична	0,8 0,08	2 0,2	5 -	10 -
2	Нормальна довжина візирного променя, м	50	50- 75	75- 100	100- 150
3	Нерівність плечей на станції, м	0,5	1	2	5
4	Нерівність плечей у ході, м	1	2	5	10
5	Висота візирного променя над землею, м	0,8	0,5	0,3	0,2
6	Граничні різниці в перевищеннях, мм: до 15 станцій на 1 км (L в км); більше 15 станцій на 1 км	$3\sqrt{L}$ $4\sqrt{L}$	$5\sqrt{L}$ $6\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$ $2,6\sqrt{n}$	$20\sqrt{L}$ $5\sqrt{n}$
7	Граничні різниці в перевищеннях на станції, мм: для інварних рейок для шашкових рейок	0,5 -	0,7 -	1,5 3	- 5
8	Граничні нев'язки полігонів, мм (L , км)	-	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$
9	Граничні довжини окремих ходів або в полігонах, км	-	40	15	12
10	Граничні довжини ходів між вузловими реперами, км	-	10	5	2

Обов'язки помічника. Неухильно дотримуватись порядку ведення польового журналу. Від цього залежить результат роботи всієї бригади! **Категорично забороняється переходити на наступну станцію, не провівши до кінця всі обчислення на даній станції.** Слідкувати за такими допусками як: мінімальна висота променя над землею чи перешкодою, різниця плечей на станції та їх накопичення, різниця перевищень на станції, довжина плечей. Обов'язково виконувати посторінковий контроль. Нівелювання нової секції необхідно починати з нової

сторінки. Для уникнення плутанини з нумерацією точок при собі необхідно мати схему ходу з чіткою нумерацією всіх точок, які закріплюють кінці секцій. Бажано, щоб кількість станцій в секції була парною.

5.2. ПОЛЬОВІ РОБОТИ ПРИ НІВЕЛЮВАННІ ІІІ КЛАСУ

ЗА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТОРОННІХ ДЕРЕВ'ЯНИХ РЕЙОК ТА НІВЕЛІРА З ЦИЛІНДРИЧНИМ РІВНЕМ ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НАСТУПНА:

- встановлюють нівелір посередині між рейками та приводять в робоче положення;
- наводять зорову трубу на чорний бік задньої рейки, елевацийним гвинтом з'єднують кінці бульбашки контактного рівня (має утворитися так звана «парабола») і знімають відліки з середньої (1) та далекомірних ниток (2), (3) (табл. 5.2);
- наводять зорову трубу на чорний бік передньої рейки і виконують дії, що означені в попередньому пункті, взявши відліки (4), (5), (6);
- дають команду реєсникам повернути рейки на інший бік;
- знімають відлік з середньої нитки з червоного боку передньої рейки (7);
- наводять зорову трубу на червоний бік задньої рейки і після суміщення кінців бульбашки контактного рівня також знімають відлік з середньої нитки (8).

ЗА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕСКОПІЧНИХ РЕЙОК ТА НІВЕЛІРА З КОМПЕНСАТОРОМ ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НАСТУПНА:

- встановлюють нівелір посередині між рейками та приводять в робоче положення;
- наводять зорову трубу на задню рейку і знімають відліки з середньої (1) та далекомірних ниток (2), (3) (табл. 5.2);
- наводять зорову трубу на передню рейку і знімають відліки з середньої (4) та далекомірних ниток (5), (6);

- змінюють висоту приладу не менше як на 3 см та знову приводять нівелір у робоче положення;
- знімають відлік з передньої рейки з середньої нитки (7);
- наводять зорову трубу на задню рейку та беруть відлік з середньої нитки (8).

Послідовність записів і опрацювання результатів у журналі позначено цифрами в дужках. В першій колонці журналу записують: в чисельнику номер станції (штативу), а в знаменнику назви задньої і передньої точок перевищення. Записи в журналі виконують акуратно і без виправлень. Якщо у відліках допущена помилка, то всі записи на станції закреслюються (з вказанням причини переробки) і вимірювання повторюють з тим самим номером станції та припискою слова «повторна».

Таблиця 5.2

Журнал нівелювання III класу

Дата: 12.09.2023 р.

Нівелір South NL-32 №13248

Хід від Rp9 до ст.2

Спостерігав: В. Тишковець

Початок: 9 год 23 хв

Записував: М. Ярмусь

Кінець: 10 год 01хв

Погода: похмуро

Номера штатива і рейок	Спостереження з далекомірних ниток		Контр. перевищ. $h_{контр}$	Спостереження з середньої нитки			Середнє перевищ. $h_{сер}$, мм
	З	П		З	П	h	
1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1</u> Rp9-1	0668 (2)	0806 (5)	-138 (11)	0525 (1)	0667 (4)	-142 (14)	-141,5 (19)
	0382 (3)	0527 (6)	-145 (12)	0480 (8)	0621 (7)	-141 (15)	
	286 (9)	279 (10)	+7/+7 (13)	+45 (16)	+46 (17)	-1 (18)	
<u>2</u> 1-ст.2	0815	0445	-630	0689	0319	-630	-629
	0562	0191	-629	0646	0274	-628	
	253	254	-1/+6	+43	+45	-2	
Постор. контр.	539 (20)	533 (21)	-1542 (22)	2340 (23)	3881	-1541 (25)	-770,5 (26)
			-771 (27)	3881 (24)	(24)	-770,5	
				-1541 (28)		(29)	

Довжина секції: $(539+533) \times 100/1000 = 107,2$ м.

Бланк журналу нівелювання III класу наведено у додатку Г.

5.3. ПОСЛІДОВНІСТЬ ОБЧИСЛЕНЬ

ПІСЛЯ ЗАПИСУ ВІДЛІКІВ, ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
ВИМІРЮВАНЬ НА СТАНЦІЇ ВИКОНУЮТЬ ТАК:

- обчислюють далекомірні віддалі до задньої $(9)=(2)-(3)$ та передньої $(10)=(5)-(6)$ рейок;
- обчислюють контрольні перевищення за віддалемірними нитками $(11)=(2)-(5)$, $(12)=(3)-(6)$;
- обчислюють нерівність плечей $(13)=(9)-(10)$ та в знаменнику їх накопичення – сума різниць відстаней на цій та всіх попередніх станціях;
- обчислюють перевищення при різних горизонтах приладу $(14)=(1)-(4)$ та $(15)=(8)-(7)$ (у випадку використання двосторонніх дерев'яних рейок обчислюють перевищення з чорного та червоного боків рейок за тими ж формулами);
- обчислюють зміну горизонту приладу $(16)=(8)-(1)$ та $(17)=(7)-(4)$ (у випадку використання двосторонніх дерев'яних рейок обчислюють п'ятки рейок за тими ж формулами);
- обчислюють різницю перевищень $(18)=(14)-(15)$, яка має дорівнювати різниці зміни горизонту (різниці п'яток рейки) $(18)=(17)-(16)$;
- обчислюють середнє перевищення $(19)=[(14)+(15)]/2$.

Значення середніх перевищень записують з точністю до 0,5 мм.

КОНТРОЛЬ НА СТАНЦІЇ:

- чисельник $(13) \leq \pm 20$; знаменник $(13) \leq \pm 50$;
- $[(2)+(3)]/2 \approx (1)$ (в межах ± 3 мм);
- $[(5)+(6)]/2 \approx (4)$ (в межах ± 3 мм);
- різниця перевищень $(18) = (14)-(15) = (17)-(16) \leq \pm 3$ мм;

Тільки після завершення всіх обчислень на станції та дотримання всіх допусків можна переходити на наступну станцію.

ПОСТОРІНКОВИЙ КОНТРОЛЬ

- (20) – сума відліків із далекомірних ниток за задньою рейкою;
- (21) – сума відліків із далекомірних ниток за передньою рейкою;
- (22) – сума контрольних перевищень;
- (23) – сума відліків із середніх ниток за задньою рейкою;
- (24) – сума відліків із середніх ниток за передньою рейкою;
- (25) – сума перевищень;
- (26) – сума середніх перевищень;
- (27)=(22)/2 – півсума контрольних перевищень;
- (28)=(23)-(24);
- (29)=(25)/2 – півсума перевищень;

Контроль:

- (27)≈(26);
- (28)=(25);
- (29)=(26).

Довжина секції або ходу визначається так: суму (20)+(21) потрібно поділити на 10 (помножити на коефіцієнт ниткового далекоміра 100 та перевести міліметри в метри – поділити на 1000).

ВРАХУВАННЯ ПОПРАВКИ ЗА КОМПАРУВАННЯ РЕЙОК

Після закінчення польових робіт необхідно виправити перевищення кожної секції за середню довжину метрового інтервалу шашкової рейки. Такі обчислення виконуються в журналі в кінці кожної секції, як при нівелюванні вперед, так і назад.

Для нівелювання III класу відхилення метрових інтервалів від номінального значення не повинні перевищувати 0,5 мм. При менших величинах відхилень – поправку за компарування можна не вводити.

Поправка у виміряні перевищення за довжину середнього метра пари рейок розраховується за формулою

$$\delta_h = (L_{\text{сер}} - 1000,0)h, \text{ мм}, \quad (5.1)$$

де $L_{\text{сер}}$ – середня довжина метрового інтервалу пари рейок (див. перевірки рейок).

Розглянемо приклад. Нехай виміряне в секції перевищення становить $h' = -9,491$ м. Середня довжина метрового інтервалу пари рейок становить 999,52 мм. Тоді перевищення виправлене за компарування рейок буде

$$h_{\text{випр}} = -9,491 \text{ м} + ((999,52 \text{ мм} - 1000,0 \text{ мм}) \times (-9,491 \text{ м})) = \\ = -9,491 \text{ м} + 4,6 \text{ мм} = -9,486 \text{ м}.$$

5.4. ЗРІВНОВАЖЕННЯ НІВЕЛІРНОГО ХОДУ

Розглянемо послідовність зрівноваження нівелірного ходу на прикладі програми Credo_Dat [13].

1. Запустити програму Credo_Dat та створити новий проєкт «Файл / Створити / Проєкт».

2. Описати вихідні пункти на вкладці «Пункти ПВО».

У таблиці, в лівій частині робочого вікна, необхідно задати вихідні пункти (для нівелірного ходу таких пунктів, з відомими висотами, достатньо 2). В полі «Ім'я» зазначають назву вихідного пункту, в полі «Н» його висоту, в полі «Тип Н» вибирають з випадального списку «Вихідний», натиснувши лівою кнопкою на відповідній комірці таблиці.

Форма таблиці є універсальною і містить поля як для планових так і для висотних зрівноважень. Внесення планових координат пунктів для зрівноваження нівелірного ходу не є обов'язковим. Однак, рекомендується при зрівноваженні нівелірного ходу використати планові координати пунктів, одержані з полігонометричного ходу. Таким чином, у правій частині вікна програми ми одержимо схему нівелірного ходу.

3. Задати параметри ходу та описати результати вимірювань на вкладці «Нівелірні ходи».

У верхній частині вікна у колонці «Клас (Н)» обираємо клас точності ходу (в нашому випадку – 3 клас). Інформація в колонці «Пункти» заповниться автоматично після опису нижньої таблиці.

У нижній таблиці виконують послідовний опис проведених вимірювань у ході. В полі «Пункт» вказуються назви вихідних реперів та проміжних точок. Форма запису назви вихідних реперів повинна чітко відповідати формі запису в таблиці опису

пунктів ПВО. В полях «Перевищення» та «Відстань» вводиться інформація про перевищення (у метрах) та довжини секцій/станцій (у кілометрах). Колонку «Штативи» можна за потреби приховати, клацнувши на ній правою кнопкою миші та обравши «Приховати колонку». Переміщення між колонками таблиці виконується шляхом натиснення кнопки «Enter» на клавіатурі.

При нівелюванні III класу необхідно описати два ходи – прямий та зворотний.

4. Виконати попереднє опрацювання даних «Розрахунки / Попередня обробка / Розрахунок».

5. Виконати автоматичний аналіз даних на наявність грубих помилок «Розрахунки / Аналіз / LI-аналіз».

6. Виконати обчислення зрівноважених координат «Розрахунки / Урівнювання / Розрахунок».

Приклад проєкту з опрацьованим нівелірним ходом наведено на рис. 5.1.

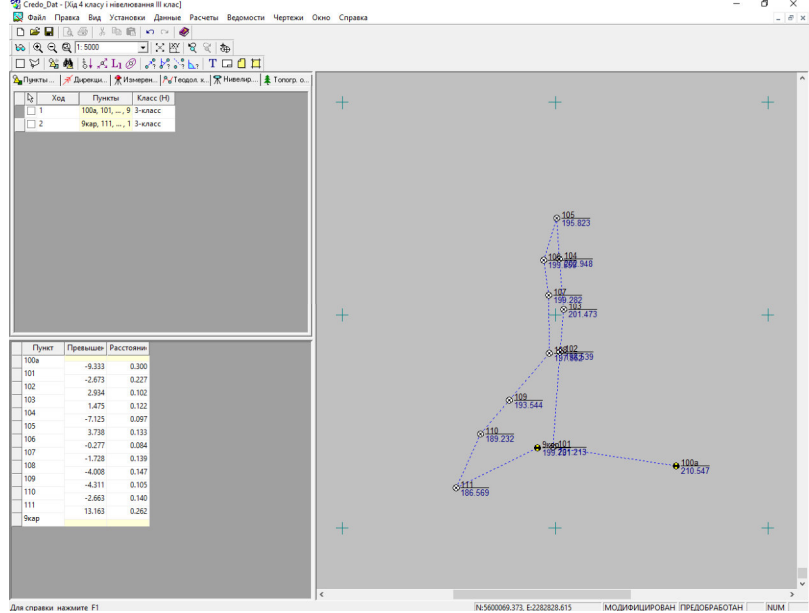


Рис. 5.1. Проєкт з опрацьованим нівелірним ходом

У звіт з практики потрібно роздрукувати і представити наступні відомості:

- характеристики нівелірних ходів;
- відомість нівелірних ходів;
- каталог висот точок;
- відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження.

Ознайомитися з ними можна через пункт меню *«Відомості»*, обравши зі списку необхідні відомості. Для зручності роботи з текстовими відомостями їх рекомендується зберегти у форматі *.rtf.

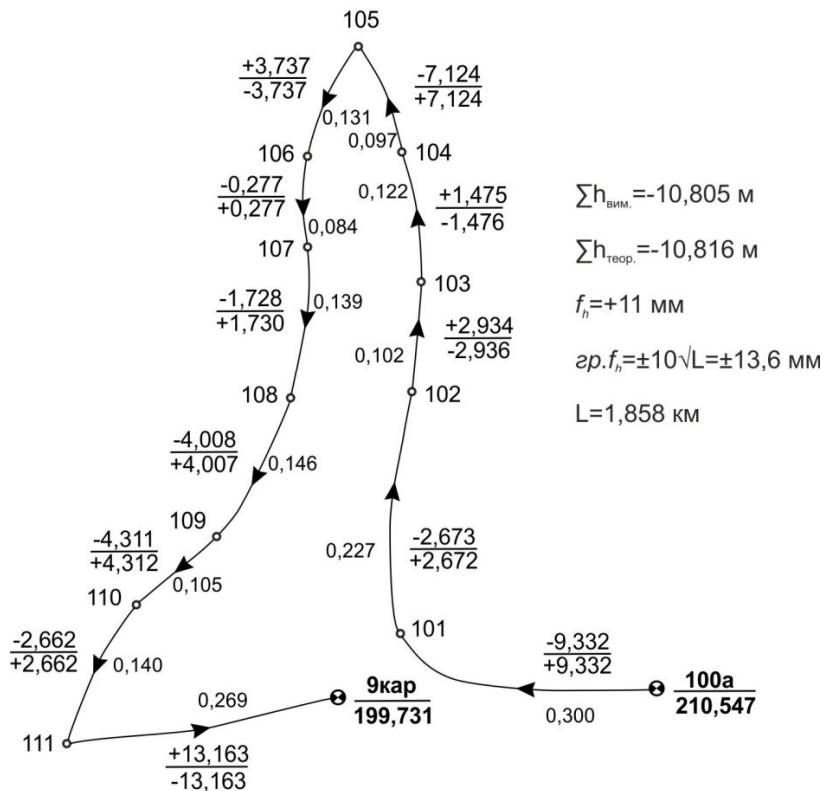
Крім відомостей, у звіт подається схема зрівноваженого ходу. Порядок її підготовки за допомогою меню *«Креслення – Фрагменти креслення»* такий же, як для полігонометричного ходу.

5.5. ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного тому практики зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, послідовність зрівноваження ходу, нормативні документи, які регламентують вимоги до проведених робіт, характеристики прокладеного нівелірного ходу – точність ходу, вихідні репери, кількість секцій та закладених точок, довжина ходу, величина перевищення, фактична та гранична нев'язки. Наводяться висоти вихідних реперів.

Схему нівелірного ходу складають керуючись вимогами, наведеними у пункті 3.2. Довжини ліній на схемі нівелірного ходу наводяться у кілометрах. Зразок оформлення схеми нівелірного ходу та журналу нівелювання наведено на рисунках 5.2–5.3. Відомості зрівноваження ходу та оцінки точності виконаних вимірювань роздруковуються згідно рекомендацій, наведених у п. 4.4.

СХЕМА
нівелірного ходу 3 класу
від 100а до 9кар



Склад: Тишковець В.
Перевірів: Власюк Т.
07.07.2022 р.

Рис. 5.2. Зразок оформлення схеми нівелірного ходу III класу

Дата 07.08.2012

Нівелір _____

Хід від 13 до 0701Спостерігав: Андрусимчик В.Початок: 05:50Записував: Тясницька К.Кінець: 06:25Обраховував: Тясницька К.Погода: сонячно

№ шт. № т. т.	Спостереження з далекомірних ниток		Контроль перевищень $h_{\text{контр.}}$	Спостереження з середньої нитки			Сер. перевищ. $h_{\text{сер.}}$, мм
	Задня	Передня		Задня	Передня	h	
1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1</u>	0652	1398	-746	0825	1570	-745	-744
<u>13-X₁</u>	0998	1740	-742	5610	6353	-743	
	346	342	+4/+4	4785	4783	+2	
<u>2</u>	0696	1756		0850	1933		
<u>X₁-0X₂</u>	1004	2109					
	308	353					
<u>2</u>	0654	1733	-1079	0820	1900	-1080	-1079
<u>X₁-X₂</u>	0985	2064	-1079	5602	6680	-1078	
	331	331	0/+4	4782	4780	+2	
<u>3</u>	1513	0532	+981	1631	0652	+979	+978
<u>X₂-0X₁</u>	1750	0571	+979	6412	5435	+977	
	237	239	+2/+82	4781	4783	-2	
Контроль	6552	8238	-1686 -843	20900 22590 -1690	22590	-1690 -845	-845

Різниця висот та розбіжність в нівелірації

Рис. 5.3. Зразок заповнення журналу нівелювання III класу

Контрольні запитання

1. Які етапи включає організація робіт з нівелювання III класу?
2. Як визначають середину між точками при встановленні нівеліра?
3. В яких випадках нівелювання виконується в прямому та зворотному напрямках?
4. Які вимоги до рейок для нівелювання III класу?
5. Як визначають нерівність плечей на станції?
6. Які технічні характеристики та допуски для нівелювання III класу?
7. Які обов'язки виконує реєчник під час польових робіт?
8. Який порядок роботи на станції нівелювання III класу?
9. Які обов'язки покладаються на помічника при нівелюванні?
10. Що включає посторінковий контроль в журналі нівелювання?
11. Які послідовності спостережень використовуються для різних типів рейок?
12. Який порядок опрацювання результатів вимірювань на станції?
13. Як обчислюється контрольне перевищення?
14. Що таке контроль на станції, і які допуски він включає?
15. Як визначають довжину секції або ходу?
16. Що таке поправка за компарування рейок?
17. Як враховується відхилення метрових інтервалів рейок?
18. Яке допустиме відхилення довжини метрового інтервалу рейки від номінального значення для нівелювання III класу?
19. Яка послідовність зрівноваження нівелірного ходу у програмі Credo_Dat?
20. Які параметри ходу задаються під час зрівноваження?
21. Як описуються результати вимірювань у таблиці програми Credo_Dat?

22. Чому рекомендується використовувати планові координати для зрівноваження?

23. Як виконується автоматичний аналіз даних у Credo_Dat?

24. Які дані представляються у відомості характеристик нівелірного ходу?

25. Як оформлюється схема нівелірного ходу?

26. Що включає пояснювальна записка до звіту?

27. Які нормативні документи регламентують вимоги до нівелювання?

28. Як визначається фактична та гранична нев'язки ходу?

29. Які кроки виконуються для підготовки креслення в Credo_Dat?

30. Як заповнюється журнал нівелювання III класу?

6. ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ В МАСШТАБІ 1:500

6.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тахеометричне знімання заданої ділянки місцевості виконується згідно вимог Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [6]. Варіанти ділянок для тахеометричного знімання наведено у додатку Д.

Знімання масштабу 1:500 виконується у два етапи.

1. Згущується знімальна геодезична основа – до щільності, яка забезпечує безпосереднє виконання топографічного знімання. Щільність та розміщення пунктів знімальної основи встановлюють рекогноситуванням в залежності від технології робіт. У якості вихідної основи для розвитку знімальної мережі використовують прокладений полігонометричний хід 2 розряду та хід нівелювання III класу. Для визначення планових координат пунктів знімальної основи прокладається теодолітний хід. Висоти точок знімальної мережі визначають геометричним або тригонометричним нівелюванням. При використанні електронного тахеометра можна поєднувати прокладання планово-висотного обґрунтування безпосередньо з тахеометричним зніманням.

При використанні електронного тахеометра для прокладання теодолітного ходу гранична кутова нев'язка $gp.f_{\beta}$ обчислюється як $20''\sqrt{n}$ (де n – кількість кутів); гранична висотна нев'язка $gp.f_h$ при тригонометричному нівелюванні обчислюється як $50\sqrt{L}$ (де L – довжина ходу, км).

Граничні похибки ($\Delta_{гр.}$) положення пунктів планової знімальної мережі відносно пунктів геодезичних мереж згущення не повинні перевищувати на відкритій місцевості та на забудованій території 0,2 мм у масштабі плану і 0,3 мм – на місцевості, що закрита деревами та чагарниками.

2. Виконується тахеометричне знімання території.

Допустимі довжини ходів знімального обґрунтування, висота перерізу рельєфу, віддалі до пікетів вибираються згідно вимог Інструкції. Враховуючи, що на практиці тахеометричне

знімання виконується з використанням електронного тахеометра, наведено вимоги саме для таких умов (табл. 6.1).

Середня помилка положення чіткого контуру на плані щодо найближчих пунктів знімального обґрунтування допускається 0,5 мм у масштабі плану (у гірській і лісовій місцевості – 0,7 мм). На територіях з капітальною і багатоповерховою забудовою середні помилки у взаємному положенні на плані точок найближчих контурів (капітальних споруд, будинків і т.ін.) не повинні перевищувати 0,4 мм. Помилка зображення рельєфу залежить від характеру рельєфу і зазвичай рівна одній четвертій висоти перерізу рельєфу на рівнинній території (кути нахилу до 2°) та одній третині висоти перерізу рельєфу на території з кутами нахилу понад 2°.

Таблиця 6.1

Допустимі віддалі від станцій до пікетів та між пікетами при застосуванні електронних тахеометрів та оптичних теодолітів з світловіддалемірними насадками [6]

Масштаб знімання	Переріз рельєфу, м	d_{p-p} , м	d^p_{p-p} , м	d^k_{p-p} , м
1:5000	0,5	60	1000	1000
	1,0	80	1000	1000
	2,0	100	1000	1000
	5,0	120	1000	1000
1:2000	0,5	40	750	750
	1,0	40	750	750
	2,0	50	750	750
1:1000	0,5	20	600	600
	1,0	30	600	600
1:500	0,5	15	500	500
	1,0	15	500	500

Примітка: d_{p-p} – максимальна віддаль між рейковими точками (пікетами); d^p_{p-p} – максимальна віддаль від приладу до рейки при зніманні рельєфу; d^k_{p-p} – те ж при зніманні контурів.

Результати вимірів заносять в польовий журнал тахеометричного знімання. При використанні електронних

приладів із накопичувачами інформації достатньо вести лише абрис знімання, а журнал вимірювань роздрукувати після закінчення знімання.

При роботі на станції обов'язково потрібно контролювати стабільність орієнтування приладу. Після закінчення знімання на кожній станції зорову трубу тахеометра візують на вихідний напрямок і фіксують відлік за горизонтальним кругом для контролю нерухомості лімба. Зміна значення орієнтирного напрямку за період знімання на станції допускається не більше 1.5' при зніманні оптичними тахеометрами та теодолітами і 20" при зніманні електронними тахеометрами та оптичними теодолітами зі світловіддалемірними насадками.

З метою контролю при тахеометричному зніманні на кожній станції вибирають дві-три контрольні пікетні точки для їх знімання з сусідніх станцій.

Поки спостерігач центрує прилад на точці, помічник схематично замальовує на абрисі основні елементи ситуації та записує інформацію про станцію (№ станції, куди орієнтована, висота приладу), а реєчник встановлює віху на станції орієнтування.

Під час виконання тахеометричного знімання всі дані заносять в **абрис**, який ведуть на цупкому папері, використовуючи відповідні умовні знаки (з пояснювальними написами). На абрисі слід відобразити всі суттєві контури та форми рельєфу. Тому у випадку великих контурів рекомендується спочатку обійти контур з усіх сторін для встановлення його істинної форми (виконати рекогностування місцевості), щоб потім не довелося вносити виправлення у абрис. Виправлення та закреслення захаращують абрис, спотворюють масштаб в окремих місцях і не дають змоги вільно орієнтуватись в ньому. Також на абрисі записуються семантичні характеристики (номери стовпів та напруга ЛЕП; вид підземних комунікацій, матеріал та діаметр труб; номери та поверховість будинків, назви вулиць і річок тощо), які потрібно відображати загальноприйнятими умовними знаками [10]. На абрисі відображаються всі пікетні точки із зазначенням їх номерів, стрілками вказуються схили місцевості, за якими слід

інтерполювати горизонталі. Рекомендується виконувати наскрізну нумерацію пікетних точок на всіх станціях! У складних випадках корисно доповнювати абрис фотографіями.

На топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 достовірно та з потрібною точністю і детальністю (залежно від масштабу плану) **відображують**:

- геодезичні пункти;
- споруди та промислові об'єкти, їхні характеристики згідно з умовними знаками. Будівлі, що виражаються в масштабі плану, відображають за контурами їхніх цоколів. Архітектурні виступи будинків і споруд відображаються, якщо величина їх на плані 0,5 мм і більше. Слід пам'ятати, що будівлі громадського призначення (навчальні заклади, магазини, лікарні, поліклініки, будинки відпочинку, санаторії, адміністративні, культурні, торгівельні, дитячі заклади тощо) відносять до житлових. Об'єкти культового призначення відносяться до нежитлових споруд. Легкі споруди літніх таборів відпочинку, дачних кооперативів та інші, придатні для проживання лише в теплий період року, – до нежитлових. Зображення будівель громадського призначення супроводжується на планах пояснювальними підписами: адм. (адміністративний будинок), маг. (магазин), полікл. (поліклініка) тощо. Кількість поверхів будівель підписують на топографічних планах усіх масштабів відповідною цифрою, починаючи з двох поверхів. Напівпідвали і невеликі мансарди на дахах багатопверхових будівель (незалежно від характеру їх використання) не враховуються. Якщо будівля складається з різноповерхових частин, то на планах масштабів 1:2000-1:500 покажчик поверховості дають окремо для кожної з цих частин (у межах їхніх контурів);

- залізниці, шосейні та ґрунтові дороги і споруди при них;
- гідрографія, гідротехнічні об'єкти та об'єкти водопостачання;

- рельєф місцевості, що відображається горизонталями, позначками висот і умовними знаками обривів, скель, ярів, осипів, зсувів, ям, курганів тощо. Форми мікрорельєфу відображають напівгоризонталями або допоміжними горизонталями;

- рослинність деревна, чагарникова, трав'яна, культурна рослинність, окремі дерева і кущі. На планах масштабів 1:1000 та 1:500 на вулицях і проїздах інструментально знімається кожне дерево з відображенням його породи, якщо діаметр його стовбура 4 см і більше. В інших випадках (масиви дерев, дерева в садибах і т.ін.) кожне дерево може бути зняте інструментально за додатковими вимогами;

- ґрунти і мікроформи земної поверхні;

- державний кордон, межі політико-адміністративні, адміністративні, охоронних природних територій, землекористувань, різні огорожі;

- власні назви населених пунктів, вулиць, залізничних станцій, пристаней, озер, річок, перевалів, долин, ярів та інших географічних об'єктів.

Пікетні точки під час знімання рельєфу обов'язково треба обирати на характерних формах рельєфу – вершинах, вододілах, хребтах, сідловинах, улоговинах, долинах, лощинах та в місцях зміни крутизни схилу. Також, необхідно визначати висоти характерних контурних точок місцевості (перехрестя доріг, просік, різких вигинів контурів, гребеня дамб, поверхні землі біля мостів, шлюзів, верхи оглядових колодязів та ін.), які підписуються на плані. Також на плані визначають урізи води в річках, струмках, каналах та інших водних об'єктах, зазначаючи дату на момент знімання.

Після завершення знімання викреслюється **топографічний план** місцевості у масштабі 1:500.

План викреслюється в два етапи відповідно до двох етапів виконання знімання.

1. Наноситься геодезична основа, тобто пункти державної геодезичної мережі, пункти мереж згущення і пункти знімального обґрунтування за їх відомими прямокутними координатами.

2. Наноситься ситуація, тобто наносяться пікети відносно пунктів знімального обґрунтування в полярній системі координат, і за абрисом викреслюються контури та рельєф в умовних знаках.

Доцільним є побудова топографічного плану у спеціалізованих програмних комплексах (Digitals, AutoCad / GeoniCS). Тоді обидва вищенаведені етапи поєднуються.

Топографічний план викреслюється або друкується на форматі 60×60 см згідно вимог Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [10]. Обов'язковим є позарамкове оформлення відповідно до вимог Умовних знаків. Зразок топографічного плану та позарамкового оформлення наведено у додатку Е.

6.2. ПОРЯДОК РОБОТИ З ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ LEICA TCR 405 ULTRA

УВІМКНЕННЯ ТАХЕОМЕТРА TCR 405 ULTRA

1. Встановити тахеометр на штатив та приблизно привести в робоче положення за круглим рівнем.

2. Натиснути кнопку увімкнення, яка знаходиться на правій від табло боковій панелі.

3. Активувати електронний рівень та висок: кнопка «FNC», команда «Рівень / Висок (F1)». Якщо тахеометр не приведено в робоче положення, через кілька секунд після увімкнення ця команда активується автоматично.

4. Зцентрувати тахеометр використовуючи лазерний центрир та точно відгоризонтувати, використовуючи електронний рівень. Натиснути кнопку «Ok (F4)».

СТВОРЕННЯ ПРОЄКТУ

Результати вимірювань зберігаються у проєктах. Створити проєкт можна безпосередньо в процесі запуску будь-якої прикладної програми або перед початком вимірювань [5].

Для створення проєкту перед початком роботи необхідно:

1. Вибрати пункт меню «MENU/Файл (F4)/Проект (F1)».

2. Активувати функцію «Новий проєкт (F3)».

3. Задати ім'я проєкту відповідно до номера бригади (наприклад BR1) та підтвердити кнопкою *Ok (F4)*. Назва проєкту

може містити латинські літери, цифри та інші знаки. Вибір необхідного символу здійснюють наступним чином. Всі знаки розбиті на групи по 4 символи в кожній (рис. 6.1). При виборі певної групи її 4 складові розподіляють на відповідні функціональні кнопки. Після чого можна зробити вибір необхідного символу. В цьому випадку вибрали групу символів «DEFG» (кнопка F2), а потім символ D (кнопка F1) (рис. 6.1). Після цього обираємо наступний потрібний символ. Стрілкою «вниз» переходять до наступної групи літер / цифр / символів.



Рис. 6.1. Організація вводу цифр та літер в тахеометрі TCR 405 Ultra

ВИКОНАННЯ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

Для виконання тахеометричного знімання необхідно створити новий проєкт, ввести дані про станцію знімання та виконати орієнтування тахеометра у наступній послідовності [15]:

1. Вибираємо прикладну програму тахеометричного знімання «*MENU / Програми (F1) / Знімання (F1)*».

2. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*». Вибираємо існуючий проєкт для роботи або створюємо новий.

3. Активуємо функцію «*Вибір станції (F2)*».

Вибір станції може здійснюватись кількома способами:

- введенням нового імені станції з клавіатури (*F1*); при цьому необхідно ввести також координати станції X_0 , Y_0 , H_0 ;
- пошуком за відомим іменем (*F2*);
- вибором імені зі списку записаних в пам'ять пунктів (*F3*).

Для завдань навчальної практики на першій станції використовуємо варіант введення нового імені станції з клавіатури. Натискаємо (*F1*), задаємо ім'я станції та підтверджуємо натисканням клавіші «*Enter*».

У разі, якщо не відомі координати вихідних пунктів на час знімання – вимірювання виконуються в умовній системі координат. Обираємо «*XYH (F4)*», вводимо координати 0.000, 0.000, 0.000 та підтверджуємо натисканням «*Ok (F4)*».

4. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції натиснувши «*Ok (F4)*».

5. Активуємо функцію «*Орієнтування (F3)*».

Орієнтування може здійснюватись кількома способами:

- *Налаштуванням вимірювання кута (F1)*, в тому числі обнулення відліка за горизонтальним кругом у заданому напрямку (для цілей навчальної практики рекомендується використовувати цей спосіб);
- *за координатами (F2)* орієнтирного пункту.

6. Обираємо спосіб орієнтування «*Налаштуванням вимірювання кута (F1)*», задаємо точку орієнтування та наводимо на неї зорову трубу, вводимо висоту відбивача, обнуляємо значення горизонтального круга клавішею «*H_z=0 (F1)*» та виконуємо вимірювання «*ALL (F4)*» (рис. 6.2).

7. Переходимо в режим вимірювань, активувавши функцію «*Запуск (F4)*» (рис. 6.3).

Тахеометр готовий до роботи (рис. 6.4).

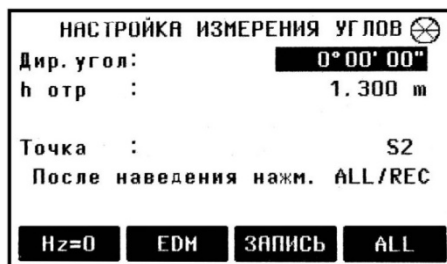


Рис. 6.2. Орієнтування в заданому напрямку

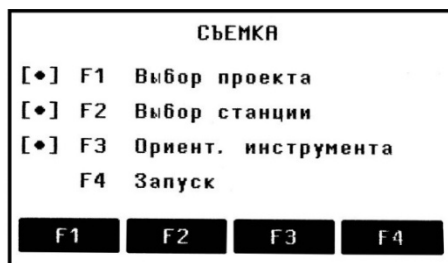


Рис. 6.3. Запуск тахеометричного знімання



Рис. 6.4. Вигляд дисплею в режимі тахеометричного знімання

На сторінці вимірювань необхідно перевірити значення номера пікета та висоти відбивача. Зміна шаблону вимірювань виконується кнопкою «PAGE». Для відображення на екрані доступно 4 шаблони:

PtID	PtID	PtID	PtID
h _{отр}	h _{отр}	h _{отр}	Гор
Гор	Гор	Гор	Верт
Верт	Верт	X	
		Y	
		H	

де PtID – номер точки, h_{отр} – висота відбивача, Гор – горизонтальний кут, Верт – вертикальний кут,  – похила віддаль,  – горизонтальна віддаль,  – перевищення, X, Y, H – прямокутні просторові координати.

Рекомендується використовувати під час вимірювання котрийсь із перших двох наведених шаблонів.

Обрати режим вимірювань «на відбивач» IR або «без відбивача» RL можна кнопкою «FNC / Перемикання між RL та IR (F3)». Після такого перемикання необхідно проконтролювати введену висоту відбивача (при вимірюванні в режимі RL висота відбивача повинна бути рівна нулю; при зніманні в режимі IR повинна бути введена коректна висота відбивача).

При поєднанні тахеометричного знімання з прокладанням знімального обґрунтування необхідно відразу закріпити наступну станцію та виконати вимірювання на ній. Перенісши прилад на цю станцію, приводимо його у робоче положення та обираємо станцію зі списку записаних в пам'ять пунктів (F3) (виміряних точок), як описано вище. Крім, власне, орієнтування на попередню станцію, для контролю рекомендується виконати на ній додаткове вимірювання в режимі знімання пікетних точок.

ЕКСПОРТ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ З ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА LEICA TCR 405 ULTRA

1. Необхідно за допомогою спеціального інтерфейсного кабелю під'єднати прилад до комп'ютера (при цьому прилад автоматично увімкнеться).

2. Перевірити параметри налаштування обміну даними у приладі через «MENU / PAGE / Iletism (F2)». Рекомендовані параметри (рис. 6.5):

- швидкість передачі – 19200;

- біти даних – 8;
- парність – Ні;
- кінцева мітка – CR/LF;
- стоп-біти – 1.

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ	
Скорость передачи:	19200 (↔)
Биты данных :	8 (↔)
Четность :	Нет (↔)
Конечная метка :	CR/LF (↔)
Стоп-биты :	1 (↔)
OK	

Рис. 6.5. Вигляд дисплею з рекомендованими параметрами для обміну даними

3. Запустити програму LeicaGeoOffice та обрати пункт меню *«Інструменти / Менеджер обміну даними»*. Відкриється вікно менеджера обміну даними, розділене на дві частини.

4. У лівій частині вікна необхідно розгорнути список портів *«Послідовні порти»* та з контекстного меню COM порту вибрати *«Налаштування»*.

5. У вікні, що з'явиться, вибрати вкладку *«Налаштування COM»* та з випадаючих списків обрати необхідні параметри: порт для підключення, серія приладу (TPS400) та параметри обміну даними (відповідно до встановлених у приладі в п. 2) (рис. 6.6). Натиснути *«О»*.

6. У лівій частині вікна менеджера обміну даними розгорнути вміст COM порту, знайти потрібний проект та з контекстного меню вибрати команду *«Копіювати»*.

7. У правій частині вікна менеджера обміну даними вибрати папку для збереження даних та з контекстного меню обрати команду *«Вставити»*.

8. З'явиться вікно завантаження, де необхідно обрати бажаний формат даних. У нашому випадку – SDR20 (рис. 6.7). Натиснути *«Старт»*.

9. Після завершення передачі даних вікно «Завантаження» автоматично закриється.

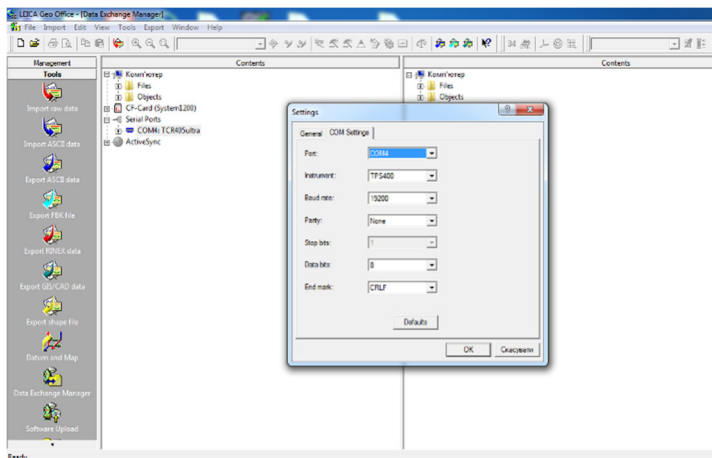


Рис. 6.6. Налаштування параметрів з'єднання через COM порт

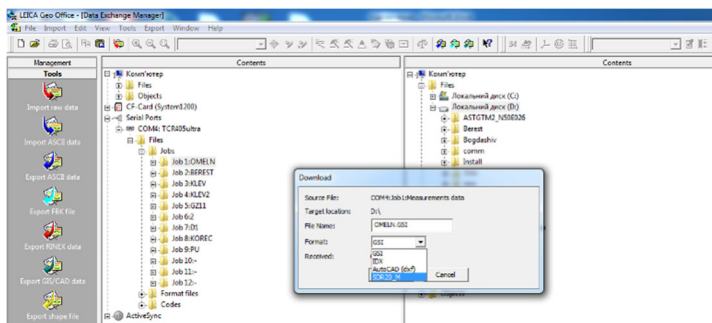


Рис. 6.7. Вибір формату завантаження даних

6.3. КАМЕРАЛЬНЕ ОПРАЦЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ЗНІМАННЯ

ІМПОРТ ФАЙЛУ ВИМІРЮВАНЬ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ У ПРОГРАМУ CREDО

Матеріали тахеометричного знімання або імпортуються з файлів спостережень, або вводяться у ручному режимі за

польовими журналами (на вкладці «Вимірювання / Тахеометрія»).

Імпорт файлу формату *.sdr (тахеометри Sokkia 630R, Leica 405):

1. Вручну змінити розширення файлу вимірювань експортованого з приладу з *.asc на *.sdr.

2. Відкрити програму Credo_Dat та створити новий проект «Файл / Створити / Проект».

3. Обрати пункт меню «Файл / Імпорт / З файлу».

4. У нижній частині вікна імпорту необхідно обрати бажаний формат даних: «SDR Files» (*.sdr).

5. Обрати файл вимірювань з розширенням *.sdr та натиснути кнопку «Імпорт».

ОПРАЦЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ У ПРОГРАМІ CREDO

Після імпорту файлу вимірювань тахеометричного знімання у програму Credo порядок дій наступний [15]:

1. На вкладці «Пункти ПВО» описуємо вихідні пункти: планові та висотні координати станцій вимірювань та планові координати точок орієнтування. У колонках «Тип XY» та «ТипH» згаданих пунктів необхідно обрати значення «Вихідний».

2. Перевірити імпортовані дані з файлу вимірювань:

- на вкладці «Вимірювання / Тахеометрія» для кожної станції у нижній частині вікна має бути задана точка, на яку орієнтувалися, та значення відліку за горизонтальним кругом (як правило 0°00'00").

- на вкладці «Вимірювання / Тахеометрія» для кожної станції у верхній частині вікна перевірити значення висоти приладу «H_i» та «Місце нуля».

- якщо прокладання планово-висотного обґрунтування суміщалося з тахеометричним зніманням і виконувалися вимірювання на кожен наступну та на кожен попередню станцію, то програма має автоматично розпізнати такі вимірювання як планово-висотне обґрунтування. На вкладці «Вимірювання / ПВО» мають відображатися станції, які утворюють теодолітний

хід.

3. Виконати попереднє опрацювання даних: *«Розрахунки / Попередня обробка / Розрахунок»* (якщо на цьому етапі дані в проєкті не були збережені, то з'явиться вікно з пропозицією зберегти проєкт).

Після виконання попередньої обробки пікетні точки мають з'явитися праворуч – у графічному вікні (рис. 6.8). Якщо цього не відбулося, варто виконати команду меню *«Вигляд / Показати все»* (або відповідну команду контекстного меню у графічному вікні).

У випадку одночасного прокладання планово-висотного обґрунтування має відобразитися лінія ходу червоним кольором та СКП координат станцій (рис. 6.8).

У випадку, якщо підписи номерів та висот пікетних точок відображаються занадто дрібними, необхідно зайти у пункт меню *«Дані / Властивості проєкту»* та на вкладці *«Картка проєкту»* змінити *«Масштаб знімання»*. Вигляд підписів при різних масштабах наведено на рис. 6.9.

4. Виконати автоматичний аналіз даних на наявність грубих помилок: *«Розрахунки / Аналіз / Л1-аналіз»*. Після цього з'явиться повідомлення про наявність/відсутність грубих помилок планових та висотних вимірювань.

5. Виконати обчислення зрівноважених координат: *«Розрахунки / Урівнювання / Розрахунок»*.

Після опрацювання матеріалів тахеометричного знімання проєкт має виглядати, як наведено на рис. 6.8.

Після завершення зрівноваження доступний перегляд відповідних відомостей, використовуючи пункт меню *«Відомості»*. Наприклад, координати всіх пікетних точок доступні через пункт *«Відомості/Відомості координат»*, а для планово-висотного обґрунтування доступні *Відомість оцінки точності положення пунктів*, *Відомість теодолітних ходів* та *Характеристики теодолітних ходів*.

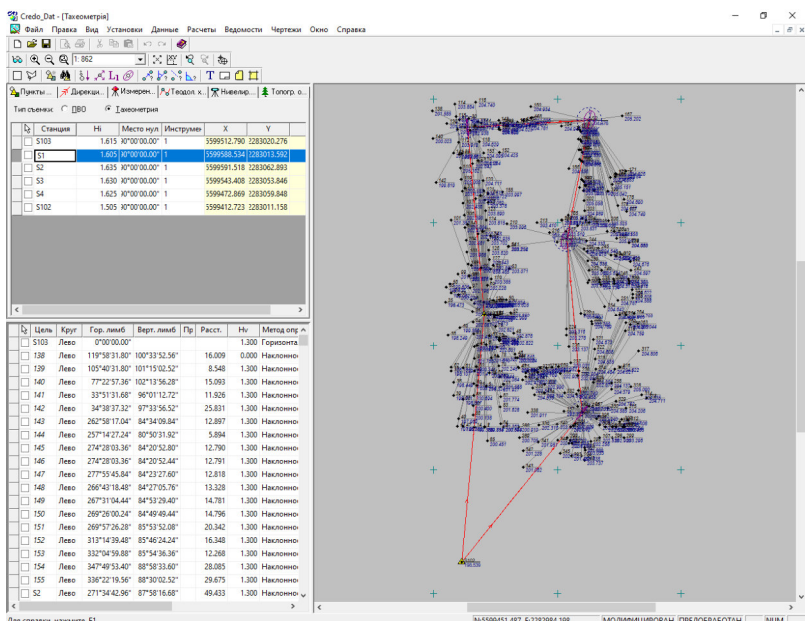


Рис. 6.8. Проект з опрацьованими матеріалами тахеометричного знімання

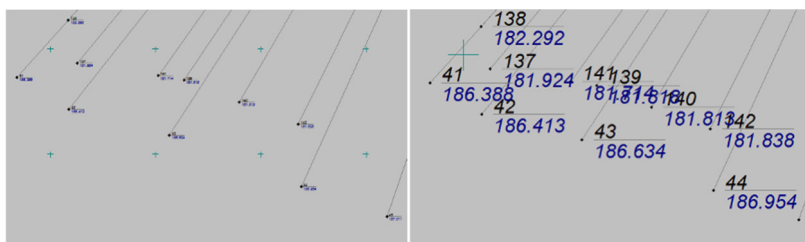


Рис. 6.9. Відображення пікетних точок у графічному вікні при різних масштабах проекту: 1:100 (ліворуч) та 1:500 (праворуч)

ЕКСПОРТ ОБЧИСЛЕНИХ КООРДИНАТ ТОЧОК У ФОРМАТ

*.TXT

1. У програмі Credo обрати пункт меню «Файл / Експорт / За шаблоном (точка)».
2. У вікні експорту доступна можливість налаштування розділового знаку між значеннями експортованих імен точок,

координат та висот (рекомендується встановити в якості роздільника «*пробіл*»). Для цього необхідно змінити значення у колонці «Текст / Точність» – у рядках «Текст» встановити «*пробіл*» перед «\s». Також варто обмежити необхідну кількість знаків після коми, змінюючи відповідне число у колонці «Текст / Точність» у рядках «N, E, H» (для тахеометричного знімання достатньо 2 знаки після коми) (рис. 6.10).

Крім того, доступна можливість відразу у нижній частині вікна переглянути вигляд майбутнього файлу після експорту. Для цього слід натиснути кнопку «Перегляд».

3. Натискаємо «Експорт» та вказуємо, куди зберегти файл.

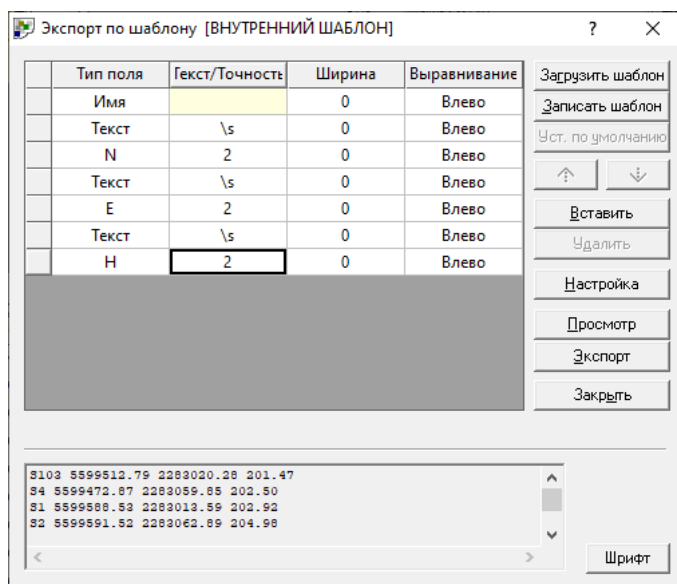


Рис. 6.10. Налаштування експорту у текстовий формат

За сформованим файлом формату *.txt в подальшому можна векторизувати план знімання у будь-якому доступному програмному забезпеченні – Digitals, AutoCAD, ArcGis...

Для імпорту координат пікетів у програму Digitals текстовий файл повинен мати чітку структуру. Файл повинен

містити номери точок та їх координати, розділені пробілом (може бути декілька), кожна точка займає один рядок тексту:

```
N1_X1_Y1_Z1    ↵
N2_X2_Y2_Z2    ↵
..._..._..._... ↵
NN_XN_YN_ZN    ↵
```

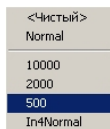
При цьому номер точки не повинен містити крапок, ком, інших розділових знаків.

6.4. ОФОРМЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ У ПРОГРАМІ DIGITALS

При використанні для знімання електронних тахеометрів зручно виконувати побудову плану у спеціалізованих програмних продуктах. Розглянемо послідовність створення топографічного плану у програмі Digital [7; 16].

ІМПОРТ ПІКЕТІВ У ШАБЛОН ВЕКТОРНОЇ КАРТИ

1. Запускаємо програму Digital, натискаємо на трикутник поруч з піктограмою  та з переліку доступних шаблонів



обираємо масштаб 1:500.

Шаблон карти – це карта, яка не містить жодного об’єкту, але має сформовану бібліотеку шарів, умовних знаків і семантичних характеристик (параметрів шару).

2а. Відкриваємо текстовий файл з координатами пікетів та копіюємо їх.

У програмі Digital відкриваємо команду «Сервіс / Налаштування / Правка» (або піктограма ) та у блоці «Вставка об’єкта як текст» перевіряємо налаштування (рис. 6.11). Після задання необхідних налаштувань (наявність номера та висоти пікета, необхідність зміни місцями координат

ХУ, необхідність вставки кожного рядка як окремого об'єкта) закриваємо панель натисканням клавіші «Ok».

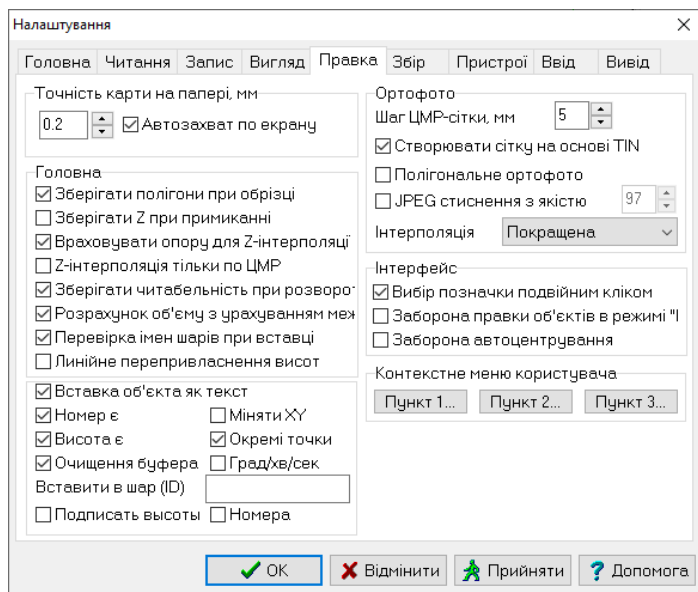


Рис. 6.11. Налаштування вставки пікетів з текстового файлу

В основному вікні програми Digitals виконуємо команду «Вставити» з контекстного меню для вставки пікетів у програму.

26. У старих версіях програми описаний вище шлях недоступний. Тому у файловому провіднику змінюємо розширення текстового файлу з координатами пікетів із *.txt на *.dat.

У програмі Digitals відкриваємо DAT файл через команду «Файл / Відкрити» (в рядку «Тип файлів» обираємо «DAT file (WXYZ)»). При зчитуванні програмою DAT файлу кожна точка заноситься в окремий об'єкт.

Файл відкриється у програмі Digitals на окремій вкладці.

Виділяємо всі пікети піктограмою «Помітити все»  і з контекстного меню виконуємо команду «Копіювати».

Переходимо на створений у пункті 1 шаблон карти та виконуємо команду «Вставити» з контекстного меню.

3. В обох зазначених вище шляхах пікети розмістяться не на потрібному нам шарі. Ідентифікуємо точки як пікети. Для цього виділяємо всі пікети піктограмою «Помітити все» та на інструментальній панелі «Правка» обираємо для всіх виділених об'єктів новий шар «Позначки висот» (рис. 6.12).

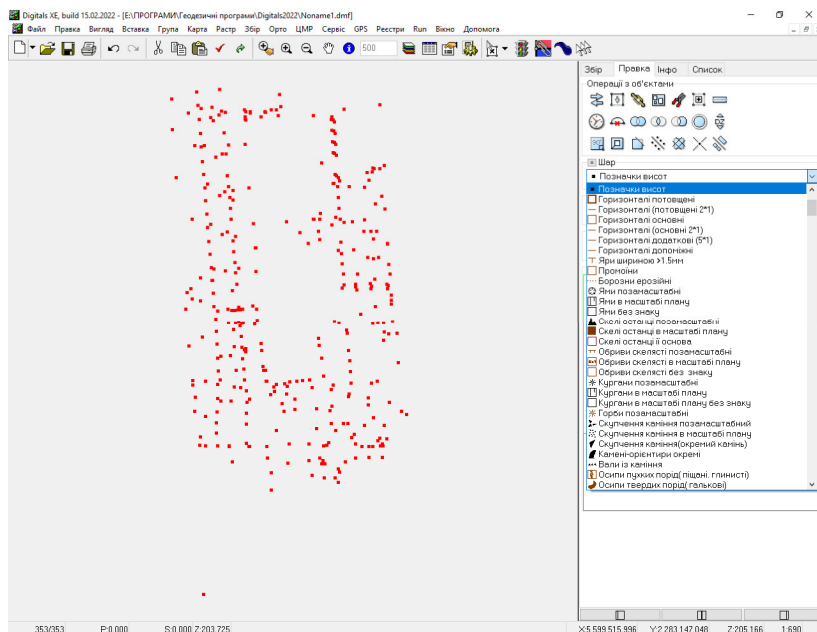


Рис. 6.12. Перенесення пікетів на шар «Позначки висот»

4. Підписуємо номери пікетів: виділяємо всі пікети піктограмою «Помітити все», переходимо на інструментальну панель «Інфо», розміщуємо курсор у полі з номерами пікетів (за замовчуванням параметр «Абсолютна висота, м») та натискаємо



піктограму «Створення / знищення підписів». Після цього з'являється діалогове вікно «Менеджер підписів» (рис. 6.13). Вибираємо типовий шаблон «пікет» і натискаємо кнопку «Створити».

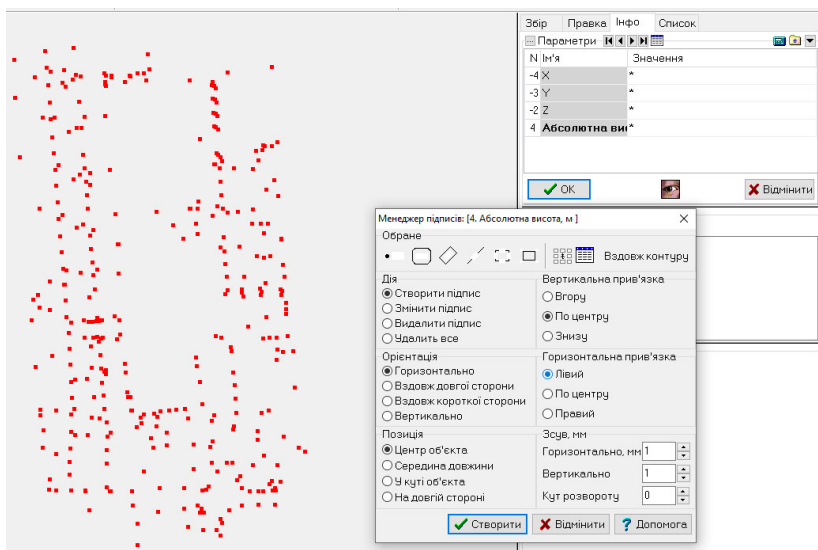


Рис. 6.13. Налаштування параметрів підписування номерів пікетів

5. За допомогою команди «Карта / Властивості» або піктограми  викликаємо вікно «Властивості карти» (рис. 6.14) і заповнюємо необхідні дані:

- масштаб карти – 500;
- розміри внутрішньої рамки (для масштабів 1:500 та 1:1000 стандартний розмір 500×500 мм);
- координати лівого нижнього кута рамки (вони повинні бути цілими і кратними 10 см в масштабі карти) відповідно до координат пікетних точок.

Завершуємо введення властивостей карти кнопкою «Ok».

6. Зберігаємо зміни у створеному шаблоні командою «Файл / Зберегти як» та зберігаємо файл у форматі *.dmf (в рядку «Тип файлів» обираємо «Digitals for Windows»).

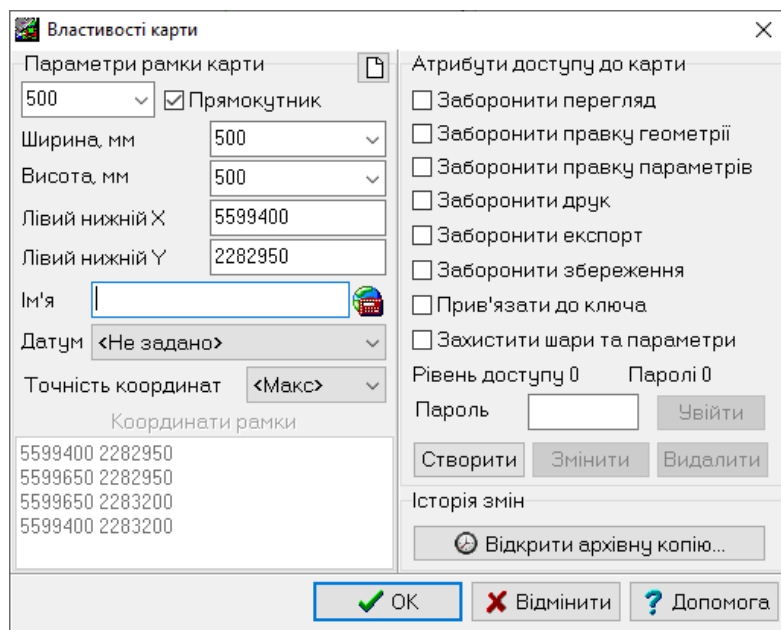


Рис. 6.14. Редагування властивостей карти

ПОРЯДОК ЗБОРУ ПЛАНОВИХ ОБ'ЄКТІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ

З правої сторони від робочого поля в DigitalS знаходяться 4 закладки (інструментальні панелі) (рис. 6.15) [7; 16].

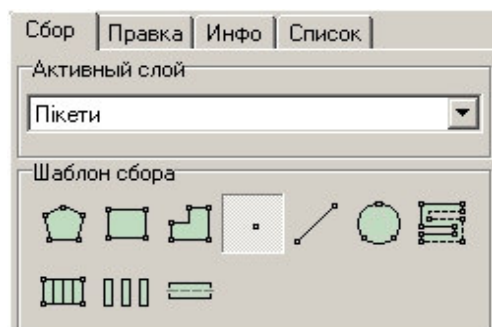


Рис. 6.15. Інструментальні панелі з режимами роботи

Для побудови планових об'єктів необхідно виконати наступні дії.

1. Переходимо на закладку «Збір», після чого курсор набуде вигляду «хреста».

2. У списку «Активний шар» обираємо тип об'єкту, який будемо зараз збирати.

3. Обираємо потрібний шаблон збору об'єкту. Якщо жодний шаблон не вибрано – програма працює в режимі полілінії.

4. Користуючись абрисом реєструємо першу точку об'єкту, підвівши курсор миші до необхідного пікету і натиснувши ліву кнопку миші. При наведенні курсору на існуючу точку (вузол) біля нього з'являється зафарбований квадрат . Якщо поточний шаблон – «точковий об'єкт», то реєстрація однієї точки завершує збір об'єкту, і команду завершення збору виконувати не потрібно.

5. Аналогічно реєструємо всі інші поворотні точки об'єкту. Для поточного шаблону «лінія» – реєстрація двох точок (для «прямокутника» – трьох) завершує збір об'єкта автоматично.

6. Замикаємо об'єкт (при шаблоні збору – «полілінія») командою «замкнути об'єкт» (клавіша F3, або з контекстного меню) і завершуємо його командою «завершити об'єкт» (клавіша F5, або з контекстного меню).

В процесі збору доступний ряд допоміжних сервісних команд, які можна викликати з контекстного меню чи натиснувши відповідну клавішу клавіатури:

- «авто реєстрація» (кнопка F2) – автоматичний збір точок з кроком 1 мм в масштабі плану. Крок та параметри автоматичної реєстрації можна змінити викликавши «Сервіс / Налаштування» (закладка «Збір / Крок автореєстрації»);

- «замкнути об'єкт» (F3) – замикає об'єкта (для шаблону збору – «полілінія»);

- «вставити розрив» (F4) – вставляє розрив об'єкта в поточній точці;

- «завершити об'єкт» (F5) – завершує збір поточного об'єкта;

- «видалити точку» (F8) – видаляє останню точку об'єкта, який збирається;

- «*відмінити об'єкт*» (*Backspace*) – знищує об'єкт, який збирається;
- «*вставити дугу*» (*Ctrl-A*) – замінює останні три точки об'єкта дугою;
- «*ввести відстань*» (*Ctrl-D*) – дозволяє будувати відрізок, задавши відстань та/або кут від останньої зареєстрованої точки;
- «*захопити точку*» (*P*) – приєднання до найближчої точки;
- «*захопити лінію*» (*L*) – приєднання до найближчої лінії;
- «*захопити перетин*» (*I*) – приєднання до найближчого перетину двох ліній;
- «*побудувати перпендикуляр*» (*E*) – в процесі «збору» будує перпендикуляр до об'єкта. В режимі «*Правки*» подовжує / обрізає існуючу лінію до лінії, над якою розташовується курсор.

Шар, присвоєний об'єкту при зборі, можна змінювати на інший. Для цього потрібно перейти на закладку «*Правка*», виділити об'єкт і у випадяючому списку «*Шар*» вибрати новий шар.

Для того, щоб змінити колір лінії чи заливки потрібно зайти в «*Менеджер шарів*» і в правій частині вікна змінити атрибути лінії і заливки для потрібного шару. Крім того, можна змінювати умовні знаки, якими зображаються об'єкти, а також створювати нові шари.

Після створення об'єкта необхідно ввести його семантичні характеристики на панелі «*Інфо*». Введення даних по об'єкту завершуємо кнопкою «*Ок*». Для зміни списку доступних параметрів для шару можна використати подвійне натискання лівої кнопки миші на заголовку «*Параметри*» панелі «*Інфо*».

ОПЕРАЦІЇ З ПІДПИСАМИ

Значення параметра об'єкта можна виносити на карту у вигляді підписів. Створення і знищення підписів не зачіпає значень параметрів. Тобто підписи являються вторинними: параметр може бути винесений на карту або ні. При подальшій зміні значень параметра його підпис оновлюється автоматично.

Створення підпису на карті виконується наступним чином.

1. Виділяємо об'єкти, які хочемо підписати.

2. Переходимо на інструментальну панель «Інфо», розміщуємо курсор в полі параметра, який бажаємо підписати на карті та натискаємо піктограму «Створення / знищення підписів» .

3. У діалоговому вікні «Менеджер підписів» (рис. 6.13) налаштовуємо бажані параметри підпису.

4. Натискаємо кнопку «Створити».

Для «переміщення підпису» необхідно помітити підписаний об'єкт, навести курсор на підпис так, щоб біля курсору з'явилося зображення чистого листа, після чого лівою кнопкою миші перемістити його в потрібне місце.

Підписи можна *повертати* навколо своєї осі, якщо навести курсор на потовщену точку в лівому нижньому куті рамки підпису (при цьому біля курсору з'явиться зображення дугової стрілки).

Підписи можна *копіювати*, наприклад, для підпису матеріалу покриття вздовж дороги. Необхідно помітити підписаний об'єкт та, тримаючи затиснутою на клавіатурі клавішу «Ctrl», навести курсор на підпис так, щоб біля курсору з'явилося зображення «плюсика», після чого лівою кнопкою миші скопіювати підпис в потрібне місце.

Ряд операцій (знищення, редагування, ...) з підписами можна виконувати з допомогою контекстного меню підписів. Для виклику даного меню необхідно помітити об'єкт, підвести курсор до центра підпису, щоб з'явилося зображення чистого листа і натиснути праву кнопку миші.

ХАРАКТЕРИСТИКА ШАБЛОНІВ ЗБОРУ ОБ'ЄКТІВ

Безпосередньо перед збором об'єктів потрібно вибрати *шаблон*, за яким будуть збиратися об'єкти. *Шаблон збору об'єкта* вказує програмі, якої форми буде об'єкт (об'єкти), що збираються. Для вибору шаблону потрібно натиснути відповідну кнопку у секції «Шаблон збору» на інструментальній панелі «Збір» (рис. 6.15) або вибрати шаблон збору через контекстне меню. Якщо жодна із кнопок не натиснута, то програма працюватиме в режимі збору незамкненої полілінії. Для

замикання об'єкта в цьому випадку потрібно використовувати клавішу «F3» [7; 16].

В Digitals доступні такі основні шаблони для збору:



«Полігон» – збір замкнутих об'єктів (газони, сади, ...).

Після закінчення збору об'єкт замикається автоматично.



«Прямокутник» – збір прямокутників. При зборі такого об'єкта реєструються дві вершини на одній стороні прямокутника, а потім – третя вершина. Об'єкт замикається і закінчується автоматично. Використовується для збору прямокутних будівель.



«Ортогональний» – збір ортогональних об'єктів, тобто об'єктів, всі кути яких – прямі (будівлі, які складаються більше, ніж з 4-х точок). Після побудови перших двох точок такого об'єкта програма дозволяє реєструвати наступні точки тільки на лініях, перпендикулярних до попередньої побудованої лінії. Таким чином, всі суміжні сторони в таких об'єктах будуть перпендикулярними.



«Точка» – збір точкових об'єктів. Для збору такого об'єкту достатньо зареєструвати одну його точку, після чого об'єкт буде завершений автоматично. До точкових об'єктів належать стовпи, окремі дерева, геодезичні пункти та інше.



«Лінія» – збір об'єктів-ліній. При зборі з таким шаблоном об'єкт буде завершуватися автоматично після реєстрації двох точок.



«Коло» – збір об'єктів у вигляді кола (основи димових труб, клумби круглої форми). Для збору таких об'єктів потрібно зареєструвати три точки, що лежать на колі, або точку центра і одну точку на колі. В процесі збору об'єкта можлива також вставка в нього дуг. Для заміни останніх трьох зібраних точок дугою потрібно натиснути комбінацію клавіш «Ctrl-A». Використовується при зборі заокруглень доріг, тротуарів, стадіонів.



«Паралельний» – збір контурів, які складаються з паралельних ліній. Такими об'єктами є дороги, канали та інше. Спочатку необхідно зареєструвати точку на одній із сторін смуги, потім відповідну їй точку на протилежній стороні. Далі потрібно виконати збір по тій же стороні, протилежна буде добудовуватися автоматично. Можливий збір доріг по осьовій лінії з наступною перебудовою в смугу натиском кнопки «Лінію в смугу» на закладці «Правка» на правій панелі.



«Трилінія» – цей шаблон автоматизує збір вулиць (доріг) по осьових лініях. При виборі цього шаблону шар, на якому збирається осьова лінія задається як звичайно, а шар, яким збираються зовнішні сторони, вибирається в окремому вікні, яке з'являється при виборі даного шаблону. Після цього необхідно зареєструвати точку на одній зі сторін дороги і точку на осьовій лінії. Потім потрібно збирати об'єкт по осьовій лінії, а сторони будуть добудовуватися автоматично.



«Сходи» – збір контурів сходів. Спочатку збирається зовнішній контур сходів, починаючи з довгої сторони. Після цього курсор встановлюється на ширину сходинки і реєструється точка. Подальша розбивка на сходинки виконується автоматично (рис. 6.16).

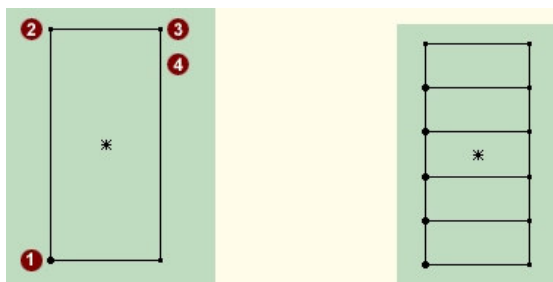


Рис. 6.16. Принцип роботи шаблону збору «Сходи»



«Перехід» – збір контурів пішохідних переходів. Спочатку необхідно зібрати зовнішній контур переходу, починаючи з довгої сторони. Після цього – встановити курсор на

ширину першої смуги і зареєструвати точку, потім зареєструвати точку на початку другої смуги, подальша розбивка буде виконана автоматично (рис. 6.17).

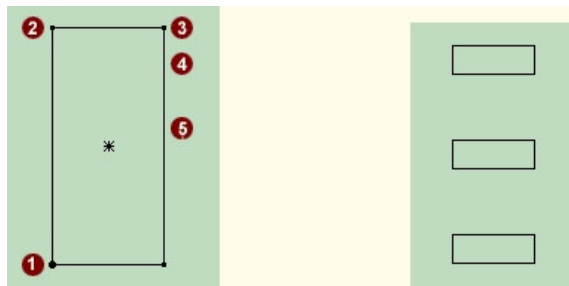


Рис. 6.17. Принцип роботи шаблону збору «Перехід»

РЕДАГУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Для редагування об'єктів необхідно перейти на закладку «Правка» та виділити необхідний об'єкт (клік лівою кнопкою миші). Для виділення декількох об'єктів потрібно утримувати натиснутою кнопку «*Ctrl*» або увімкнути режим «*Багатократне позначення*»  на верхній інструментальній панелі. Виділений об'єкт зображується червоним кольором.

Команди, які доступні при редагуванні, вибираються або з контекстного меню, або з групи команд «*Операції з об'єктами*» на закладці «Правка».

Основні з них [7; 16]:

«*Почати звідси*» – робить активну точку першою за порядком в об'єкті, відповідно змінюються номери решти точок об'єкта.



«*Реверс*» – змінює напрямок цифрування об'єкта на зворотний, тобто: після виконання команди першою в об'єкті стане точка, яка раніше була останньою (мала найбільший номер). Зазвичай, дана операція застосовується для зміни орієнтації лінійного умовного знака (наприклад, відкосу).



«*Замкнути / розімкнути*» – сполучає лінією першу і

останню точку об'єкта, якщо вони не були з'єднані до цієї операції, тобто замикає розімкнутий об'єкт, і навпаки, видаляє останню лінію замкнутого об'єкта, тобто розмикає полігон.



«З'єднати» – об'єднує всі помічені об'єкти в один.



«Комплексний об'єкт» – створює об'єкт, який (через розрив) містить внутрішні об'єкти. Площа такого полігону буде рівна різниці площ основного контуру і його внутрішніх полігонів.



«Розділити» – розбиває об'єкт, який складається з декількох частин, розділених ознаками розриву, на окремі об'єкти.



«Додати вузли» – створює одиночні об'єкти в кожній точці об'єкта. Це необхідно, наприклад, для того, щоб підписати відмітки висоти у кожній точці об'єкта. Зразу ж після виконання операції можна змінити шар об'єктів на потрібний (зазвичай пікети).



«Лінію в смугу» – перетворює лінію в полігон-смугу заданої ширини.



«За годинниковою стрілкою» – забезпечує нумерацію точок об'єкта за годинниковою стрілкою.



«Вставити» – вставляє в помічений об'єкт примикаючі об'єкти. Функція спрощує модифікацію об'єктів. Наприклад, потрібно замінити фрагмент в середині горизонталі. Для цього збирають нову частину фрагменту як окремий об'єкт, забезпечивши приєднання його кінців до точок чи ліній вихідного об'єкта, помічають вихідний об'єкт і натискають кнопку «Вставити».



«Об'єднати» – будує сумарний полігон із всіх помічених об'єктів.



«Перетин» – будує перетин двох або декількох

полігонів, тобто виділяє їх загальну частину.



«Розширити / Стиснути» – дозволяє будувати буферні зони заданої ширини навколо полігону або навпаки зменшує полігон на задану ширину. Функція може застосовуватися для проєктування доріг.



«Вгору/Вниз» – піднімає чи опускає об'єкти (змінюючи висоту всіх точок) на задану різницю. Це зручно для проєктування контурів будинків, зібраних по дахах, на землю при умові їх однотипності (однакової висоті).



«Символ вздовж контуру» – використовується, коли необхідно точно зорієнтувати умовний знак вздовж якогось контуру.



«Показ центрів» (на верхній інструментальній панелі) – показує центр об'єкта, після чого з'являється можливість *переміщення* всього об'єкта.

Описані операції виконуються над цілими об'єктами (або їх окремими точками). Для редагування частини об'єкта потрібно *замаркувати* необхідні точки об'єкта чи його фрагмент. Маркування точок об'єкта аналогічне помітці об'єктів карти в тому розумінні, що вказує програмі, до яких точок об'єкта слід застосовувати команди. В звичайному (немаркованому) стані поворотні точки відображаються як невеликі «вузли», перша і остання точки об'єктів виділяються вузлами більшого розміру. Марковані точки помічаються невеликими колами і порядковим номером точки в об'єкті.

Для того, щоб *маркувати* точку, потрібно підвести до неї курсор миші і виконати з контекстного меню команду «Маркувати точку». Якщо якась із точок вже маркована, то підвівши курсор до іншої точки і виконавши команду «Маркувати фрагмент», отримаємо *замаркованим* ланцюг точок від раніше маркованої до даної.

В процесі редагування також доступний ряд допоміжних сервісних команд, які можна викликати із контекстного меню чи натиснувши відповідну клавішу клавіатури:

- «*видалити точку*» (*R*) – видалляє точку об'єкта, до якої підведений курсор;
- «*вирізати лінію*» (*D*) – вирізає лінію об'єкта, до якої підведений курсор;
- «*продовжити / обрізати*» (*E*) – продовжує / обрізає існуючу лінію до лінії, над якою розташовується курсор. В режимі «Збір» клавіша «*E*» будує перпендикуляр до об'єкта.

МОДЕЛЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Після збору планових об'єктів, їх редагування, заповнення семантичних характеристик та створення підписів можна приступати до моделювання горизонталей.

1. Виділяємо всі пікети. Для цього лівою кнопкою миші потрібно вибирати один з пікетів, натиснути праву кнопку миші і вибрати команду «*Позначити весь шар*».

2. Створюємо сітку цифрової моделі рельєфу (ЦМР) командою: «*ЦМР / Створити ЦМР*». Крок сітки ЦМР (2, 5, 10, 20 м, ...) задається індивідуально (у діалоговому вікні «*Створення сітки висот з контурів*») в залежності від масштабу та кількості об'єктів, які мають висоту.

3. Якщо на карті є площові об'єкти гідрографії, то для їхнього співставлення з ЦМР використовується команда «*ЦМР / Вирівняти ЦМР всередині полігону*». Перед виконанням команди необхідно помітити ЦМР і полігон (озеро чи річку). В результаті виконання команди всім точкам ЦМР, що лежать всередині поміченого полігону, буде присвоєна його середня висота.

4. Виділяємо сітку ЦМР і виконуємо команду «*ЦМР / Горизонталі з ЦМР*», після чого з'являється вікно «*Побудова горизонталей*», в якому потрібно ввести січення рельєфу (для масштабу 1:500 стандартне січення 0,5 м).

5. Побудовані полілінії не будуть розпізнані як горизонталі. Потрібно змінити їх шар на шар «*Горизонталі*» в режимі «*Правка*». Зміну шару краще проводити відразу після побудови горизонталей, поки всі вони помічені.

6. Видалити сітку ЦМР.

Горизонталі, які виходять за межі знятого полігону потрібно відредагувати. Для цього виділяємо горизонталь,

наводимо курсор на найближчий вузол до місця, де необхідно розірвати горизонталь і виконуємо команду *«Розділити об'єкт»* з контекстного меню. Виділяємо ту частину горизонталі, яка нам не потрібна і видаляємо її. В тій частині горизонталі, що залишилась, підтягуємо крайні вузли до межі знімання.

Інший спосіб виконання цієї операції дозволяє виправити зразу всі горизонталі. Для цього будують новий полігон по крайніх точках знімання, виділяють його і виконують команду *«Сервіс / Обрізати по полігону»*. Після чого всі об'єкти за межею полігону будуть видалені.

Якщо горизонталь складається з малої кількості вузлів, то необхідно ввести додаткові точки, виконавши команду *«Правка / Додати точки»*. В діалоговому вікні *«Додавання точок в об'єкт»* потрібно ввести крок між вузлами.

Після побудови і редагування горизонталей необхідно їх згладити командою *«Правка / Згладити»* або комбінацією клавіш *«Ctrl-S»*. Цю команду виконуємо декілька разів.

При перерізі рельєфу 0,5 м кожній горизонталі, висота якої кратна 2,0 м, присвоюємо шар *«Горизонталь потовщена»*. Після цього потовщені горизонталі підписуються.

Для підпису потовщених горизонталей обираємо одну з них та з контекстного меню обираємо *«Позначити весь шар»*. Необхідно виконати підписування за параметром *«=P[-2] Підпис горизонталі»*. Встановлюємо курсор у рядок зі значенням згаданого параметра та натискаємо кнопку *«Створення /*

знищення підписів» . У діалоговому вікні *«Менеджер підписів»* обираємо шаблон підпису *«Горизонталь»*. Натискаємо кнопку *«Створити»*.

ОФОРМЛЕННЯ Й ДРУК ФРАГМЕНТІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ

Оформлення плану включає вставку і редагування рамки і легенди карти, встановлення порядку розташування об'єктів (передній або задній план) та редагування пікетів.

При редагуванні пікетів обов'язково залишаємо крайні

підкети, видаляємо підписи підкетів в місцях їх скупчення і там, де вони накладаються на елементи ситуації. Замість номерів підкетів підписуємо їх висоти і змішуємо підписи, якщо вони накладаються на ситуацію.

З допомогою команд контекстного меню *«На передній план / На задній план»* встановлюємо порядок відображення об'єктів (горизонталі проходять під будинками, люки зображуються над дорогами...).

Для вставки в карту рамки і легенди потрібно виконати команду *«Вставка / Рамка і легенда»* і з папки *«Digitals \ Maps»* відкрити необхідний файл (для масштабу 1:500 – *R-500*). При вставці рамки відбувається її автоматичне суміщення з координатами кутів рамки заданих командою *«Карта / Властивості»* (рис. 6.14). Після того, як рамка вставлена, переходимо на закладку *«Інфо»* і редагуємо підписи в позарамковому оформленні (додаток Е).

Для друку планів з Digitals можна використовувати команду *«Файл / Друк або Файл / Друк вікна»*. Команда *«Файл / Друк»* виводить на друк фрагмент карти, обмежений рамкою заданих розмірів. Команда *«Файл / Друк вікна»* виводить на друк фрагмент карти, який в даний момент видно на екрані монітору.

Також можна скористатися командою *«Файл / Експорт в / BMP»* для конвертування створеного плану у растровий формат.

6.5. ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного тому практики вказується місцезнаходження ділянки знімання, її характеристика, рельєф. Наводяться використані методи для згущення знімальної основи, вихідні пункти, характеристики прокладених ходів. Описуються використані прилади та методика вимірювань, нормативні документи, які регламентують вимоги до проведених робіт, кількість станцій знімання та знятих точок.

Всі перелічені у змісті тому схеми, журнали вимірювань, відомості оформляються згідно вимог, зазначених у попередніх пунктах.

Журнал вимірювань роздруковується після закінчення знімання.

Зразок оформлення схеми планово-висотного обґрунтування та абрис знімання наведено на рисунках 6.18–6.19.

Топографічний план викреслюється / друкується на форматі 60×60 см згідно вимог Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [10]. Обов'язковим є позарамкове оформлення. Зразок оформлення топографічного плану наведено у додатку Е.

СХЕМА
планово-висотного обґрунтування

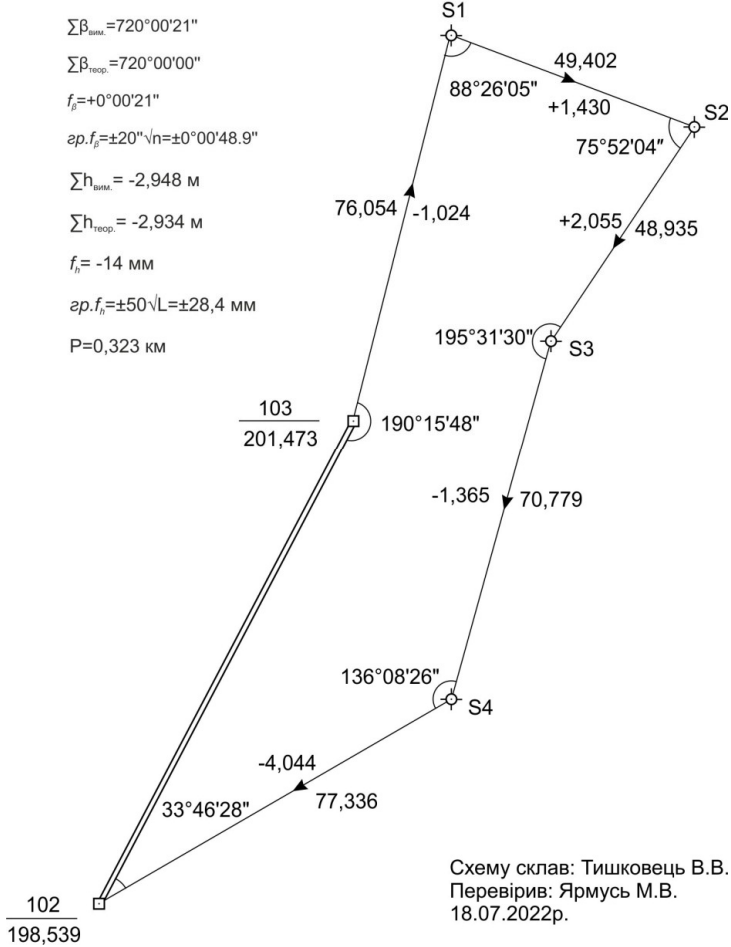


Рис. 6.18. Зразок оформлення схеми планово-висотного обґрунтування

Абрис знімання на ст. 78
 Нпр. = 1.72 м. Орієнтовано на ст. 46

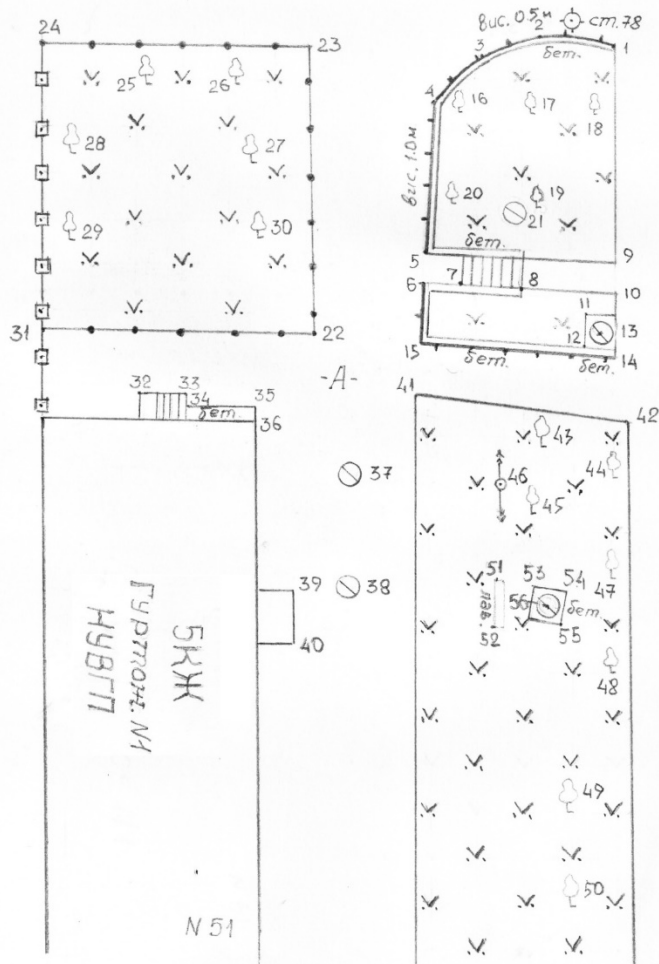


Рис. 6.19. Зразок оформлення абриса знімання

Контрольні запитання

1. Що таке тахеометричне знімання?
2. Які етапи включає тахеометричне знімання?
3. Що таке знімальна геодезична основа, і як її згущують?
4. Як визначається гранична кутова нев'язка при використанні тахеометра?
5. Які вимоги до розміщення пунктів знімальної основи?
6. Яка допустима середня помилка положення чітких контурів на плані?
7. Яка допустима віддаль від станції до пікету при тахеометричному зніманні масштабу 1:500?
8. Яка допустима віддаль між рейковими точками при тахеометричному зніманні масштабу 1:500?
9. Як контролюється зміна орієнтирного напрямку під час знімання?
10. Які контрольні дії виконуються на кожній станції тахеометричного знімання?
11. Яких вимог потрібно дотримуватись при веденні абрису?
12. Які об'єкти підписуються на топографічних планах?
13. Що включає рекогностування місцевості під час знімання?
14. Як наноситься рельєф на топографічний план?
15. Яка послідовність побудови топографічного плану після завершення знімання?
16. Що таке переріз рельєфу, і як його вибирають?
17. Як виконати орієнтування тахеометра?
18. Що таке семантичні характеристики, і як вони вносяться в абрис?
19. Як фіксується номер станції у тахеометрі?
20. Який порядок обробки матеріалів тахеометричного знімання у програмі Credo?
21. Як експортувати результати вимірювань у формат *.txt?
22. Що відображається на топографічному плані масштабу 1:500?

23. Які дані передаються на персональний комп'ютер з тахеометра?
24. Як імпортувати виміряні пікети у шаблон векторної карти?
25. Як виконати побудову горизонталей у програмі Digitals?
26. Як здійснюється редагування горизонталей у програмі Digitals?
27. Які типи об'єктів є можливість збирати у програмі Digitals?
28. Як у програмі Digitals побудувати контури вулиць за шаблоном трилінія?
29. Які елементи включає у себе позарамкове оформлення плану?
30. Як виконуються підписи об'єктів у програмі Digitals?

7. ПРИВ'ЯЗУВАЛЬНІ РОБОТИ В ПОЛІГОНОМЕТРІЇ

7.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Прив'язка до пунктів геодезичної мережі виконується з метою передачі координат та напрямків з вихідних пунктів на запроектовані [9; 14].

Польові роботи виконуються на території біля 7 навчального корпусу НУВГП. Користуючись схемою розташування вихідних пунктів (дод. А) бригада самостійно обирає розташування проектної точки, щоб забезпечити з неї видимість на необхідну кількість вихідних пунктів. Точка, координати якої визначаються, має бути *одна й та ж* для всіх розв'язуваних засічок: *пряма й обернена багатократні засічки, задача Ганзена та подвійна задача Ганзена, знесення координат на землю*. При виборі вихідних пунктів необхідно враховувати вимоги до конфігурації конкретної засічки, а також необхідність встановлення приладу на вихідні пункти в прямій засічці.

Для вимірювання кутів використовуються спосіб прийомів або спосіб кругових прийомів, залежно від кількості напрямків на станції. Для вимірювання довжин допоміжних ліній використовується електронний тахеометр або рулетка.

На запроектований пункт складаються кроки згідно вимог, наведених у пункті 4.1.

Зрівноваження засічок рекомендується виконувати у програмному комплексі Credo. Для кожної розглянутої засічки необхідно роздрукувати:

- відомість координат;
- відомість оцінки точності положення пунктів;
- схему засічки.

ОБЕРНЕНА ЗАСІЧКА

Засічки, в яких використовується мінімально необхідна кількість вихідних пунктів та вимірювань, називаються однократними. Засічки, в яких для отримання координат пункту використовують надлишкове число пунктів та вимірювань, називають багатократними.

Оберненою кутовою засічкою називається визначення положення пункту шляхом вимірювання кутів (або напрямків) на пункти, координати яких відомі з пункту, що визначається. Для оберненої однократної засічки таких відомих пунктів має бути 3, для багатократної – 4 і більше.

При цьому необхідно забезпечити таку конфігурацію засічки, щоб кути між суміжними напрямками були не менше 30° та не більше 150° .

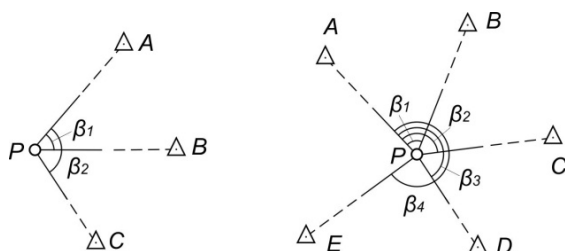


Рис. 7.1. Схема оберненої кутової засічки:
а) однократна; б) багатократна

Також варто бути уважним, щоб не отримати конфігурацію «небезпечне коло» (рис. 7.2). Адже, якщо шукана точка лежить на колі, яке проходить через вихідні пункти, то задача є нерозв'язною. Якщо шукана точка розміщена на невеликій відстані від згаданого кола, тоді точність розв'язку помітно знижується.

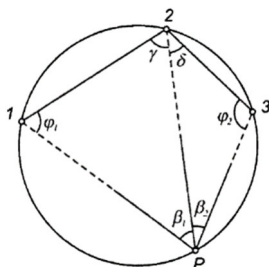


Рис. 7.2. Випадок оберненої засічки «небезпечне коло»

ПРЯМА ЗАСІЧКА

Для визначення положення пункту прямою однократною засічкою необхідно на місцевості мати два твердих пункти, на яких виміряти кути від ліній з відомими дирекційними кутами до пункту, що треба визначити. З метою контролю і підвищення точності використовують більше число вихідних пунктів та вимірюють більше число кутів. У такому випадку пряма засічка називається багатократною.

Якщо між вихідними пунктами є видимість, то така засічка називається прямою засічкою за вимірними кутами. Якщо між вихідними пунктами видимість відсутня, то такий випадок називається прямою засічкою за дирекційними кутами (рис. 7.3).

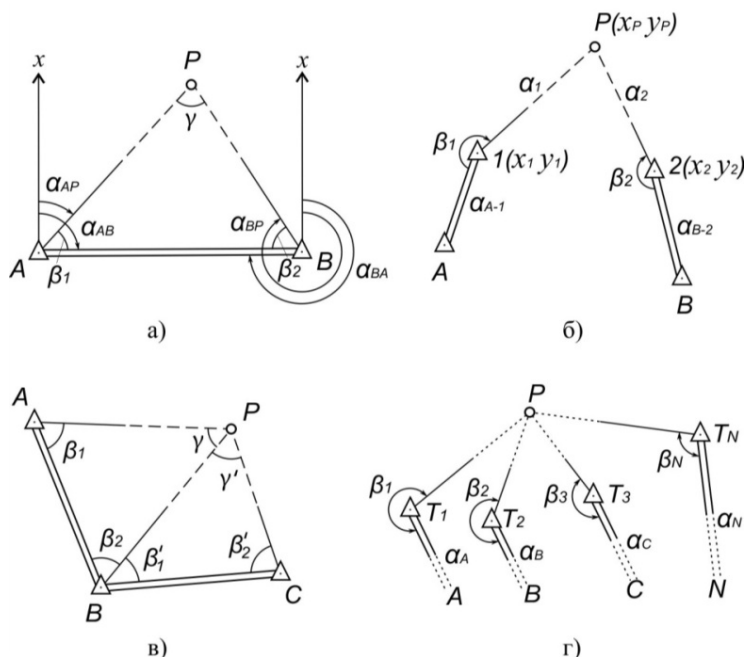


Рис. 7.3. Схема прямої кутової засічки:

- а) однократна за вимірними кутами; б) однократна за дирекційними кутами; в) багатократна за вимірними кутами; г) багатократна за дирекційними кутами

Кути між напрямками при точці, що визначається, мають бути не менше 30° і не більше 150° . Найкраща конфігурація для

засічки під кутом 90° – 110° .

ЗНЕСЕННЯ КООРДИНАТ НА ЗЕМЛЮ

Трапляються випадки, коли вихідні пункти мереж вищого класу є недоступними для встановлення приладу (шпиль, вежа тощо). У таких випадках використовують прив'язку методом знесення координат на землю (рис. 7.4). Обирають розташування проєктної точки в такому місці, щоб з неї була видимість на два вихідні пункти. На певній відстані від шуканої закріплюють допоміжну точку, до якої вимірюють відстань від шуканої та кути згідно наведеної схеми (рис. 7.4). Для контролю рекомендується використати ще одну допоміжну точку.

При цьому необхідно забезпечити таку конфігурацію засічки, щоб кути в утворених трикутниках не були гострими.

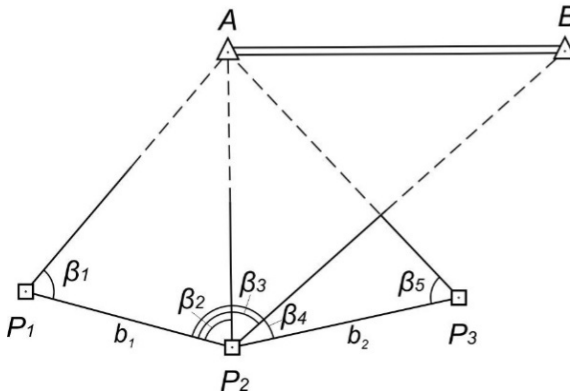


Рис. 7.4. Схема знесення координат на землю

ЗАДАЧА ГАНЗЕНА

Суть задачі Ганзена полягає у визначенні координат двох точок за двома вихідними пунктами та вимірними 4-ма кутами біля точок, що визначаються (рис. 7.5, а). При використанні трьох точок, координати яких визначаються, одержуємо конфігурацію, що називається подвійна задача Ганзена (рис. 7.5, б).

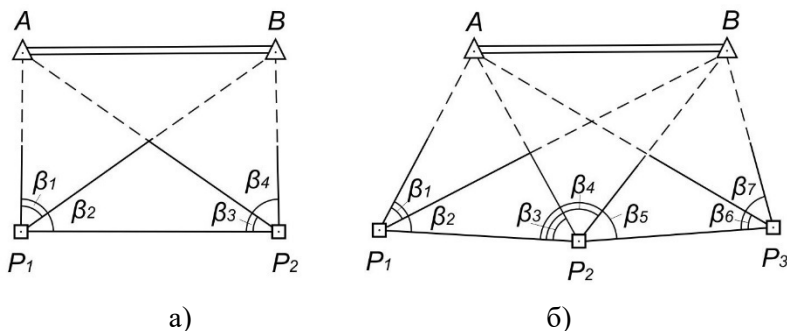


Рис. 7.5. Схема засічки:

а) задача Ганзена; б) подвійна задача Ганзена

Особливості побудови фігур в задачі Ганзена:

- лінії між шуканими точками за величиною повинні бути не менше 50% довжини вихідної сторони;
- віддаль від вихідних точок до шуканих не повинна бути менша 1/8 довжини лінії між шуканими точками;
- у всіх трикутниках не повинно бути гострих кутів (менше 30°);
- найвигіднішим випадком буде той, коли форма, створена вихідними та шуканими точками, близька до квадрата.

7.2. ЗРІВНОВАЖЕННЯ ЗАСІЧОК В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ CREDO

При зрівноваженні засічок у програмному продукті Credo_Dat для їх опису потрібно використовувати лише дві закладки: «Пункти ПВО» та «Вимірювання» [14].

ЗРІВНОВАЖЕННЯ ОБЕРНЕНОЇ КУТОВОЇ ЗАСІЧКИ

1. Запустити Credo_Dat та створити новий проєкт «Файл – Створити – Проєкт» (або комбінація клавіш «Ctrl-N»).

2. У закладці «Пункти ПВО» описати назви та координати вихідних пунктів (перехід між клітинками – «Enter») і задати їх тип – «Вихідний».

3. Перейти на закладку «Вимірювання», де у верхній частині вікна обрати тип знімання «ПВО», та у верхній таблиці вказати назву точки, координати якої визначаються. У нижній таблиці описати назви точок візування та відліки з горизонтального круга або приведені напрямки з польового журналу. Початковий напрям достатньо вводити лише один раз (без замикання горизонту). В графі «Клас (ХУ)» вказати клас (розряд) вимірів.

4. Виконати попереднє опрацювання – «Розрахунки – Попередня обробка – Розрахунок» («Ctrl-1») або натиснути на панелі інструментів кнопку . Якщо проєкт досі був не збережений – з’явиться повідомлення з запитанням чи зберегти даний проєкт (розширення файлу проєкту *.gds).

5. Виконати L_1 -аналіз – «Розрахунки – Аналіз – L_1 -аналіз» або натиснути на панелі інструментів . Послідовно буде видано два повідомлення про відсутність чи наявність грубих помилок вимірів (спочатку планових, потім – висотних). За наявності грубих помилок планових вимірювань необхідно ще раз ретельно перевірити нумерацію точок візування, послідовність візування та відліки з ГК (приведені напрямки), а також правильність введення вихідних координат точок.

6. Провести зрівноваження командою «Розрахунки – Зрівноваження – Розрахунок» («Ctrl-2») або натиснути на панелі інструментів кнопку . Праворуч, у графічному вікні має з’явитися схема (рис. 7.6), де відображаються вихідні пункти (точка в трикутнику), пункт(и), що визначаються (точка в колі), номери точок та еліпси похибок, які характеризують точність планового положення пунктів, що визначаються і є аналогом СКП планового положення точки. Положення еліпсів помилок задається такими параметрами: велика піввісь, мала піввісь, дирекційний кут великої півосі.

Для зручного відображення підписів та самих точок у графічному вікні можна підібрати масштаб знімання в меню «Дані – Властивості проєкта» в закладці «Картка проєкта».

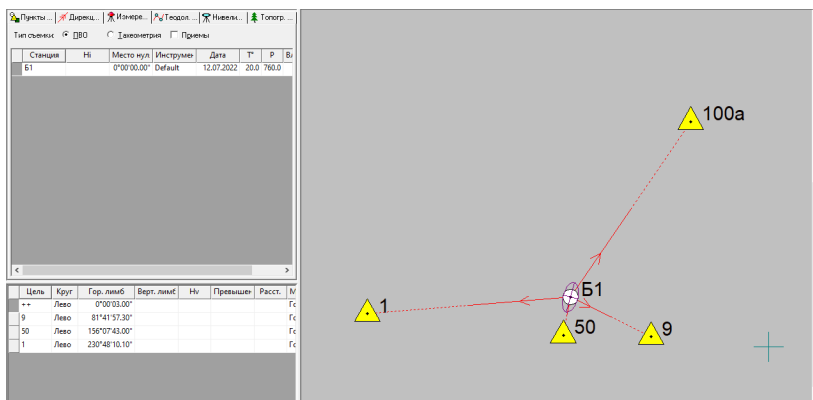


Рис. 7.6. Вікно програми з розв'язаною оберненою багатократною засічкою

ЗРІВНОВАЖЕННЯ ПРЯМОЇ КУТОВОЇ ЗАСІЧКИ

1. Виконати п. 1 та 2 аналогічно як і для оберненої засічки.
2. Перейти на закладку «Вимірювання», де у верхній частині вікна обрати тип знімання «ПВО», та у верхній таблиці задати назви вихідних точок (станцій), на яких встановлювались прилади. У нижній таблиці послідовно для кожної зі станцій описати назви точок візування та відліки з ГК або приведені напрямки з польового журналу. Початковий напрям достатньо вводити лише один раз (без замикання горизонту). В графі «Клас (ХУ)» вказати клас (розряд) вимірів.
3. Виконати п. 4, 5, 6 для оберненої засічки. Результати опрацювання наведено на рисунку 7.7.

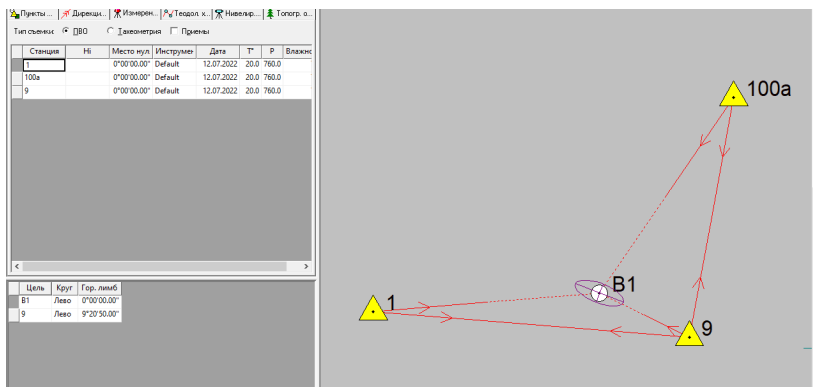


Рис. 7.7. Вікно програми з розв'язаною прямою багатократною засічкою

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ЗНЕСЕННЯ КООРДИНАТ З ВЕРШИНИ ЗНАКА НА ЗЕМЛЮ

1. Виконати п. 1 та 2 аналогічно як і для оберненої засічки.
2. Перейти на закладку «Вимірювання», де у верхній частині вікна обрати тип знімання «ПВО», та у верхній таблиці задати назви точок (станцій), на яких встановлювались прилади. У нижній таблиці послідовно для кожної зі станцій описати назви точок візування та відліки з ГК або приведені напрямки з польового журналу. А також, в графі «Відстані» вказати виміряні довжини базисів та метод їх визначення (горизонтальна або нахилена відстань; за умови вибору нахилених відстаней необхідно додатково ввести вертикальний кут або перевищення за лінією). У графі «Клас (ХУ)» вказати клас (розряд) вимірів.

3. Введених вихідних даних не достатньо для програми, щоб отримати розв'язок, тому необхідно на екрані вказати приблизне, «на око», місцеположення пунктів, координати яких визначаються і задати їм тип «Попередній». Висока точність при цьому не вимагається, але необхідно дотриматися правильного схематичного розташування пунктів – який розташовується ліворуч, який праворуч тощо.

Для цього слід скористатися командою «Дані – Пункти – Створити / Редагувати» або натиснути на панелі інструментів

кнопку  та на екрані вказати місцеположення пунктів. З'явиться вікно з координатами введенного пункту, де необхідно задати його номер та тип планових координат («Попередній»).

4. Виконати п. 4, 5, 6 для оберненої засічки. В процесі зрівноваження може з'явитися повідомлення про наявність грубих помилок планових вимірювань, що пов'язано з невідповідністю виміряних кутів та відстаней вказаним попереднім координатам точок, що визначаються. Погоджуємося з цим повідомленням, та продовжуємо. Результати опрацювання наведено на рис. 7.8.

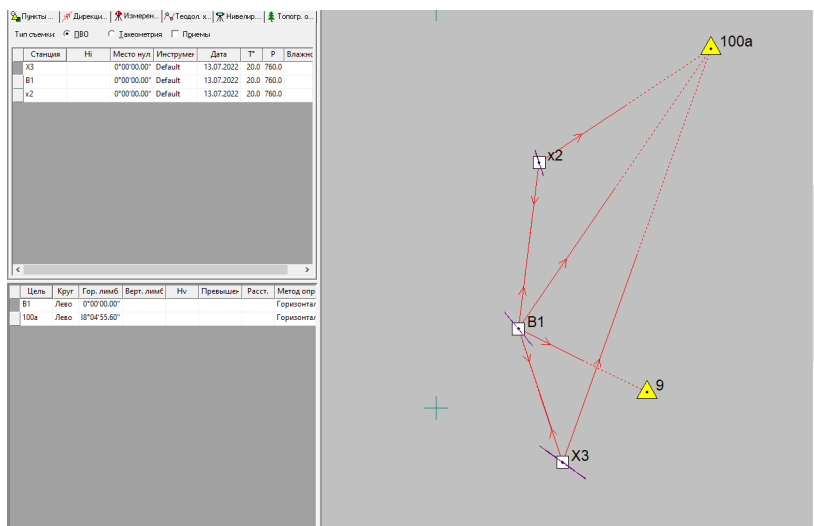


Рис. 7.8. Вікно програми зі знесеними координатами

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ГАНЗЕНА

За результатами вимірювань лише кутів задача в Credo не розв'язується. Але можна рекомендувати наступний алгоритм:

1. Виконати п. 1 та 2 аналогічно як і для оберненої засічки.
2. Перейти на закладку «Вимірювання», де у верхній частині вікна обрати тип знімання «ПВО», та у верхній таблиці задати назви вихідних точок (станцій), на яких встановлювались прилади. У нижній таблиці послідовно для кожної зі станцій

описати назви точок візування та відліки з ГК або приведені напрямки з польового журналу.

Вихідних даних для розв'язання задачі програмою недостатньо.

3. Виконати *«Дані – Пункти – Створити / Редагувати»* або натиснути на панелі інструментів  та на екрані вказати схематичне місцеположення пунктів, координати яких будуть визначатися. З'явиться вікно з координатами введеного пункту, де необхідно задати його номер та тип планових координат (*«Попередній»*).

4. На закладці *«Вимірювання»* у нижній таблиці для однієї зі станцій крім кутових вимірювань необхідно ввести приблизну відстань між точками. Найкраще її визначити, вимірявши відстань між нанесеними на екрані точками – *«Розрахунки – ОГЗ для двох пунктів»* або натиснути на панелі інструментів .

5. У налаштуваннях зрівноваження *«Розрахунки – Зрівноваження – Налаштування»* слід задати *«Баланс ваг кутових і лінійних вимірювань»* на рівні 0% (рис. 7.9). Таке налаштування дозволить програмі всі поправки при урівнюванні вводити у відстань, не змінюючи виміряні кути.

6. Виконати п. 4, 5, 6 для оберненої засічки. В процесі виконання може з'явитися повідомлення про наявність грубих помилок планових вимірювань, що пов'язано з наближеним значенням відстані між точками, які визначаються. Погоджуємося з цим повідомленням та продовжуємо. Результати опрацювання наведено на рисунку 7.10.

Настройка уравнения

Уравнивание:
☒ Плановое
☒ Высотное
☒ Высотное тригоном.
☐ Проект

Эллипсы ошибок
☒ Отображать Масштаб: 1000

СКО абсолютных отметок
☒ Отображать Масштаб: 1000

OK
Уравнивание
Отмена
Параметры <<

Параметры
500 Максимальное число итераций
0.001 Погрешность планового уравнивания
0.001 Погрешность высотного уравнивания
Баланс весов угловых и линейных измерений

Козфициент при угловых уравнениях поправок:
316.228
Баланс весов угловых и линейных уравнений:
0 %
Масштаб:
316.228

Козфициент/Баланс:
316.2 0%
1.0 50%
0.0032 100%

Масштаб:
- 10
- 10000

Рис. 7.9. Налаштування балансу ваг вимірювань

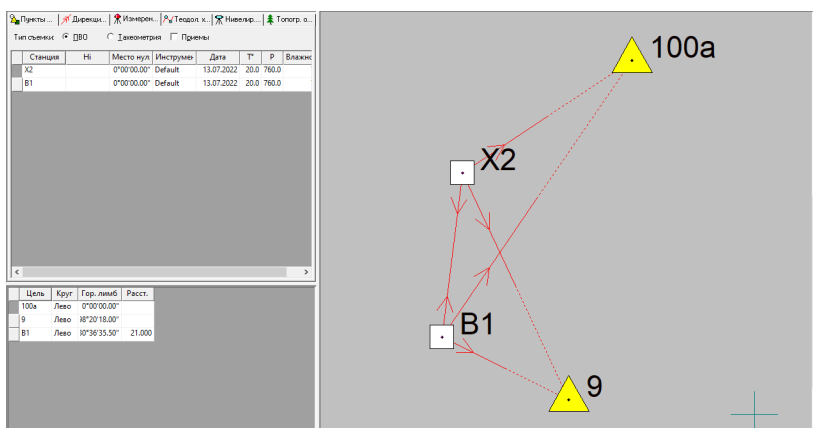


Рис. 7.10. Вікно програми з розв'язаною задачею Ганзена

РОЗВ'ЯЗАННЯ ПОДВІЙНОЇ ЗАДАЧІ ГАНЗЕНА

У випадку подвійної задачі Ганзена можна обійтися без введення умовних довжин ліній. Алгоритм розв'язку наступний:

1. Виконати п. 1–2 аналогічно як і для звичайної задачі Ганзена.

2. Виконати «Дані – Пункти – Створити / Редагувати» або натиснути на панелі інструментів  та на екрані вказати схематичне місцеположення пункту, спільного для обох задач Ганзена. З'явиться вікно з координатами нанесеного пункту, де необхідно задати його номер та тип планових координат («Попередній»). На відміну від класичної задачі, у цьому випадку досить задати приблизне місцеположення одного пункту.

3. Виконати п. 4, 5, 6 для оберненої засічки. Результати опрацювання наведено на рисунку 7.11.

Рекомендації щодо виведення схем на друк наведено у п. 4.4.

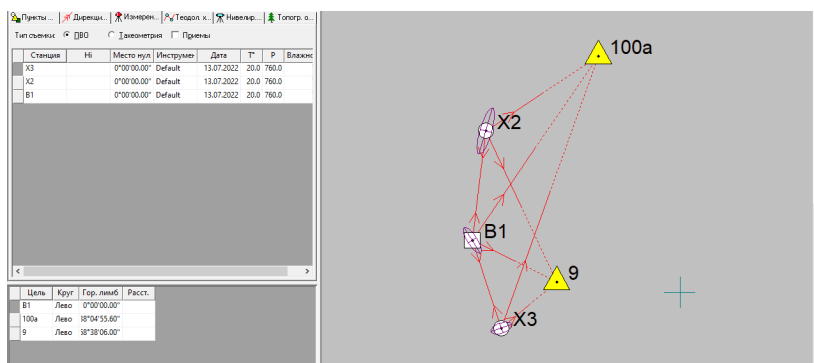


Рис. 7.11. Вікно програми з розв'язаною подвійною задачею Ганзена

7.3. ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного тому практики зазначається опис території робіт, вихідні пункти, які використовувалися для кожної задачі, їх координати, описуються основні вимоги, яких дотримувалися при виборі конфігурації.

Вказуються прилади, якими виконувалися вимірювання. Наводяться нормативні документи, які регламентують вимоги до проведених робіт.

Журнали вимірювання кутів для кожної засічки починаються з нової сторінки у тому ж журналі, де записувалися вимірювання кутів полігонометричного ходу.

Відомості координат, оцінки точності та схема зрівноваженої засічки з програми Credo роздруковуються згідно наведених раніше рекомендацій.

Також наводяться схеми вимірювань до кожної задачі (рис. 7.12–7.16) та кроки пункту, який є спільним для всіх засічок (приклад оформлення наведено на рис. 4.2).

Порівнюються координати спільної точки, одержані з різних видів засічок.

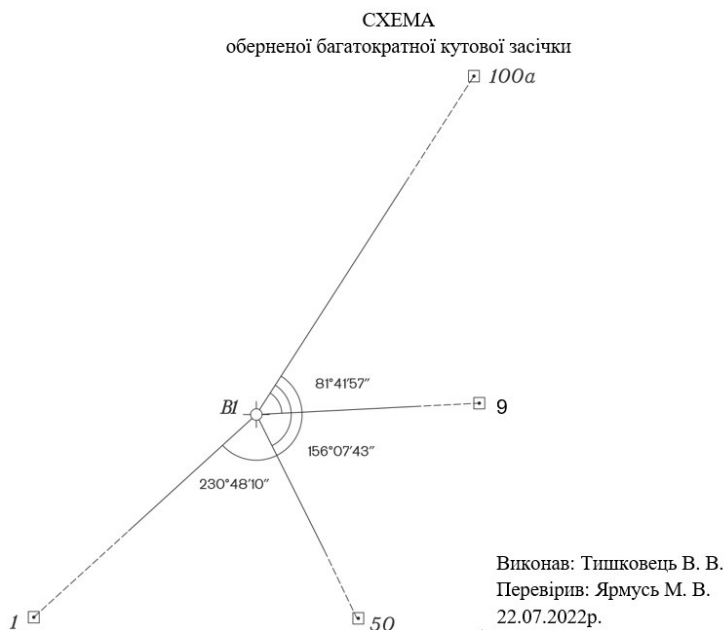


Рис. 7.12. Зразок схеми оберненої кутової засічки

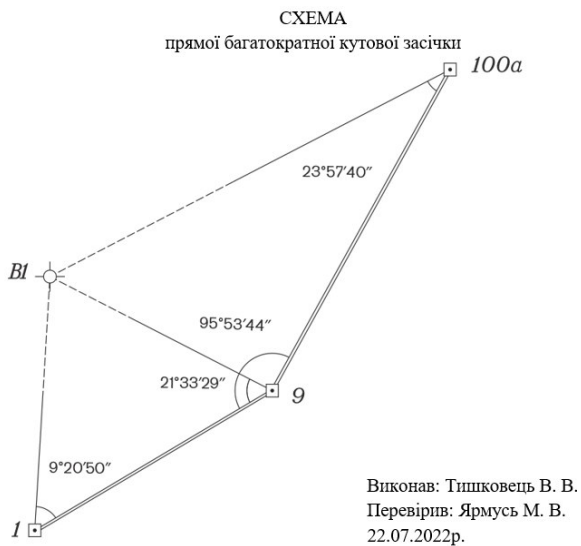


Рис. 7.13. Зразок схеми прямої кутової засічки

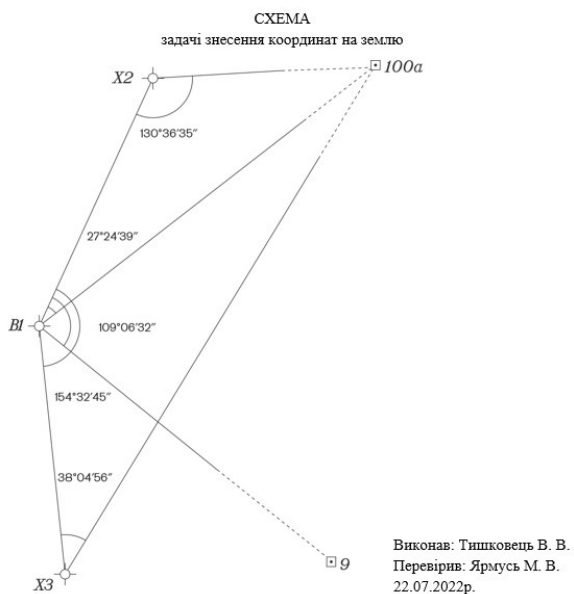


Рис. 7.14. Зразок схеми до знесення координат на землю

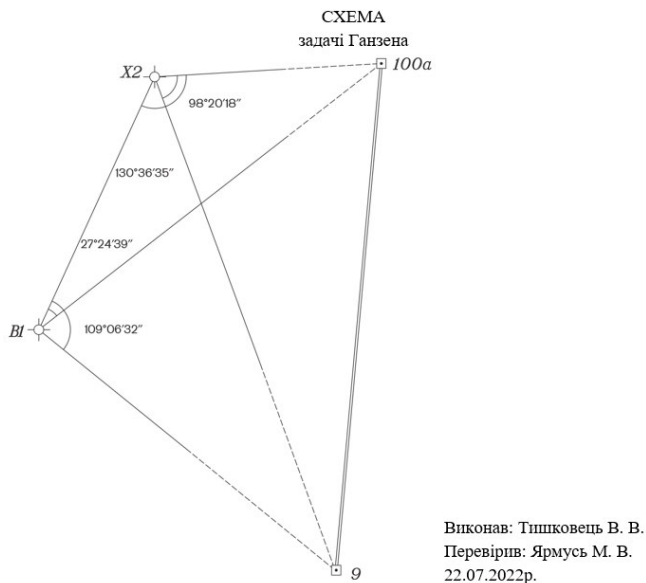


Рис. 7.15. Зразок схеми до задачі Ганзена

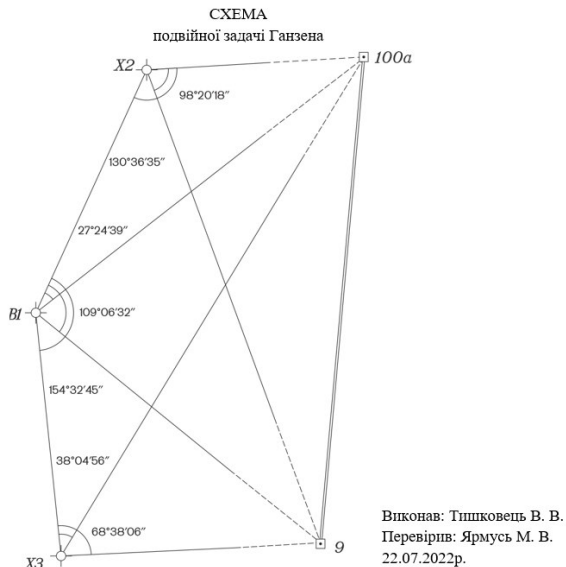


Рис. 7.16. Зразок схеми до подвійної задачі Ганзена

Контрольні запитання

1. З якою метою виконується прив'язка до пунктів геодезичної мережі?
2. Які методи засічок використовуються у прив'язувальних роботах?
3. Як обираються проєктні точки для прив'язувальних робіт?
4. Які інструменти використовуються для вимірювання кутів у прив'язувальних роботах?
5. Якими приладами здійснюється вимірювання довжин ліній у прив'язувальних роботах?
6. Що таке пряма засічка, і як вона виконується?
7. Що таке обернена засічка, і як вона виконується?
8. Яка засічка називається однократною?
9. Яка засічка називається багатократною?
10. Яка мінімальна кількість вихідних пунктів для однократної оберненої засічки?
11. Яка мінімальна кількість вихідних пунктів для багатократної оберненої засічки?
12. Скільки твердих пунктів необхідно мати на місцевості для визначення положення пункту прямою однократною засічкою?
13. Як називається пряма засічка, якщо між вихідними пунктами є видимість?
14. Як називається пряма засічка, якщо між вихідними пунктами відсутня видимість?
15. Що називається конфігурацією «небезпечне коло»?
16. Які допустимі мінімальні та максимальні значення кутів між суміжними напрямками в оберненій засічці?
17. Скільки кутів вимірюється при знесенні координат на землю з двома допоміжними точками?
18. Скільки кутів вимірюється в класичній задачі Ганзена?
19. Скільки кутів вимірюється в подвійній задачі Ганзена?
20. Які особливості побудови фігур в задачі Ганзена?
21. В якій задачі (засічці) виконуються лінійні вимірювання?

22. Які особливості опрацювання класичної задачі Ганзена в програмі Credo?

23. Які особливості опрацювання подвійної задачі Ганзена в програмі Credo?

24. Що таке знесення координат на землю, і як воно виконується?

25. Які особливості опрацювання задачі знесення координат на землю в програмі Credo?

26. При розв'язанні яких задач в програмі Credo необхідно вводити попередні значення координат шуканих пунктів?

27. Якими параметрами задається положення еліпсів помилок за результатами зрівноваження в програмі Credo?

28. Як оформлюється схема прив'язки?

29. Які документи необхідно представити у звіті з опрацювання кожної засічки?

30. Яка інформація для кожної засічки зазначається в пояснювальній записці до даного тому практики?

8. ВИРІШЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

8.1. НІВЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОГО НІВЕЛІРА

Для виконання завдання використовується цифровий нівелір Stonex D1 у комплекті зі штрихковою рейкою та штатив. Нівелювання виконується на території біля 7 навчального корпусу НУВГП між заданими викладачем реперами. Хід складається з 4–5 станцій та прокладається у прямому та зворотному напрямках.

При нівелюванні орієнтуються на допуски вимірювань для II класу.

ПРИ РОБОТІ НА СТАНЦІЇ РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ НАСТУПНА ПОСЛІДОВНІСТЬ СПОСТЕРЕЖЕНЬ:

- встановлюють нівелір посередині між рейками та приводять в робоче положення за круглим рівнем;
- вмикають прилад тривалим натисненням кнопки *Power*;
- наводять зорову трубу на задню рейку і натискають кнопку *Meas* для виконання вимірювань (рис. 8.1), записують у журнал одержані значення відліку (1) та відстані до рейки (2) (табл. 8.1);

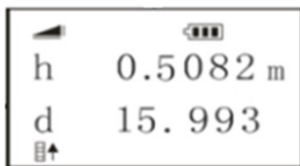


Рис. 8.1. Вигляд результатів вимірювань на дисплеї

- наводять зорову трубу на передню рейку і натискають кнопку *Meas* для виконання вимірювань, записують у журнал одержані значення відліку (3) та відстані до рейки (4);
- змінюють висоту приладу не менше як на 3 см та знову приводять нівелір у робоче положення;

- наводять зорову трубу на передню рейку і натискають кнопку *Meas* для виконання вимірювань, записують у журнал одержане значення відліка (5);
- наводять зорову трубу на задню рейку і натискають кнопку *Meas* для виконання вимірювань, записують у журнал одержане значення відліка (6).

Для записів відліків і обчислень рекомендується використовувати журнал, наведений в таблиці 8.1. Послідовність записів і опрацювання результатів у журналі позначено цифрами в дужках. Бланк журналу наведено у додатку Г.

Таблиця 8.1

Журнал нівелювання цифровим нівеліром

Дата: 25.09.2022 р.

Нівелір StonexD1 №D10000034

Хід від 12а до 100

Спостерігав: Т.Власюк

Початок: 09 год 15 хв

Записував: М.Мартинівський

Кінець: 09 год 48 хв

Погода: похмуро

Номери штатива і рейок	Відстані до рейок	Спостереження з середньої нитки, м			Середнє перевищ. $h_{сер}, \text{м}$
		З	П	h	
1	4	5	6	7	8
<u>1</u> 12а-X1	15.993 (2) 15.487 (4)	0.5082 (1) 0.5534 (6)	0.7942 (3) 0.8398 (5)	-0.2860 (8) -0.2864 (9)	-0.2862 (13)
	+0.506/+0.506 (7)	+0.0452 (10)	+0.0456 (11)	+0.0004 (12)	
<u>2</u> X1-X2	23.154 23.642	0.6484 0.6960	1.1216 1.1696	-0.4732 -0.4736	-0.4734
	-0.488/+0.018	+0.0476	+0.0480	-0.0004	
Постор. контр.	39.147 (14) 39.129 (15)	2.4060(16) 3.9252(17) -1.5192 (20)	3.9252 (17)	-1.5192(18) -0.7596 (21)	-0.7596 (19)

Довжина секції: $39.147+39.129=78.276 \text{ м.}$

ПІСЛЯ ЗАПИСУ ВІДЛІКІВ, ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НА СТАНЦІЇ ВИКОНУЮТЬ ТАК:

- обчислюють нерівність плечей $(7)=(2)-(4)$ та в знаменнику їх накопичення – сума різниць відстаней на цій та всіх попередніх станціях;
- обчислюють перевищення при різних горизонтах приладу $(8)=(1)-(4)$ та $(9)=(6)-(5)$;
- обчислюють зміну горизонту приладу $(10)=(6)-(1)$ та $(11)=(5)-(2)$;
- обчислюють різницю перевищень $(12)=(8)-(9)$, яка має дорівнювати різниці зміни горизонту $(12)=(11)-(10)$;
- обчислюють середнє перевищення $(13)=[(8)+(9)]/2$.

Значення середніх перевищень записують з точністю до 0.0001 м.

КОНТРОЛЬ НА СТАНЦІЇ:

- чисельник $(7) \leq \pm 1\text{ м}$; знаменник $(7) \leq \pm 2\text{ м}$;
- різниця перевищень $(12) = (8)-(9) = (11)-(10) \leq \pm 0.0007\text{ м}$;

Тільки після завершення всіх обчислень на станції та дотримання всіх допусків можна переходити на наступну станцію.

ПОСТОРІНКОВИЙ КОНТРОЛЬ

- (14) – сума відстаней до задньої рейки;
- (15) – сума відстаней до передньої рейки;
- (16) – сума відліків за задньою рейкою;
- (17) – сума відліків за передньою рейкою;
- (18) – сума перевищень;
- (19) – сума середніх перевищень;
- (20)=(16)-(17);
- (21)=(18)/2 – півсума перевищень;

Контроль:

- (20)=(18);
- (21)=(19).

Довжина секції або ходу в метрах визначається як сума (14)+(15).

ЗРІВНОВАЖЕННЯ НІВЕЛІРНОГО ХОДУ

Зрівноваження нівелірного ходу виконується у програмі Credo в послідовності, зазначеній у п. 5.4.

Слід врахувати, що при використанні цифрового нівеліра перевищення визначаються з точністю до 0.0001м. Тому у меню «Установки / Налаштування / Точність» слід задати точність до 4 знаків після коми для висот та перевищень (рис. 8.2).

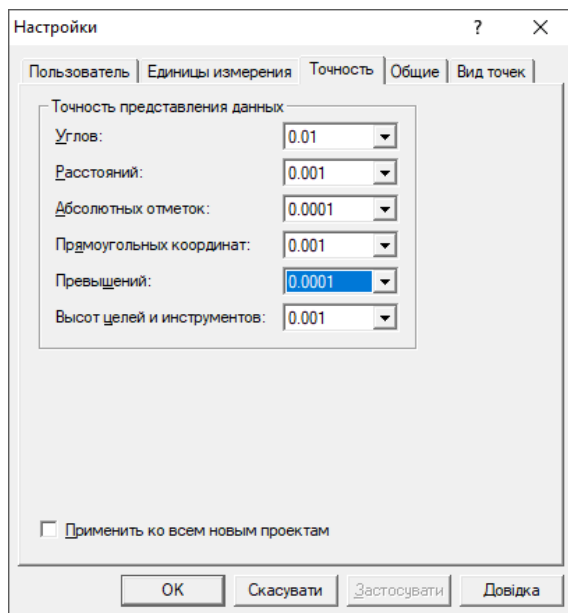


Рис. 8.2. Налаштування точності обчислень

У звіт з практики потрібно представити наступні відомості:

- характеристики нівелірних ходів;
- відомість нівелірних ходів;
- каталог висот точок;
- відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження;

- схема зрівноваженого ходу.

ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, послідовність зрівноваження ходу, характеристики прокладеного нівелірного ходу – точність ходу, вихідні реperi, кількість секцій / станцій та закладених точок, довжина ходу, величина перевищення, фактична та гранична нев'язки. Наводяться висоти вихідних реперів.

Схему нівелірного ходу складають керуючись вимогами до схеми нівелірного ходу III класу. Вимірювання на станціях записують у журнал нівелювання III класу, зробивши відповідний заголовок на початку. Решту відомостей роздруковують з програми Credo згідно наведених вище рекомендацій.

8.2. НІВЕЛЮВАННЯ II КЛАСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОТОЧНОГО ОПТИЧНОГО НІВЕЛІРА

Для виконання завдання використовується високоточний нівелір НА 1 у комплекті з 2 інварними рейками та нерозсувний штатив. Нівелювання виконується на території біля 7 навчального корпусу НУВГП за тим же ходом, що й цифровим нівеліром. Хід прокладається у прямому та зворотному напрямках.

Згідно з Інструкцією з нівелювання потрібно дотримуватись наступних вимог [4]:

- нівелювання виконують із середини, нормальна довжина плечей під час нівелювання II кл – 65 м; у разі спокійних зображень поділок рейок та збільшення зорової труби > 44 крат допускають до 75 м;
- відстань від приладу до рейок вимірюють тросом або мірною стрічкою (рулеткою). Використовувати для цього віддалемір нівеліра *забороняється*;

- нерівність плечей на станції допускають не більше 1 метра, з накопиченням у секціях не більше 2 м;
- мінімальна висота візирного променя над поверхнею не менше 50 см. В окремих випадках, при довжині плеча 30 м дозволяється виконувати спостереження при висоті променя більше 30 см;
- розходження між перевищеннями та п'ятками, обчисленими за основною та допоміжною шкалами рейок, не повинні перевищувати 0,7 мм (14 поділок барабана). Інакше – спостереження повторюють, змінивши висоту приладу більше, як на 3 см;
- граничну нев'язку розраховують за формулою $_{\text{гр}} f_h = \pm 5 \sqrt{L}$, мм, де L – довжина ходу в км.

Послідовність спостереження на станції відрізняється на парних та непарних станціях.

Непарна станція:

- Відлік за основною шкалою задньої рейки
- Відлік за основною шкалою передньої рейки
- Відлік за основною шкалою передньої рейки
- Відлік за основною шкалою задньої рейки

Парна станція:

- Відлік за основною шкалою передньої рейки
- Відлік за основною шкалою задньої рейки
- Відлік за основною шкалою задньої рейки
- Відлік за основною шкалою передньої рейки

При нівелюванні в зворотному напрямку, спостереження на непарних станціях починають з передньої рейки, а на парних – із задньої.

ВЗЯТТЯ ВІДЛІКІВ З ІНВАРНОЇ РЕЙКИ

Відліки з інварної рейки знімаються лише з одного боку, де присутні дві шкали – основна та додаткова, розташовані зі зміщенням одна відносно іншої. За основною шкалою відліки починаються з 0. Для взяття відліків за інварними рейками використовуються спеціальні нівеліри, обладнані плоско-

паралельною пластиною. Обертанням барабана мікрометра плоско-паралельну пластину можна нахилити. Відстань між сусідніми штрихами інварної рейки складає 5 мм, що відповідає 100 поділкам відлікового барабана. Тому ціна поділки барабана становить 0,05 мм.

Крім того, у таких нівелірів сітка ниток має дещо іншу форму. У правій частині сітки замість однієї горизонтальної нитки розташовано дві, які розходяться під певним кутом. Ця подвійна нитка називається *бісектором* (рис. 8.3). Для знімання відліка необхідно обертанням барабана сумістити бісектор сітки ниток із штрихом рейки, як показано на рисунку 8.3.

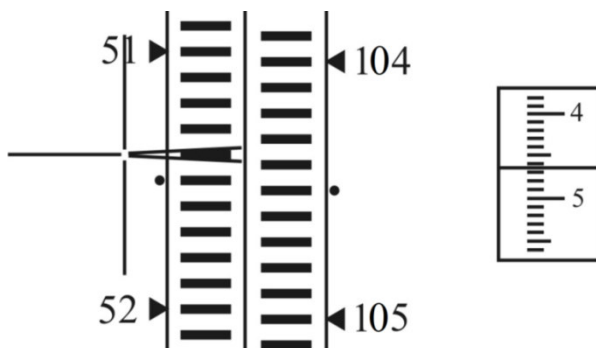


Рис. 8.3. Взяття відліка з інварної рейки та відлікового барабана

Відлік складається з двох частин: відлік з рейки $P(51,4)$ та відлік з барабана $B(46,5)$. Остаточний відлік формується з цих двох частин та виражається у півдециметрових інтервалах рейки або поділках барабана: 51,4465 або 51446,5 відповідно. Для переведення відліка у мм, необхідно помножити відлік у поділках барабана на ціну однієї поділки – 0,05 мм. Таким чином у даному прикладі відлік 51446,5 відповідає 2572,32 мм.

ПОСЛІДОВНІСТЬ РОБОТИ НА ОКРЕМІЙ СТАНЦІЇ НІВЕЛЮВАННЯ:

1. Нівелір встановлюють посередині між задньою і передньою рейками, наводять зорову трубу на рейку, яка має

спостерігатися першою, та встановлюють бульбашки встанівних рівнів на середину.

2. Наводять зорову трубу на основну шкалу рейки, яка має спостерігатися першою. *Барабан нівеліра встановлюють на відлік 50.* Елеваційним гвинтом наближено суміщують зображення кінців бульбашки контактного рівня; після цього беруть два віддалемірних відліки з рейки (1) та (2), користуючись верхньою та нижньою нитками сітки.

3. Елеваційним гвинтом *точно* суміщують зображення кінців бульбашки контактного рівня; *обертанням барабана точно наводять бісектор на найближчий штрих основної шкали;* беруть відліки з рейки (3) та барабана (4).

4. Наводять трубу на основну шкалу другої рейки й виконують усі дії, вказані у п. 2-3, беручи відліки (5)-(8).

5. Навідним гвинтом наводять трубу на додаткову шкалу другої рейки. *Зміщують циліндричний рівень обертанням елеваційного гвинта на чверть оберту; обертанням елеваційного гвинта знову точно суміщають зображення кінців бульбашки.* Повторюють решту дій, перерахованих у п.3, беручи відліки (9)-(10).

6. Наводять трубу на додаткову шкалу першої рейки й діють згідно п. 3, беручи відліки (11)-(12).

Приклад заповнення журналу нівелювання II класу наведено в таблиці 8.2. Бланк журналу нівелювання II класу наведено у додатку Г.

Таблиця 8.2

Журнал нівелювання II класу

Дата: 13.09.2023

Нівелір НА-1 № 513545

Хід від Rp5 до Rp2

Початок: 10^h30^mКінець: 10^h55^m

Погода: хмарно, зображення чітке

Спостерігав: Т. Власюк

Записував: М. Мартиновський

Номера штатива і рейок	Замальовка прив'язок	Відліки з далекомірних ниток (1/2 мм)			Відліки з бісектора (1/2 дм)				Контроль
		З	П		Основна шкала		Додаткова шкала		
					Р	Б	Р	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Rp5-Rp1		1260(1) 1440(2) 180(21) -7,90(24)	2052(5) 2228(6) 176(22) +4/+4 (23)	З П З-П h	13,5(3) 21,4(7) -7,9(13)	45(4) 47(8) -2(14)	72,7(11) 80,7(9) -8,0(16)	98(12) 10(10) +88(17)	59,253(25) 59,263(26) +10(19) / +10(20)
2 Rp1-Rp2		1738(5) 2143(6) 405(21) +2,29(24)	1505(1) 1918(2) 413(22) -8/-4 (23)	З П З-П h	19,4(7) 17,1(3) +2,3(13)	32(8) 85(4) -53(14)	78,6(9) 76,4(11) +2,2(16)	77(10) 34(12) +43(17)	59,245(25) 59,249(26) +4(19) / +14(20)
Посторінковий контроль		585(27) 0,06 км	589(28) -4 (27)-(28) 2 шт.		32,9(29) 38,5(30) -5,6(39) -5,655(37)	77(31) 132(32) -55(40)	151,3(33) 157,1(34) -5,8(41)	175(35) 44(36) +131(42) -5,669 (38) Сер. -5,662 (1/2 дм)	+14(20)

Довжина секції: $(585+589) \times 100 / 2 / 1000 = 58,7$ м

ПОСЛІДОВНІСТЬ ОБЧИСЛЕНЬ

Опрацювання результатів вимірювань на станції виконують згідно послідовності, представленій на рисунку 8.4.

№ шт. № рейок	Замальована прив'язок	Відліки з далекомірних ниток (1/2) мм			Відліки з бісектора (1/2 дм)				Контроль
		3	П		Основна шкала		Допоміжна шкала		
					Р	Б	Р	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Rp2-4		(1) (2)	(5) (6)	З П	(3) (7)	(4) (8)	(11) (9)	(12) (10)	25 26
		21=2-1 24	22=6-5 23	З-П h	13=3-7	14=4-8	16=11-9	17=12-10	19 20
					15=13+14/1000		18=16+17/1000		
Постор. контр.		27	28 27-28		29 30	31 32	33 34	35 36	20
					39=29-30	40=31-32	41=33-34	42=35-36	
		<i>l (км)</i>	<i>n (шт)</i>		37		38 Сер. = (37+38)/2 (1/2 дм)		

Рис. 8.4. Схема опрацювання журналу нівелювання II класу

КОНТРОЛЬ ОБЧИСЛЕНЬ НА СТАНЦІЇ:

$$(19) = [(15) - (18)] * 1000 = [(26) - (25)] * 1000 \leq \pm 14;$$

(20) = накопичення (19) за ходом;

$$\text{чисельник (23)} = (21) - (22) \leq \pm 20;$$

знаменник (23) (накопичення нерівності плечей за ходом) $\leq \pm 40$;

$$(24) = [(1) - (5) + (2) - (6)] / 2 / 100;$$

$$(25) = [(11) + (12) / 1000] - [(3) + (4) / 1000];$$

$$(26) = [(9) + (10) / 1000] - [(7) + (8) / 1000].$$

Для переведення віддалей (21), (22) та різниці плечей (23) у метри отримані значення слід помножити на 50 та ділити на 1000.

Для переведення перевищень (15), (18) у міліметри слід помножити значення у поділках барабана на 0,05 мм.

ПОСТОРІНКОВИЙ КОНТРОЛЬ

(27) – сума різниць відліків із далекомірних ниток за задньою рейкою;

(28) – сума різниць відліків із далекомірних ниток за передньою

рейкою;

(29) – сума відліків за рейкою по основній шкалі задньої рейки;

(30) – сума відліків за рейкою по основній шкалі передньої рейки;

(31) – сума відліків за барабаном по основній шкалі задньої рейки;

(32) – сума відліків за барабаном по основній шкалі передньої рейки;

(33)–(36) – аналогічно відлікам (29)–(32) по додатковій шкалі;

(37), (38) – сума перевищень на станціях по основній та додатковій шкалі, відповідно;

(39)=(29)-(30);

(40)=(31)-(32);

(41)=(33)-(34);

(42)=(35)-(36);

l (км) – довжина ходу (секції) в км;

n (шт.) – кількість штативів у ході (секції).

Контроль:

(37)=(39)+(40)/1000;

(38)=(41)+(42)/1000.

Довжина секції або ходу визначається так: суму (27)+(28) потрібно помножити на коефіцієнт ниткового далекоміра 100, поділити на 2 (за рахунок використання рейок з 5 мм поділками) та перевести міліметри в метри – поділити на 1000.

ЗРІВНОВАЖЕННЯ НІВЕЛІРНОГО ХОДУ

Зрівноваження нівелірного ходу виконується у програмі *Credo* в послідовності, зазначеній у п. 5.4.

При цьому в меню *«Установки / Налаштування / Точність»* слід задати точність до 4 знаків після коми для висот та перевищень.

У звіт з практики потрібно представити наступні відомості:

- характеристики нівелірних ходів;
- відомість нівелірних ходів;
- каталог висот точок;
- відомість оцінки точності висотного положення пунктів за результатами зрівноваження;

- схема зрівноваженого ходу.

ЗМІСТ МАТЕРІАЛІВ ЗВІТУ

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, послідовність зрівноваження ходу, нормативні документи, які регламентують вимоги до проведених робіт, характеристики прокладеного нівелірного ходу – точність ходу, вихідні реperi, кількість секцій / станцій та закладених точок, довжина ходу, величина перевищення, фактична та гранична нев'язки. Наводяться висоти вихідних реперів.

Схему нівелірного ходу складають керуючись вимогами, аналогічними до схеми нівелірного ходу III класу. Перевищення на схему виписують до 4 знаків після коми. Вимірювання на станціях записують у журнал нівелювання II класу. Решту відомостей роздруковують з програми Credo згідно наведених вище рекомендацій.

8.3. РОЗМІЧУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОГО РОТАЦІЙНОГО НІВЕЛІРА

Для виконання завдання використовується лазерний ротаційний нівелір Nivel System NL200, штатив, лазерний сенсор RD 400 та нівелірна рейка (для кріплення сенсора). Необхідно позначити кілками вершини чотирикутної ділянки, зафіксувавши їх на однаковій заданій висоті. Робота виконується на території біля 7 навчального корпусу НУВГП на вказаній викладачем ділянці.

ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗМІЧУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ НАСТУПНА [12]:

1. Встановлюємо ротаційний нівелір горизонтально на штативі посередині проєктної ділянки.
2. Вмикаємо прилад. Після того, як інструмент вирівнюється, лазерна головка починає обертатися, утворюючи лазерну площину.

3. Прикріплюємо лазерний сенсор на рейку, розміщуємо рейку на опорній точці (верх кілка, висота якого задана викладачем як нульова) та пересовуємо датчик по рейці, щоб отримати показник потрібної висоти (рис. 8.5).



Рис. 8.5. Вигляд піктограм індикації дисплея лазерного сенсора RD 400

4. Переміщуємо рейку з сенсором на іншу точку, висоту якої потрібно встановити на задану. Керуючись показниками дисплея індикатора піднімаємо або опускаємо рейку, щоб виставити верхню площину кілка на потрібну висоту. *Змінювати необхідно саме положення, а не пересовувати датчик по рейці!*

5. Повторюємо дії з п. 4 на двох точках, що залишилися.

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань. Наводиться фотографія розміченої ділянки із кілками, закріпленими на однаковій висоті.

8.4. ПОШУК ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРАСОШУКАЧА

Для виконання завдання використовується трасошукач Leica Digicat 200 та генератор Leica Digitex 8/33. Необхідно знайти комунікації, які залягають на вказаній ділянці. Робота виконується на території біля 7 навчального корпусу НУВГП.

ПОШУК КОМУНІКАЦІЙ

Пошук виконується за наступною методикою [5, 12].

1. Визначаємо ділянку, на котрій виконується пошук. Варто звернути увагу на ознаки прокладання підземних комунікацій (оглядові колодязі, нові смуги асфальту, просідання покриття тощо).

2. Вмикаємо трасошукач. Після увімкнення прилад автоматично входить в режим пошуку силових кабелів.

3. Рухаємось в межах майданчика за схемою руху, вказаною на рисунку 8.6. Трасошукач необхідно тримати вертикально, на мінімальній відстані від поверхні землі, не розгойдуючи його.

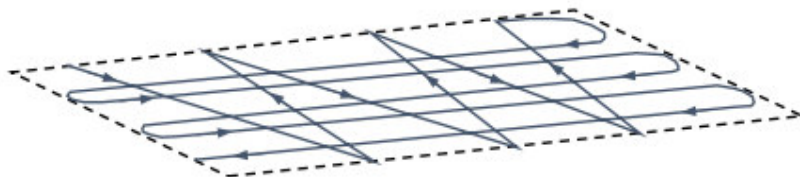


Рис. 8.6. Схема виконання пошуку

4. Продовжуємо пошук до виявлення сигналу, або до закінчення обстеження всього майданчика. Під час виявлення комунікації, буде поданий звуковий сигнал, відлік на шкалі індикації прийнятого сигналу буде зростати по мірі наближення до комунікації та знижуватись у разі віддалення від неї. Шукаємо максимальний сигнал на шкалі інтенсивності рівня прийнятого сигналу (рис. 8.7).

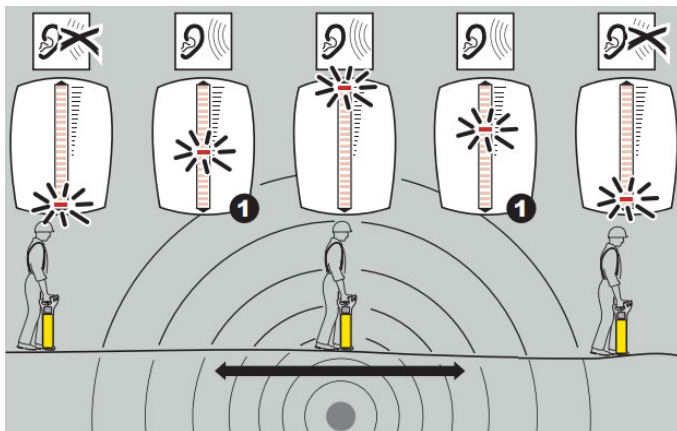


Рис. 8.7. Визначення точного положення комунікації

5. Для визначення напрямку комунікації розташовуємо пристрій безпосередньо над комунікацією та обертаємо Digicat навколо своєї осі, поки рівень сигналу не наблизиться до нуля. Відсутність сигналу, свідчить про те, що пристрій направлено вздовж осі комунікації (рис. 8.8).

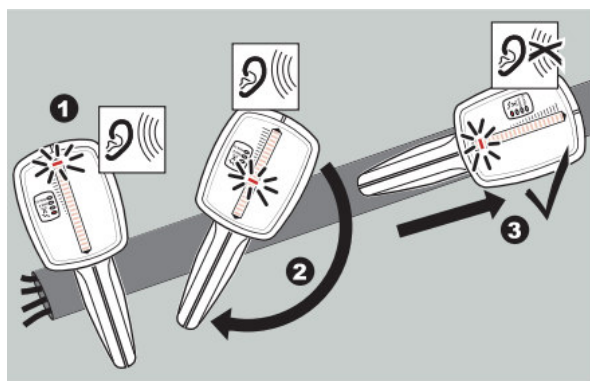


Рис. 8.8. Визначення напрямку комунікації

6. Робимо помітку крейдою на місці виявленого положення силового кабелю.

Після обстеження всієї ділянки перемикаємося в режим пошуку комунікацій зв'язку та повторюємо пошук комунікацій.

Після завершення пошуку силових комунікацій та ліній зв'язку, виконуємо пошук металевих трубопроводів, використовуючи генератор сигналу Leica Digitex 8/33.

Генератор Digitex може працювати у двох режимах: індуктивному та в режимі під'єднання. В обох режимах можлива робота на частоті 8 КГц та 33 КГц. В індуктивному режимі сигнал подається на трубу без фізичного під'єднання до неї. Достатньо розташувати генератор над комунікацією, розвернути так, щоб стрілки на корпусі співпали з напрямком труби та увімкнути генератор. Недоліком цього режиму є те, що сигнал подається на всі комунікації, розташовані поруч. Така процедура буде ефективною, якщо на ділянці знаходиться лише одна комунікація. Режим безпосереднього під'єднання до комунікації є найбільш ефективним. З'єднувальний штекер під'єднують до генератора, металевий прут заземлення встромляють у землю якомога далі від труби, червоний дріт під'єднують до комунікації, а чорний – до заземлення. *Застереження з техніки безпеки – не під'єднувати дріт до комунікацій під напругою.* Після підключення генератора до комунікації вмикаємо його та обираємо режим роботи 33 кГц. У цьому режимі є можливість визначати глибину залягання комунікацій. Шукаємо положення комунікації в порядку, описаному вище (на трасошукачі теж обираємо режим 33 кГц). Розмістивши прилад перпендикулярно до положення комунікації натискаємо і відпускаємо кнопку визначення глибини. На дисплеї відобразиться показник глибини залягання комунікації.

Якщо під землею розміщуватиметься комунікація значного діаметру, пристрій визначить глибину залягання верхньої точки комунікації. У разі, якщо виконуватиметься пошук комунікацій незначного діаметра, буде ідентифіковано глибину залягання центра комунікації.

Рекомендується для фіксації положення різних видів комунікацій використовувати різні види позначень крейдою (хрестик, коло, трикутник...).

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика

вимірювань, наводиться фотографія з позначками виявлених місцеположень комунікацій (рис. 8.9).



Рис. 8.9. Розташування виявлених комунікацій

8.5. ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ТАХЕОМЕТРА

Для виконання завдань використовується електронний тахеометр Leica TCR 405 Ultra, світловідбивач зі штангою та штатив. Робота виконується на території біля 7 навчального корпусу НУВГП.

Для виконання перших трьох наведених далі завдань необхідно запроектувати чотирикутну ділянку біля 7 корпусу НУВГП. Рекомендується це виконати за допомогою програми Digitals, побудувавши чотирикутник у заданому викладачем місці. У двох наступних завданнях дві точки заданого чотирикутника будуть переноситись в натуру за координатами, а дві інші – за розмічувальним кресленням. Координати точок ділянки можна отримати з контекстного меню за допомогою команди «Властивості». Для виконання третього завдання нам знадобиться інформація про площу ділянки, яку можна переглянути у її атрибутах (рис. 8.10).

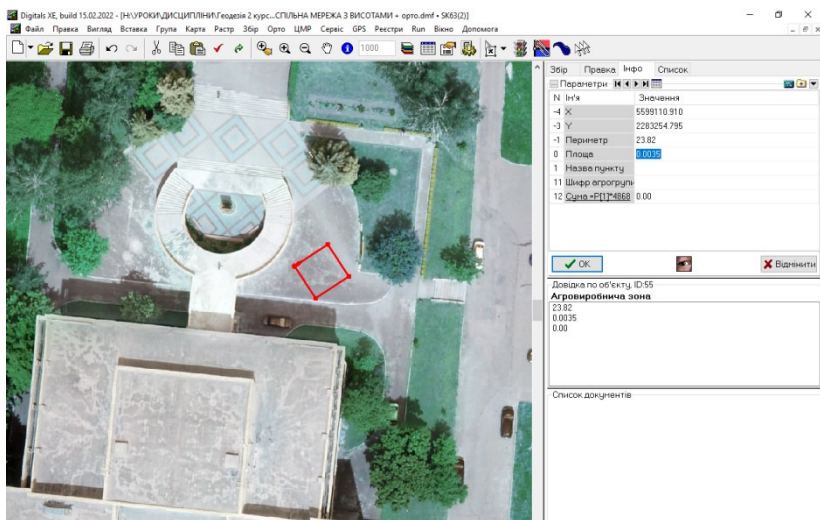


Рис. 8.10. Запроектована ділянка та інформація про її площу

8.5.1. ПЕРЕНЕСЕННЯ ПЛАНОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ТОЧКИ В НАТУРУ ЗА КООРДИНАТАМИ

Для виконання завдання необхідно мати два вихідних пункти (для встановлення приладу та його орієнтування) і дві проектні точки ділянки, які необхідно винести в натуру. Координати вихідних пунктів та їх розташування задає викладач. Для перенесення в натуру використовуються дві перші точки ділянки, запроектованої на рисунку 8.10. Всі необхідні розмічувальні елементи обчислить тахеометр за відомими координатами.

Номери та координати точок вносяться в пам'ять тахеометра або перед початком роботи, або безпосередньо в процесі виконання прикладної задачі. Якщо таких точок багато, то є можливість автоматично завантажити файл з координатами точок у пам'ять тахеометра.

Розглянемо послідовність дій для варіанту ручного опису точок у пам'яті тахеометра перед початком робіт.

1. Вмикаємо прилад, приводимо його у робоче положення та створюємо новий проєкт, як описано у п. 6.2.

2. Обираємо пункт меню «*MENU / Файл (F4) / Тверді точки (F2)*» та, обравши «*Новий(F3)*», описуємо номери та планові координати 4 відомих точок (2 вихідні та 2 проєктні для винесення в натуру). Внесення кожної точки в пам'ять тахеометра підтверджуємо натисканням кнопки «*Ok*» (F4)».

3. Активуємо прикладну програму розбивки – «*MENU / Програми (F1) / Розбивка (F2)*».

4. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*» та перевіряємо, чи ми знаходимося у потрібному проєкті.

5. Активуємо функцію «*Вибір станції (F2)*» та обираємо потрібне ім'я станції зі списку записаних в пам'ять пунктів командою «*Список (F3)*».

6. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції, натиснувши «*Ok* (F4)».

7. Активуємо функцію «*Орієнтування (F3)*» та обираємо варіант «*Координати (F2)*» (рис. 8.11).

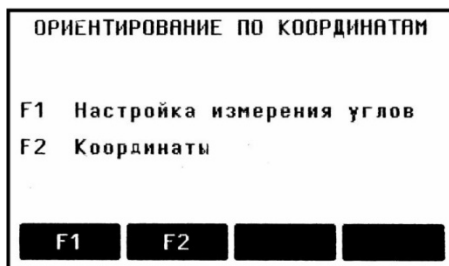


Рис. 8.11. Вибір варіантів орієнтування

8. Обираємо пункт орієнтування через команду «*Список (F2)*», перевіряємо висоту відбивача, наводимо на відбивач, встановлений в орієнтирній точці та виконуємо вимірювання «*ALL (F2)*». На запитання «Чи хочете ви виконати додаткові вимірювання» натискаємо «*Hi* (F4)».

9. Активуємо функцію «*Запуск (F4)*» та у рядку «*PtID*» обираємо першу проєктну точку для винесення в натуру.

10. Після вибору проєктної точки підпрограма виводить на дисплей розмічувальні елементи. Стрілки «вліво», «вправо», «вниз», «вгору» підказують виконавцю, куди необхідно повертати чи зміщувати відбивач (рис. 8.12). Плавню повертаємо тахеометр навколо осі доти, поки значення кутового елементу стане рівним нулю $0^{\circ}00'00''$.



Рис. 8.12. Винесення точки в натуру в режимі «Розбивка»

11. Встановлюємо відбивач у створі заданого напрямку на віддалі, відображений в рядку  та виконуємо вимірювання кнопкою «РАССТ. (F2)». Після цього на дисплеї тахеометра відобразяться нові значення розмічувальних елементів. Для віддалі знак «+» означає, що потрібно відходити далі від тахеометра, знак «-» – що потрібно підходити ближче до тахеометра.

12. Зміщуємо положення відбивача у визначеному напрямку та повторюємо вимірювання до тих пір, поки поздовжній елемент стане рівний нулю (в межах 0.01 м). Помічаємо крейдою місцеположення точки.

Обираємо наступну проєктну точку та повторюємо дії 10–12 для винесення в натуру точки.

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань. Наводиться фотографія з позначками винесених в натуру двох вершин ділянки та фотографії дисплея тахеометра на момент фіксації точки (розмічувальні елементи мають бути близькими до нуля).

8.5.2. ПЕРЕНЕСЕННЯ ПЛАНОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ТОЧКИ В НАТУРУ ЗА РОЗМІЧУВАЛЬНИМ КРЕСЛЕННЯМ

У цьому завданні необхідно винести в натуру дві інші точки ділянки, запроєктованої на рисунку 8.10. Всі необхідні розмічувальні елементи можна визначити користуючись програмами Digitals, Credo або обчислити вручну за відомими формулами оберненої геодезичної задачі. Для виконання завдання також використовуються координати двох вихідних пунктів з п. 8.5.1 (для встановлення приладу та його орієнтування).

Розглянемо послідовність визначення розмічувальних елементів для винесення точок у натуру полярним способом на прикладі програми Digitals.

1. До файлу з запроєктованою ділянкою (рис. 8.10) додаємо вихідний базис. Для цього, використовуючи вкладку *«Збір»*, будуємо довільну лінію. Далі обираємо її та на вкладці *«Правка»* в блоці *«Операції з точками»* вибираємо команду *«Правка об'єкта»*. У вікні *«Властивості об'єкта»* вводимо правильні координати вихідних точок та натискаємо *«Закрити»* (рис. 8.13). Для автоматичної побудови розмічувального креслення важливо, щоб першою в базисі була вказана точка орієнтування, а кінцевою – станція.

2. Обираємо спочатку базисну лінію, а потім, утримуючи клавішу *«Ctrl»*, виділяємо ще й проєктну ділянку.

3. Виконуємо команду меню *«Вставка / Проміри і схема»*, у вікні *«ВставкаПроміри»* обираємо *«Схема вимірювань»* та натискаємо *«Ok»*. На екрані відобразяться розмічувальні елементи (горизонтальний кут від лінії орієнтування та відстань від станції) для винесення проєктних точок (рис. 8.14).

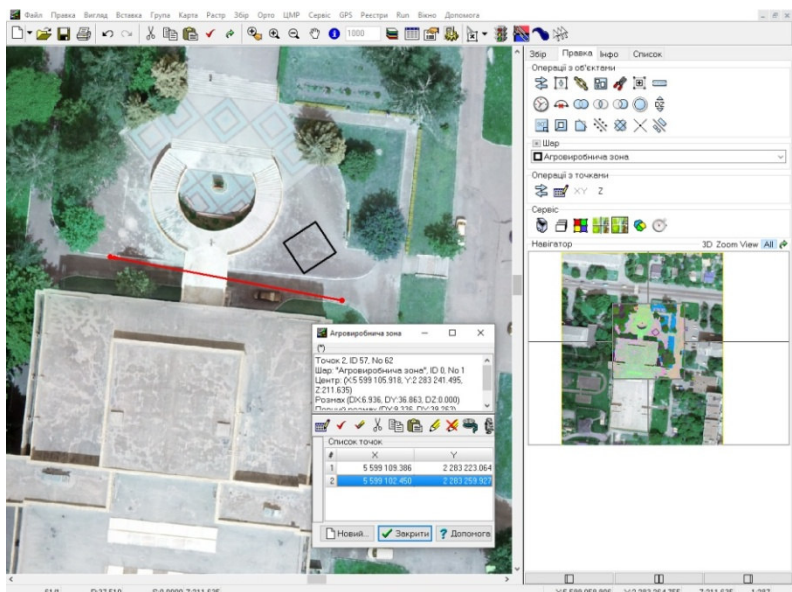


Рис. 8.13. Векторизація вихідного базису



Рис. 8.14. Розмічувальне креслення

Необхідно винести в натуру дві точки ділянки, які не виносилися у попередньому завданні. Для цього необхідно виконати наступні дії з тахеометром.

1. Вмикаємо прилад та приводимо його у робоче положення, як описано у п. 6.2.

2. Активуємо прикладну програму знімання «*MENU/ Програми (F1) / Знімання (F1)*».

3. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*» та перевіряємо, чи ми знаходимося у проєкті, який створили у попередньому завданні.

4. Активуємо функцію «*Вибір станції (F2)*» та обираємо потрібне ім'я станції зі списку записаних у попередньому завданні в пам'ять пунктів командою «*Список(F3)*».

5. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції, натиснувши «*Ok (F4)*».

6. Активуємо функцію «*Орієнтування (F3)*» та обираємо варіант «*Налаштування вимірювання кутів (F1)*».

7. Задаємо ім'я точки орієнтування, вводимо висоту відбивача та навівшись на відбивач, встановлений у орієнтирній точці, обнуляємо відлік за горизонтальним кругом клавішею «*H_z=0 (F1)*» і виконуємо вимірювання «*ALL (F4)*».

8. Активуємо функцію «*Запуск (F4)*» та переходимо у режим виконання тахеометричного знімання. При цьому на екрані відображається величина горизонтального кута, що відраховується від орієнтирного напрямку.

9. Повертаємо тахеометр навколо осі доти, поки значення кутового елементу стане рівним вирахованому (рис. 8.14).

10. Встановлюємо відбивач у створі заданого напрямку (рис. 8.15) на відстані, що приблизно рівна розрахованій проєктній (рис. 8.14) та виконуємо вимірювання кнопкою «*РАССТ (F1)*». Після цього на дисплеї тахеометра висвітиться значення виміряної відстані до відбивача.

11. Оцінюємо відхилення виміряної відстані від проєктної, зміщуємо положення відбивача у визначеному напрямку та повторюємо вимірювання до тих пір, поки виміряна відстань не співпаде з проєктною (в межах 0.01м). Помічаємо крейдою місцеположення точки.

Виносимо в натуру наступну проєктну точку, повторивши дії 9–11.



Рис. 8.15. Контроль розмічувальних елементів на дисплеї тахеометра

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, схема з визначеними розмічувальними елементами. Наводиться фотографія з позначками винесених в натуру двох вершин ділянки та фотографії дисплея тахеометра зі значеннями горизонтального кута та відстані близькими до розрахованих розмічувальних елементів.

8.5.3. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ДІЛЯНКИ

У цьому завданні необхідно тахеометром визначити площу ділянки за винесеними в натуру у попередніх завданнях 4 точками. Визначена на місцевості площа ділянки має співпасти (в межах 0,1 м²) з площею ділянки, запроектованої у програмі Digital (рис. 8.10).

Послідовність дій при вимірюванні площі наступна.

1. Вмикаємо прилад та приводимо його у робоче положення, як описано у п. 6.2.

2. Активуємо прикладну програму обчислення площі «MENU / Програми (F1) /PAGE / Площа (3D) і об'єм (F2)» (рис. 8.16). Якщо завдання виконується безпосередньо після попереднього і прилад зорієнтований, то можна відразу переходити до дії 8.

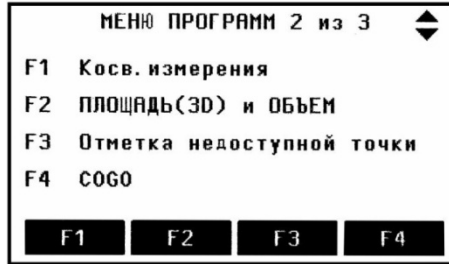


Рис. 8.16. Вибір прикладної програми

3. Активуємо функцію «Вибір проєкту (F1)» та перевіряємо, чи ми знаходимося у потрібному проєкті.

4. Активуємо функцію «Вибір станції (F2)» та обираємо потрібне ім'я станції зі списку записаних в пам'ять пунктів командою «Список(F3)».

5. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції, натиснувши «Ok (F4)».

6. Активуємо функцію «Орієнтування (F3)» та обираємо варіант «Налаштування вимірювання кутів (F1)».

7. Задаємо ім'я точки орієнтування, вводимо висоту відбивача та навівшись на відбивач, встановлений у орієнтирній точці, обнуляємо відлік за горизонтальним кругом клавішею «Hz=0 (F1)» і виконуємо вимірювання «ALL (F4)».

8. Активуємо функцію «Запуск (F4)» та переходимо в режим визначення площі.

9. Обходячи ділянку за годинниковою стрілкою виконуємо вимірювання на першу, другу і наступні точки – командою «ALL (F1)». В процесі виконання вимірювань точки відображаються на дисплеї.

10. Після виконання вимірювань на 4 точки активуємо команду «РЕ-ТИ (F3)». На екрані відобразиться площа та периметр ділянки (рис. 8.17).

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, наводиться фотографія розташування ділянки (рис. 8.18) та фотографія дисплея тахеометра з визначеною

площею. Порівнюється визначена на місцевості площа із запроєктованою у програмі Digital.

РЕЗ. ПЛОЩАДЬ(2D) И ОБЪЕМ 1/2	
Тчк :	4
Плшд:	0.003 га
Плшд:	27.274 m ²
Прмр:	21.862 m
Объм:	-----
Нов. у-к	Дп. т-ки

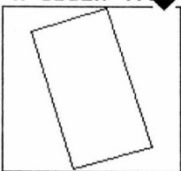


Рис. 8.17. Визначена площа ділянки

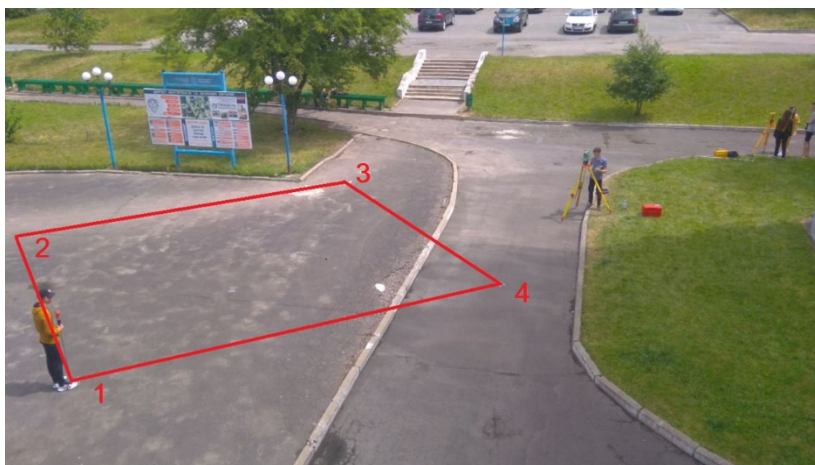


Рис. 8.18. Розташування ділянки на місцевості

8.5.4. ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОСТУПНОЇ ВИСОТИ

У цьому завданні необхідно тахеометром визначити висоту недоступного об'єкта, вказаного викладачем (стовп, дерево, провисання дротів тощо). Для цього достатньо виконати вимірювання на відбивач, встановлений під таким об'єктом, а потім навести зорову трубу на необхідну верхню точку.

Послідовність дій при визначенні висоти недоступного об'єкта наступна.

1. Вмикаємо прилад та приводимо його у робоче положення, як описано у п. 6.2.

2. Активуємо прикладну програму визначення висоти недоступного об'єкта «*MENU / Програми (F1) / PAGE / Відмітка недоступної точки (F3)*» (рис. 8.16). Якщо завдання виконується безпосередньо після попереднього і прилад зорієнтований, то можна відразу переходити до дії 8.

3. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*» та перевіряємо, чи ми знаходимося у потрібному проєкті.

4. Активуємо функцію «*Вибір станції (F2)*» та обираємо потрібне ім'я станції зі списку записаних в пам'ять пунктів командою «*Список (F3)*».

5. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції, натиснувши «*Ok (F4)*».

6. Активуємо функцію «*Орієнтування (F3)*» та обираємо варіант «*Налаштування вимірювання кутів (F1)*».

7. Задаємо ім'я точки орієнтування, вводимо висоту відбивача та навівшись на відбивач, встановлений в орієнтирній точці, обнуляємо відлік за горизонтальним кругом клавішею «*H_z=0 (F1)*». Виконуємо вимірювання – команда «*ALL (F4)*».

8. Активуємо функцію «*Запуск (F4)*» та переходимо в режим визначення висоти.

9. Встановлюємо відбивач на землю під точкою, висоту якої потрібно визначити, контролюємо, чи правильно введена висота відбивача та виконуємо вимірювання – команда «*ALL (F3)*» (рис. 8.19).

10. Після відображення результатів вимірювання наводимо зорову трубу на точку, висоту якої потрібно визначити. У рядку  відображається висота недоступного об'єкта, у рядку «*відмітка*» – висота верху об'єкта з врахуванням введеної висоти станції (рис. 8.20).

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, наводиться фотографія об'єкта, висота якого

визначалася (рис. 8.21) та фотографія дисплея тахеометра з визначеною висотою.

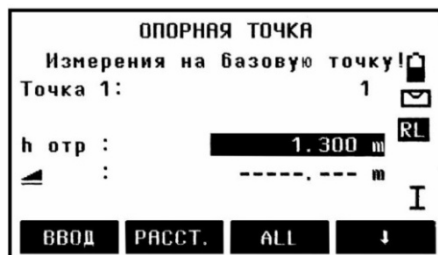


Рис. 8.19. Вимірювання на відбивач, встановлений під недоступною точкою

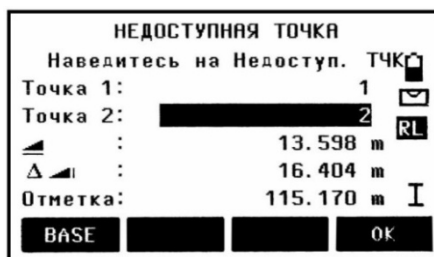


Рис. 8.20. Визначена висота недоступного об'єкта



Рис. 8.21. Недоступний об'єкт, висота якого визначалася

8.5.5. ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОСТУПНОЇ ВІДСТАНІ

У цьому завданні необхідно тахеометром визначити довжину недоступного об'єкта, вказаного викладачем (вікно, комин, антена тощо). Для цього достатньо виконати вимірювання у безвідбивачевому режимі на кінці заданої лінії.

Послідовність дій при визначенні довжини недоступного об'єкта наступна.

1. Вмикаємо прилад та приводимо його у робоче положення, як описано у п. 6.2.

2. Активуємо прикладну програму визначення недоступної відстані «*MENU / Програми (F1) / PAGE / Опосередковані вимірювання (F1)*» (рис. 8.16). Якщо завдання виконується безпосередньо після попереднього і прилад зорієнтований, то можна відразу переходити до дії 8.

3. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*» та перевіряємо, чи ми знаходимося у потрібному проєкті.

4. Активуємо функцію «*Вибір станції (F2)*» та обираємо потрібне ім'я станції зі списку записаних в пам'ять пунктів командою «*Список (F3)*».

5. Вводимо висоту приладу та зберігаємо опис станції, натиснувши «*Ok (F4)*».

6. Активуємо функцію «*Орієнтування (F3)*» та обираємо варіант «*Налаштування вимірювання кутів (F1)*».

7. Задаємо ім'я точки орієнтування, вводимо висоту відбивача та навівшись на відбивач, встановлений у орієнтирній точці, обнуляємо відлік за горизонтальним кругом клавішею «*Hz=0 (F1)*». Виконуємо вимірювання – команда «*ALL (F4)*».

8. Активуємо функцію «*Запуск (F4)*», обираємо «*Полігон (F2)*» (рис. 8.22) та переходимо в режим вимірювання довжини.

9. Вмикаємо безвідбивачевий режим вимірювання кнопкою «*FNC / Перемикання між RL та IR (F3)*».

10. Послідовно наводимо зорову трубу на кінці заданого об'єкта та виконуємо вимірювання кнопкою «*ALL (F3)*». На екрані відобразиться нахилена відстань, горизонтальне прокладення та перевищення між виміряними точками (рис. 8.23).

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, наводиться фотографія об'єкта, довжина якого визначалася (рис. 8.24) та фотографія дисплея тахеометра з визначеною довжиною.



Рис. 8.22. Вибір режиму вимірювання недоступної відстані

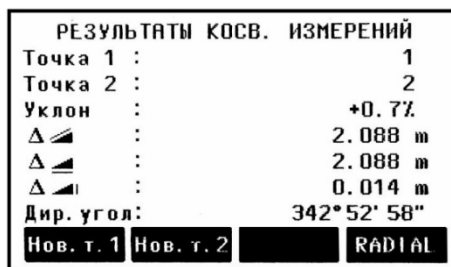


Рис. 8.23. Визначена довжина недоступного об'єкта



Рис. 8.24. Недоступний об'єкт, довжина якого визначалася

8.5.6. ВІЛЬНА СТАНЦІЯ

У цьому завданні необхідно визначити координати станції встановлення тахеометра за виміряним кутом між двома вихідними точками, відстанями до них та відомими координатами цих двох точок. В якості станції обирається та ж сама точка, яка була спільною для всіх задач при виконанні прив'язувальних робіт (том 5).

Послідовність вимірювань наступна [5].

1. Вмикаємо прилад та приводимо його у робоче положення, як описано у п. 6.2.

2. Обираємо пункт меню «*MENU / Файл (F4) / Тверді точки (F2)*» та обравши «*Новий(F3)*», описуємо номери та координати мінімум 2 відомих точок. Внесення кожної точки в пам'ять тахеометра підтверджуємо натисканням кнопки «*Ok (F4)*».

3. Активуємо прикладну програму вільна станція «*MENU / Програми (F1) / FREE STATION (F3)*».

4. Активуємо функцію «*Вибір проєкту (F1)*» та перевіряємо, чи ми знаходимося у потрібному проєкті.

5. Активуємо функцію «*Запуск (F4)*» (рис. 8.25) та переходимо в режим вимірювання.



Рис. 8.25. Запуск вимірювань в режимі «Вільна станція»

6. Вводимо ім'я (номер) станції та висоту приладу, підтверджуємо «*Ok (F4)*».

7. Обираємо з пункту «*Список (F1)*» першу точку для вимірювання та вводимо висоту відбивача (рис. 8.26). Якщо

потрібної точки немає в переліку, то є можливість ввести вручну її координати «X,Y,H (F2)».

Рис. 8.26. Опис першої точки для вимірювань

8. Виконуємо вимірювання на першу точку кнопкою «*ALL (F3)*». За цією командою вимірюються всі величини і автоматично записуються в пам'ять. *Наводиться на точки необхідно за годинниковою стрілкою.*

9. Переходимо до роботи з наступною точкою «*Сл.т-ка (F2)*».

10. Обираємо з пункту «*Список (F1)*» другу точку для вимірювання та вводимо висоту відбивача.

11. Виконуємо вимірювання на другу точку кнопкою «*ALL (F3)*» (рис. 8.27).

Рис. 8.27. Вимірювання в режимі «Вільна станція»

Для розв'язку засічки необхідно виконати вимірювання на 2–5 вихідних точок. Продовжувати вимірювання можна, перейшовши до наступної точки кнопкою «*Сл.т-ка (F2)*».

Після того, як ми виконали мінімальне число вимірів, достатнє для обчислення координат, стає доступною команда «обчислити координати» «ВІЧ (F1)» (рис. 8.27). Після її активації на дисплей виводяться координати станції (рис. 8.28) та стають доступними наступні команди:

«ПРЕД» – повернення на крок назад до вікна повторних вимірювань;

«СКО» – індикація середніх квадратичних похибок визначення координат;

«RESID» – індикація відхилень горизонтального кута, горизонтальної віддалі та перевищення для кожної з вихідних точок; за допомогою кнопки переміщення по дисплею є можливість перегляду цих похибок для всіх точок.

Після аналізу похибок є можливість виключати із результатів вимірювань ті, які на нашу думку є найменш надійними – команда «Виключ. / Включ.» Цією ж командою можна повернути результати в обробку.

Записати координати «вільної станції» в пам'ять тахеометра – команда «Ok».

КООРДИНАТИ СТАНЦИИ	
Станция:	5
h инст :	1.575 m
Y0 :	6498.998 m
X0 :	4503.257 m
NO :	99.967 m
ПРЕД RESID СКО OK	

Рис. 8.28. Обчислені координати станції

У пояснювальній записці до даного пункту зазначається опис території робіт, використані прилади та методика вимірювань, використані вихідні пункти. Наводяться фотографії дисплея тахеометра з визначеними координатами станції та їхніми СКП. Оцінюються відхилення отриманих координат від координат, визначених іншими видами засічок у томі 5.

Контрольні запитання

1. Яка послідовність роботи на станції нівелювання з використанням цифрового нівеліра Stonex D1?
2. З якою точністю визначаються перевищення при використанні цифрового нівеліра Stonex D1?
3. Які інструменти використовуються для нівелювання II класу?
4. Яка нормальна довжина плечей під час нівелювання II класу?
5. Як вимірюються відстані від приладу до рейок при нівелюванні II класу?
6. Які допустимі нерівності плечей на станції нівелювання II класу?
7. Яка ціна поділки відлікового барабана нівеліра НА-1?
8. Яка ціна поділки інварної рейки?
9. Який порядок роботи на станції нівелювання II класу?
10. Яка послідовність зняття відліків на парних станціях нівелювання II класу?
11. Яка послідовність зняття відліків на непарних станціях нівелювання II класу?
12. Яке допустиме розходження між перевищеннями та п'ятками, обчисленими за основною та допоміжною шкалами рейок при нівелюванні II класу?
13. Як розраховується гранична нев'язка для нівелювання II класу?
14. Як виконується розмічування горизонтальної ділянки з використанням ротаційного нівеліра Nivel System NL200?
15. Як визначається глибина залягання підземних комунікацій за допомогою трасошукача Leica Digicat 200?
16. Як виконується пошук підземних комунікацій за допомогою трасошукача Leica Digicat 200?
17. В яких режимах працює трасошукач Leica Digicat 200?
18. Як визначити напрям комунікації за допомогою трасошукача Leica Digicat 200?
19. В яких випадках використовують генератор Leica Digitex 8/33?

20. Які зовнішні ознаки місцевості вказують на наявність підземних комунікацій?

21. Які прикладні задачі вирішуються за допомогою електронного тахеометра Leica TCR 405 Ultra?

22. Яка послідовність визначення розмічувальних елементів для винесення точок у натуру полярним способом у програмі Digitals?

23. Як здійснюється перенесення точок в натуру електронним тахеометром Leica TCR 405 Ultra за координатами?

24. Як здійснюється перенесення точок в натуру електронним тахеометром Leica TCR 405 Ultra за розмічувальними елементами?

25. Як визначаються висоти недоступних об'єктів за допомогою тахеометра Leica TCR 405 Ultra?

26. Як виконуються вимірювання недоступних відстаней електронним тахеометром Leica TCR 405 Ultra?

27. Як обчислюється площа ділянки за допомогою тахеометра Leica TCR 405 Ultra?

28. У чому полягає суть режиму «Вільна станція»?

29. Який порядок вимірювань в режимі «Вільна станція»?

30. Яка мінімальна кількість вихідних точок для визначення координат станції в режимі «Вільна станція»?

ГЛОСАРІЙ

Абрис – схематичне креслення об’єктів ділянки місцевості, які підлягають зніманню, складене від руки в полі з необхідними поясненнями, бажано в умовних знаках.

Алідада – частина геодезичного приладу з елементами відлікового пристрою, розташована співвісно з лімбом. Зазвичай, це лінійка, на кінцях якої в геодезичних приладах є пристрої (штрих, верньєр, шкала, мікроскоп, мікрометр), що фіксують кут повороту алідади відносно лімба. У теодолітах – частина, що обертається навколо лімба, називається алідадною.

Вага виміру – ступінь довіри до результату вимірювання. Позначається *p*.

Виміри рівноточні – однорідні результати вимірювань, отримані одним і тим же приладом (або різними одного класу точності), одним і тим же або рівноточним методом, за однакових умов.

Виміри нерівноточні – вимірювання, що проводяться в неоднакових умовах (точність інструментів, кваліфікація виконавців, вплив зовнішнього середовища тощо). Для поєднання і порівняння таких вимірів між собою вводять поняття ваги виміру.

Висота абсолютна – відрізок прямовисної лінії від точки на фізичній поверхні Землі до рівневої поверхні, яка прийнята в Державній геодезичній мережі за вихідну (нульову). Позначається *H*.

Висота відносна – висота будь-якої точки земної поверхні відносно іншої точки, рівнева поверхня якої прийнята за вихідну. Дорівнює різниці абсолютних висот цих точок, тобто перевищенню між цими точками.

Висота перерізу рельєфу – відстань між сусідніми січними рівневими поверхнями при зображенні рельєфу горизонталями.

Висота приладу – прямовисний відрізок від закріпленої точки земної поверхні до центра вертикального круга теодоліта або до візирної осі труби нівеліра, приведеного до робочого стану. Позначається *i*.

Відлік – величина відрізка або дуги між нульовим штрихом та відліковим індексом, що дотикається до шкали або спроектований на неї.

Візир – пристосування для візуального (грубого) наведення інструменту на обрану точку.

Візирна ціль – предмет, на який наводиться візирний пристрій геодезичного приладу.

Ганзена задача – визначення координат двох пунктів P і Q за вимірними на них кутами між відомими точками A і B та пунктами P і Q , що визначаються.

Гвинт виправний – гвинт, за допомогою якого виконується юстування (виправлення) приладу.

Гвинт елеваційний – гвинт, що дає можливість плавно змінювати в невеликих межах нахил зорової труби нівеліра.

Гвинт закріпний – гвинт призначений для закріплення рухомого вузла геодезичного приладу у заданому положенні.

Гвинт навідний (мікрометричний) – гвинт, що дозволяє виконувати плавні повільні оберти частин геодезичного приладу.

Гвинти підіймальні – частина горизонтувального пристрою, призначена для встановлення у прямовисне положення осі обертання геодезичного приладу.

Гвинт становий – гвинт для закріплення геодезичного приладу на штативі.

Гвинт фокусуєчий (кремальєра) – гвинт для фокусування зображення у зоровій трубі.

Геодезична висота – висота точки H над поверхнею земного еліпсоїда.

Геодезична довгота – двогранний кут L між площинами геодезичного меридіана даної точки і початкового геодезичного меридіана.

Геодезична широта – кут B , утворений нормаллю до поверхні земного еліпсоїда в даній точці і площиною його екватора.

Геодезичний знак – пристрій або споруда, що позначає положення геодезичного пункту на місцевості.

Геодезичний пункт – пункт геодезичної мережі. Геодезичному пункту може бути присвоєно назву, яка

характеризує метод визначення його положення, наприклад, пункт триангуляції.

Геодезія – наука, що вивчає фігуру, розміри та гравітаційне поле Землі, методи зображення її поверхні на планах і картах, а також способи виконання спеціальних вимірювань та їх математичну обробку для розв’язання різних задач народного господарства та оборони країни.

Горизонталь – лінія рівних висот на карті.

Горизонтальна віддаль – довжина проекції d похилої лінії D на горизонтальну площину.

Горизнтування геодезичного приладу – приведення вертикальної осі геодезичного приладу у прямовисне положення.

Демпфування – примусове гасіння шкідливих коливань системи або зменшення їх амплітуди до допустимих меж. Демпфування використовують у геодезичних приладах для вгамовування коливань горизонтальної і вертикальної осей компенсаторів нахилу.

Дирекційний кут – кут α , відлічуваний за ходом годинникової стрілки, від північного напрямку осі абсцис до напрямку на точку. Має значення від 0° до 360° .

Журнал польовий – первинний документ, у який заносять результати геодезичних спостережень, виконаних у полі.

Замикання прийому вимірювань (замикання горизонту) – повторне наведення зорової труби на початкову точку під час вимірювання горизонтальних кутів. Виконують для контролю та підвищення точності вимірювань. Замикання горизонту обов'язкове під час одночасного вимірювання більше ніж двох напрямів на пункті методом кругових прийомів.

Засічка геодезична – визначення координат точки за елементами, виміряними або побудованими на ній або на вихідних пунктах.

Засічка обернена – засічка, виконувана на точці, координати якої визначаються.

Засічка пряма – засічка, виконувана з вихідних пунктів.

Зеніт – точка Z перетину прямовисної лінії або нормалі до поверхні земного еліпсоїда з небесною сферою.

Зенітна віддаль – кут Z при центрі вертикального круга приладу, утворений прямовисною лінією в даній точці, направленої в зеніт, і напрямком на візирну ціль.

Знімальне обґрунтування – геодезична мережа, що використовується для виконання топографічних знімків. Дане поняття включає знімальну мережу та геодезичні мережі більш високого порядку.

Зорова труба – оптична система, призначена для візуального спостереження за віддаленими предметами.

Зрівноважування (зрівноваження) геодезичних вимірів – сукупність математичних операцій, виконуваних для отримання найбільш ймовірного значення величини і для оцінки точності результатів вимірювань.

Компарування приладів – процес порівнювання точних і робочих засобів вимірювання довжин для забезпечення єдності вимірів.

Компенсатор кутів нахилу – пристрій, що автоматично встановлює візирну вісь чи відлікову систему вертикального круга в робоче положення.

Координати географічні – узагальнене поняття про астрономічні та геодезичні координати, коли відхилення прямовисних ліній не враховують.

Координати плоскі прямокутні – прямокутні координати на площині x, y , на якій відображена за певним математичним законом поверхня земного еліпсоїда.

Кроки геодезичного пункту – картка, де накреслена схема розташування пункту відносно предметів місцевості з промірами до них. Використовують для відшукування та відновлення пунктів на місцевості.

Круг вертикальний – круг геодезичного приладу призначений для вимірювання вертикальних кутів.

Круг горизонтальний – круг геодезичного приладу призначений для вимірювання горизонтальних кутів.

Кут вертикальний – кут, що лежить у вертикальній площині. Вертикальні кути в геодезії поділяють на кути нахилу v та зенітні відстані Z . Алгебраїчна сума $Z + v = 90^\circ$.

Кут зору критичний – кут, під яким дві точки, розташовані неподалік одна від одної, ще можна розрізнити неозброєним оком.

Кут нахилу – кут вертикальний v , утворений напрямком на візирну ціль і горизонтальною площиною.

Лімба – робоча міра геодезичного приладу у вигляді колової шкали.

Марка центра геодезичного пункту – деталь центра геодезичного пункту, що має мітку, до якої відносять його координати.

Масштаб – відношення лінійних розмірів об'єкта, зображеного на плані, аерофотознімку, карті – до довжини горизонтальної проекції відповідної лінії місцевості.

Мережа геодезична – мережа закріплених точок земної поверхні, положення яких визначено в загальній для них системі координат.

Мережа геодезична Державна – геодезична мережа, що забезпечує поширення координат на територію держави і є вихідною для побудови інших геодезичних мереж.

Мережа геодезична згущення – геодезична мережа, що створюється в розвиток геодезичної мережі вищого порядку.

Мережа геодезична знімальна – геодезична мережа згущення, що створюється для виконання топографічного знімання.

Нев'язка – числовий вираз невиконання математичної умови між значенням виміряних величин або їх функцій та їхнім теоретичним значенням.

Незамикання горизонту – різниця відліків на початковий напрям на початку і наприкінці вимірювань кутів.

Нівелір – геодезичний прилад, призначений для вимірювання різниць висот двох точок.

Нівелювання – сукупність дій на місцевості, внаслідок яких виконується визначення перевищень.

Нівелювання геометричне – нівелювання за допомогою нівеліра з горизонтальною візирною віссю.

Нівелювання тригонометричне – нівелювання геодезичним приладом з похилою візирною віссю з визначенням віддалі та вертикального кута між цими точками.

Номенклатура – система надання назви або найменування окремого аркуша карти, щоб відрізнити його від інших у серії аналогічних багатоаркушевих карт.

Перевищення – різниця висот точок h .

Перевірка – сукупність експериментальних операцій, за якими можна оцінити метрологічну налагодженість приладу; контролювання механічних і геометричних умов.

Пікет – точка, положення якої визначають в процесі знімання даної ділянки місцевості.

Плече нівелювання – довжина візирного променя від нівеліра до рейки.

Полігонометрія – метод побудови планової геодезичної мережі шляхом вимірювання відстаней і кутів між пунктами ходу.

Поправка – 1) уточнення з урахуванням чого-небудь; 2) значення фізичної величини v , що алгебраїчно додається до результату вимірювань для видалення (компенсації) похибки; дорівнює похибці, але з оберненим знаком.

Похибка абсолютна (істинна) вимірювання – різниця Δ між виміряним та істинним значенням якоїсь величини.

Похибка випадкова – похибка, яка задовольняє такі властивості випадкових похибок: підкоряються нормальному закону розподілу з математичним сподіванням, що дорівнює 0; є в усіх вимірюваннях, і видалити їх неможливо, але послабити їх вплив на результат вимірювання можна проведенням додаткових (багаторазових) вимірювань.

Похибка відносна – відношення модуля абсолютної похибки до середнього значення вимірюваної величини. Часто подається у вигляді правильного дробу, в чисельнику якого є одиниця, а в знаменнику число.

Похибка гранична – найбільше значення f_{gr} похибки випадкової за даних умов вимірювань. Питання про величину похибки граничної теоретично точно не обґрунтоване. Раніше

граничну похибку приймали втричі більшою за середню квадратичну похибку – $3m$, тепер $2,5m$ або навіть $2m$.

Похибка заокруглення – похибка випадкова, що виникає внаслідок заокруглень чисел під час обчислень.

Похибка середня квадратична – корінь квадратний із суми квадратів похибок випадкових, поділеної на їхню кількість. Якщо відомі істинні похибки Δ_i виміряної величини, то середню

квадратичну похибку обчислюють за формулою $m = \pm \sqrt{[\Delta_i^2]/n}$,

де n – кількість вимірів. Якщо відомі відхилення V_i – виміряних величин від середнього арифметичного, обчисленого з цього ряду вимірювань, то використовують формулу $m =$

$\pm \sqrt{[V_i^2]/(n-1)}$ (формула Бесселя).

Проекція Гаусса-Крюгера – рівнокутова поперечно-циліндрична проекція поверхні еліпсоїда на площину для опрацювання геодезичних вимірювань і визначення взаємного положення точок цієї поверхні в системі плоских прямокутних координат, що обчислені в цій проекції за координатами геодезичними і називаються координатами конформними плоскими.

Профіль місцевості – зменшене зображення вертикального розрізу земної поверхні вздовж вибраного напрямку.

П'ятка рейки – 1) нижня частина рейки, яку встановлюють на костиль, землю тощо. 2) різниця відліків основної (чорної) і додаткової (червоної) шкал рейок.

Рекогностування – огляд та обстеження місцевості для уточнення проекту геодезичної мережі.

Рельєф – сукупність нерівностей земної поверхні. Є такі основні форми рельєфу: гора, улоговина, хребет, лощина і сідловина.

Ренер – нівелірний знак геодезичної мережі, висота якого відома з нівелювання.

Рефракція – заломлення променів світла, що проявляється в уявному зміщенні віддалених предметів, а іноді в уявному змінненні їх форми. Візирний промінь, проходячи шлях від

візирної цілі до приладу, перетинає неоднорідні за густиною і вологістю шари повітря і заломлюється.

Розмічувальне креслення – містить потрібні дані для перенесення окремих елементів споруди на місцевість.

Румб – гострий горизонтальний кут r між ближчим напрямку меридіана (північним або південним) або осі абсцис і напрямом на предмет.

Секція нівелірного ходу – частина ходу між суміжними нівелірними знаками.

Система триштанова – використовується для мінімізації похибок центрування та редукції під час прокладання полігонометричних ходів.

Ситуація – сукупність об'єктів і рельєфу місцевості.

Сітка кілометрова – прямокутна сітка, координатні лінії якої проведені на карті з інтервалами, що дорівнюють для даної карти прийнятій кількості кілометрів.

Сітка координатна на топографічних картах – сітка, утворена вертикальними і горизонтальними лініями, що паралельні до осей прямокутних координат.

Сітка ниток – система штрихів, розташованих у площині зображення, яке будує об'єктив зорової труби геодезичного приладу.

Станція геодезична – точка встановлення приладу для спостережень.

Тахеометр – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, віддалей та перевищень.

Тахеометричне знімання – топографічне знімання, виконуване за допомогою тахеометра.

Теодоліт – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.

Топографічна карта – детальна карта місцевості, яка дозволяє визначати як планове, так і висотне положення точок.

Топографічне знімання – комплекс робіт, виконуваних з метою отримання знімального оригіналу топографічної карти або плану.

Топографічний план – картографічне зображення на площині в ортогональній проекції та великому масштабі обмеженої ділянки місцевості, в межах якої кривина рівневої поверхні не враховується.

Трегер – пружиниста або пружиниста й опорна пластинки, з'єднані гвинтами, які є нижньою частиною підставки в геодезичних приладах і притискають підймальні гвинти до головки штатива або до опорної пластинки відповідно.

Трилатерація – метод побудови геодезичної мережі у вигляді трикутників, в яких виміряні всі їхні сторони.

Триангуляція – метод побудови геодезичної мережі у вигляді трикутників, в яких виміряні всі кути і деякі зі сторін.

Умовні знаки картографічні – графічні рисунки відповідних розміру, форми і кольору, застосовувані на картах для зображення різних об'єктів та їхніх якісних і кількісних характеристик.

Хід полігонометричний – побудований на місцевості ламаний або витягнутий багатокутник, у якому виміряно всі сторони S і горизонтальні кути повороту β .

Центр геодезичного пункту – пристрій, що є носієм координат геодезичного пункту.

Центрир геодезичний – прилад або частина геодезичного приладу, призначені для центрування.

Центрир лазерний – центрир геодезичний з лазерною системою візування.

Центрир оптичний – центрир геодезичний з оптичною системою візування.

Центрування геодезичного приладу – суміщення вертикальної осі геодезичного приладу з прямовисною лінією, що проходить через центр геодезичного пункту (точки).

Ціна поділки – кутова або лінійна величина, що відповідає одній поділці основної або додаткової шкали вимірного приладу.

Шкала – частина відлікового пристрою, що є сукупністю штрихів і проставлених біля деяких з них чисел або інших символів, які відповідають ряду послідовних значень величини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. Львів : Євросвіт, 2001. 668 с.
2. Геодезія. Практикум : навч. посіб. / О. А. Лагоднюк, О. Є. Янчук, С. М. Трохимець, Р. С. Німкович, А. М. Лагоднюк, А. В. Прокопчук. Рівне : НУВГП, 2019. 308 с.
3. ДСТУ 2393-94. Геодезія: терміни та визначення. Офіційне видання. К. : Держстандарт України, 1994. 62 с.
4. Інструкція по нивелированию I, II, III и IV классов. М. : Недра, 1990. 167 с.
5. Бачишин Б. Д. Інженерна геодезія : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2020. 196 с.
6. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) : наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при КМУ № 56 від 09.04.98.
7. Панчук Ю. М., Янчук О. Є., Шульган Р. Б. Навчальна геодезична практика : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2021. 175 с.
8. Лагоднюк О. А., Німкович Р. С., Трохимець С. М. Курсова робота з геодезії : навч.-метод. посіб. Рівне : ФОП Кукса Ю.А., 2012. 133 с.
9. Островський А. Л. Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія : підручник. Львів, 2008. Частина II. 564 с.
10. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.
11. 05-04-98. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Геодезичні прилади з основами метрології та стандартизації» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій». Частина I. Оптичні геодезичні прилади. Метрологія / упр. С. М. Трохимець, О. Є. Янчук, Р. С. Німкович. Рівне : НУВГП, 2020. 44 с.
12. 05-04-109М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Геодезичні прилади з основами метрології та стандартизації» для здобувачів вищої

освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій». Частина II. Електронні геодезичні прилади / упр. С. М. Трохимець, О. Є. Янчук, А. В. Прокопчук. Рівне : НУВГП, 2021. 59 с.

13. 05-04-136М. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» частина 1 «Нівелювання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання. [Електронне видання] / упр. О. Є. Янчук, С. М. Трохимець, А. В. Прокопчук, О. А. Лагоднюк, Р. С. Німкович. Рівне : НУВГП, 2024. 69 с.

14. 05-04-137М. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» частина 2 «Геодезичні засічки» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання. [Електронне видання] / упр. О. Є. Янчук, С. М. Трохимець, А. В. Прокопчук, О. А. Лагоднюк, Р. С. Німкович. Рівне : НУВГП, 2024. 59 с.

15. 05-04-138М. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» частина 3 «Полігонометрія та тахеометричне знімання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання. [Електронне видання] / упр. О. Є. Янчук, С. М. Трохимець, А. В. Прокопчук, О. А. Лагоднюк, Р. С. Німкович. Рівне : НУВГП, 2024. 68 с.

16. 076-94. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Побудова топографічного плану автоматизованими методами» з курсу «Автоматизація виробничих процесів у землевпорядкуванні» для студентів спеціальності 7.070904 (8.070904) «Землевпорядкування та кадастр» денної та заочної форм навчання / упр. Б. Д. Бачишин, О. Є. Янчук. Рівне : НУВГП, 2007. 36 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ПУНКТІВ ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ



ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНИХ АРКУШІВ

ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО АРКУШУ ЗВІТУ

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра геодезії та картографії

ЗВІТ

з другої навчальної практики з геодезії

Виконала бригада № 1:

Бригадир: Тишковець В. В.

Власюк Т. І.

Ярмусь М. В.

Мартинівський М. П.

Сайко А. В.

Каштан І. І.

Керівник практики _____ Янчук О. Є.

Рівне-2022

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою
Кафедра геодезії та картографії

Друга навчальна практика з геодезії

Том 1

Перевірки приладів та тренувальні вимірювання

Виконала бригада № 1:

Бригадир: Тишковець В. В.

Власюк Т. І.

Ярмусь М. В.

Мартинівський М. П.

Сайко А. В.

Каштан І. І.

Керівник практики _____ Янчук О. Є.

Рівне-2022

ВАРІАНТИ ХОДІВ

ВАРІАНТ 1

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
1кар-3кар	9кар-10кар	1.6	9



ВАРІАНТ 2

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
2кар-14а	8кар-10кар	1.4	11



ВАРІАНТ 3

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
7кар-К1	6кар-100а	1.6	10



ВАРІАНТ 4

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
7кар-1кар	6кар-10кар	1.5	10



ВАРІАНТ 5

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
1кар-3кар	9кар-10кар	1.6	9



ВАРІАНТ 6

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
2кар-14а	8кар-10кар	1.4	11



ВАРІАНТ 7

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
1кар-3кар	К1-7кар	1.5	11



ВАРІАНТ 8

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
2кар-100а	9кар-5кар	1.7	10



ВАРІАНТ 9

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
1кар-3кар	14а-5кар	1.5	10



ВАРІАНТ 10

Вихідний базис	Кінцевий базис	Орієнтовна довжина, км	Орієнтовна кількість сторін
7кар-1кар	6кар-10кар	1.6	9



ДОДАТОК Г

ЖУРНАЛИ ВИМІРЮВАНЬ

Журнал

вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів
(при використанні електронного теодоліта)

Теодоліт № _____

Погода: _____

Дата: _____

Видимість: _____

Спостерігав: _____

Обчислював: _____

№ прийому	Назва напрямку	Круг	Відлік	2с	$\frac{КЛ+КП}{2}$	Значення кута	Середнє значення з прийомів
1	2	3	4	5	6	7	
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					
		КЛ					
		КП					

Журнал
вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів
(при використанні електронного теодоліта)

Теодоліт № _____

Погода: _____

Дата: _____

Видимість: _____

Спостерігав: _____

Обчислював: _____

№ прийому	Назва напрямку	Круг	Відлік	2C=КЛ-КП	$\frac{КЛ + КП}{2}$	Значення напрямків	Схема
	1	2	3	7	8	9	10
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					
		КЛ КП					

Журнал вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів
(при використанні оптичного теодоліта)

Теодоліт _____ № _____
Видимість: _____

Погода: _____
Спостерігав: _____

Дата: _____
Обчислював: _____

№ прийому	Назва напрямку	Круг	Відліки з штрихів лімба	Відліки з мікрометра		$\frac{a_1+a_2}{2}$	$2C=КЛ-КП$	$(КЛ+КП)/2$	Значення кутів	Середнє значення з прийомів
				a_1	a_2					
				1	2					
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								

Журнал вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів
(при використанні оптичного теодоліта)

Теодоліт _____ № _____

Погода: _____

Дата: _____

Видимість: _____

Спостерігав: _____

Обчислювач: _____

№ прийому	Назва напрямку	Круг	Відліки з штрихів лімба	Відліки з мікрометра		$\frac{a_1 + a_2}{2}$	2C=КЛ-КП	$\frac{КЛ + КП}{2}$	Значення напрямків	Схема
				a_1	a_2					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								
		КЛ КП								

Кроки пункту полігонометрії

Пункт №: _____ Клас/розряд: _____ Тип центру: _____

Об'єкт: _____

213

	Опис місцеположення:
	Технічний стан
	Видимість на суміжні пункти:

Рік закладки та обстеження: _____ Креслив: _____

Склав: _____ Бригадир: _____

Журнал
вимірювання довжин ліній

Тахеометр _____ № _____

Погода: _____

Дата: _____

Видимість: _____

Спостерігав: _____

Обчислював: _____

Назва лінії	Прийом	Виміряна довжина, м	Середня довжина з прийому, м	Середня довжина, м

Журнал
нівелювання III класу

Дата: _____

Нівелір _____ № _____

Хід від _____ до _____

Спостерігав: _____

Початок: _____ год _____ хв

Записував: _____

Кінець: _____ год _____ хв

Погода: _____

Номера штатива і рейок	Спостереження з далекоб. ниток		Контр. перевищ. $h_{\text{контр}}$	Спостереження з середньої нитки			Сер. перевищ. $h_{\text{сер}}$, мм
	З	П		З	П	h	
			/				
			/				
			/				
			/				
			/				
			/				
			/				
			/				
Постор. контроль							

Журнал
нівелювання цифровим нівеліром

Дата: _____

Нівелір _____ № _____

Хід від _____ до _____

Спостерігав: _____

Початок: _____ год _____ хв

Записував: _____

Кінець: _____ год _____ хв

Погода: _____

Номера штатива і рейок	Відстані до рейок	Спостереження з середньої нитки, м			Середнє перевищ. $h_{сер}, \text{м}$
		З	П	h	
1	4	5	6	7	8
	/				
	/				
	/				
	/				
	/				
	/				
Постор. контр.					

Журнал
нівелювання II класу

Дата: _____

Хід від _____ до _____

Початок: _____ год _____ хв

Кінець: _____ год _____ хв

Нівелір _____ № _____

Спостерігав: _____

Записував: _____

Погода: _____

Номера штатива і рейок	Замальовка прив'язок	Відліки по далекомірним ниткам (1/2 мм)			Відліки по бісектору (1/2 дм)				Контроль
		З	П		Основна шкала		Допоміжна шкала		
					Р	Б	Р	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
_____				З П З-П h					
_____				З П З-П h					
_____				З П З-П h					
_____				З П З-П h					
_____				З П З-П h					
Постор. контр.									

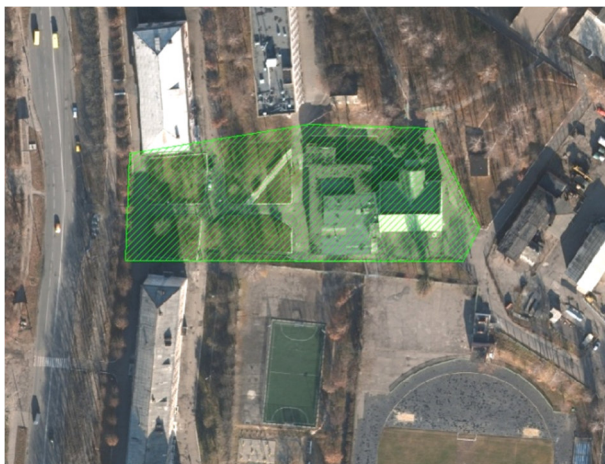
ДОДАТОК Д

ВАРІАНТИ ДІЛЯНОК ДЛЯ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

ВАРІАНТ 1



ВАРІАНТ 2



BAPIAHT 3



BAPIAHT 4



BAPIAHT 5



BAPIAHT 6



BAPIAHT 7



BAPIAHT 8



BAPIAHT 9



BAPIAHT 10



ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ

ПОЗАРАМКОВЕ ОФОРМЛЕННЯ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

РІВНЕ

Система координат СК63

УКРАЇНА, Рівненська область

Тахеометричне знімання, 2023 р.

Виконала бригада №3

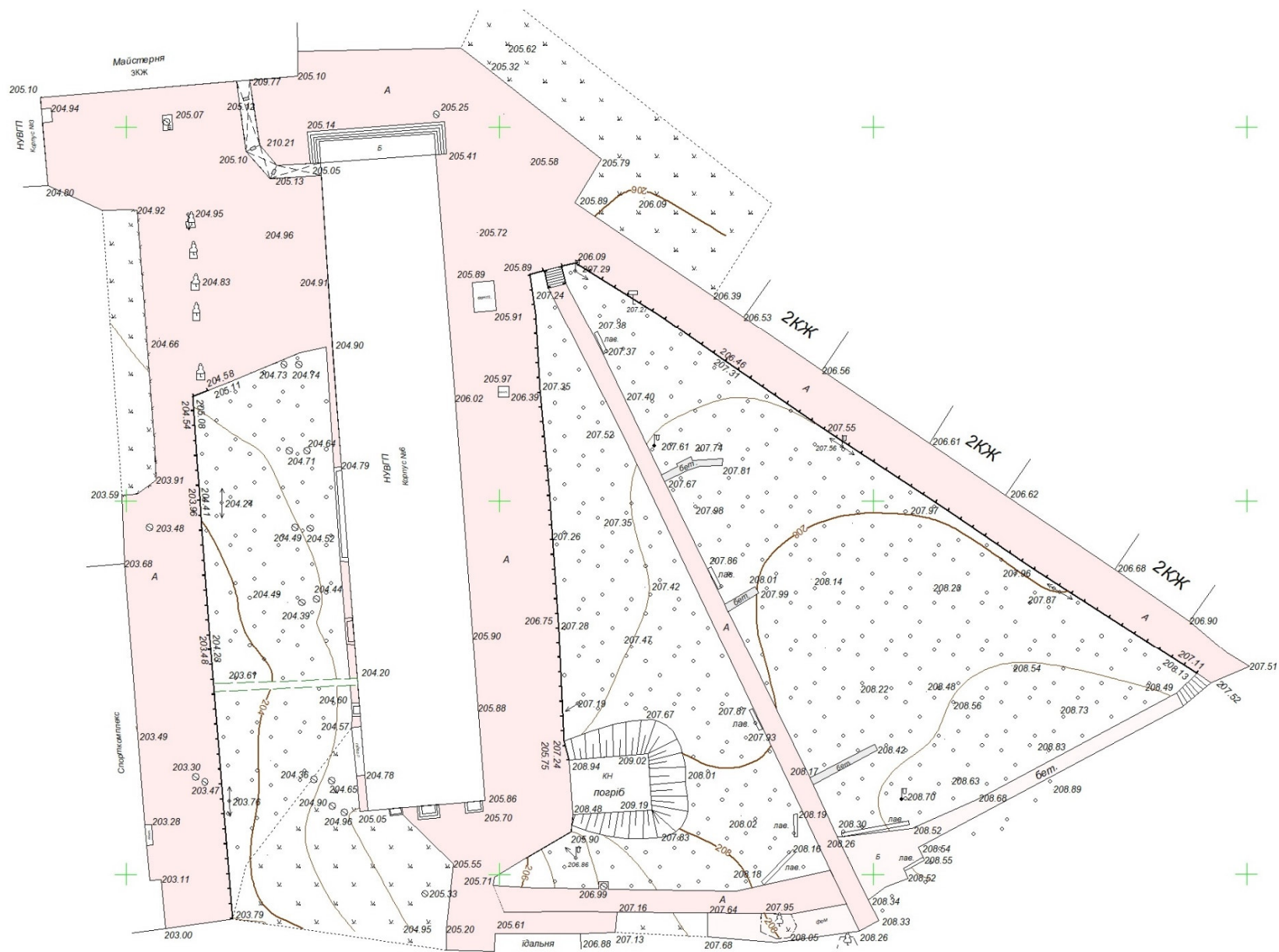
Склад бригади: Кібиш А., Лазарець О., Позиченко І., Басалка С., Конончук І., Пшенична О.

1 : 500

В 1 сантиметрі 5 метрів

Суцільні горизонталі проведені через 0,5 метра

ТОПОГРАФІЧНИЙ ПЛАН



Навчальне видання

*Янчук Олександр Євгенович
Трохимець Сергій Миколайович*

ДРУГА НАВЧАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА ПРАКТИКА

Навчальний посібник

Технічний редактор

Галина Сімчук

Підписано до друку 28.03.2025 р. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.
Ум.-друк. арк. 13,2. Обл.-вид. арк. 13,7.
Тираж 100 прим. Зам. № 5666.

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції
РВ № 31 від 26.04.2005 р.*