

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет землевпорядкування та туризму
Кафедра геодезії і геоінформатики

Кваліфікаційна (дипломна) робота

освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«СТВОРЕННЯ ПЛАНУ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ
МАСШТАБУ 1:1000 НА ТЕРИТОРІЮ ГОСПОДАРСЬКОГО ДВОРУ ЗА
МЕЖАМИ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ»**

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконав: студент групи ЗВ-43 сп

Геруля Назар Миронович

Науковий керівник: к.е.н., доцент

Рій І.Ф.

Львів 2024

РЕФЕРАТ

Створення плану топографічного знімання масштабу 1:1000 на територію господарського двору за межами населеного пункту. Геруля Н.М. Кваліфікаційна робота Кафедра геодезії і геоінформатики. – Львівський національний університет природокористування, 2024.

50 с. текстової частини, 5 таблиць, 24 рисунки, 16 літературних джерел, презентація.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз процесу створення цифрових топографічних планів масштабу 1:1000 з використанням сучасних геодезичних приладів і технологій. У роботі розглянуто використання електронних тахеометрів для автоматизації збору та реєстрації геодезичних даних, включаючи установку приладу, створення робочого файлу, введення початкових даних, орієнтування та вимірювання, передачу даних на комп'ютер та їх обробку у спеціалізованому програмному забезпеченні. Описано послідовність дій для спрощення камеральної обробки даних і використання програмного забезпечення DigitalS для створення топографічного плану. Особлива увага приділена вибору масштабу зйомки, аналізу рельєфу для великомасштабних зйомок та використанню електронного тахеометра Leica 403. Графічний матеріал представлений у вигляді цифрового топографічного плану місцевості.

Ключові слова: ТОПОГРАФІЧНИЙ ПЛАН, МАСШТАБ, ЕЛЕКТРОННИЙ ТАХЕОМЕТР, ГЕОДЕЗИЧНА ОСНОВА, DIGITALS, БПЛА

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ТОПОГРАФІЧНЕ ЗНІМАННЯ У МАСШТАБАХ 1:5000-1:500	6
1.1 Призначення великомасштабних карт та методи топографічних знімачів	6
1.2 Геодезична основа для створення планового обґрунтування для проведення топографічного знімання	9
1.3 Априорна оцінка точності знімальної основи	13
1.4 Створення цифрових та електронних топографічних планів	22
2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ	24
2.1 Порядок виконання робіт при топографічному зніманні	24
2.2 Польові роботи при топографічній зйомці	24
3 КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ ТОПОГРАФІЧНОМУ ЗНІМАННІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ПЛАНУ МАСШТАБУ 1:1000 НА ТЕРИТОРІЮ ГОСПОДАРСЬКОГО ДВОРУ	31
3.1 Переписування даних з тахеометра на персональний компютер	31
3.2 Опрацювання даних знімання в програмному середовищі Digitals	32
4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ	46
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	48
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	49

ВСТУП

Топографічні плани місцевості є основою для прийняття багатьох технічних і управлінських рішень у сфері землеустрою та будівництва. Вони використовуються для розробки генеральних планів міст і сільських населених пунктів, інженерної підготовки, озеленення територій, проектів осушення та зрошення земель, ведення кадастру та інших завдань. Створення і оновлення топографічних планів є важливим для задоволення потреб народного господарства, що вимагає постійного оновлення нормативно-технічних актів. Результати зйомок можуть бути представлені у вигляді графічних планів або цифрових моделей, створених з використанням комп'ютерів на основі топографо-геодезичної інформації. На топографічних планах зображуються всі об'єкти та контури місцевості, рельєф та інші елементи згідно з умовними знаками. Для вирішення галузевих завдань можуть створюватися спеціалізовані плани з особливими вимогами.

Питаннями великомасштабного знімання займалися багато вчених, таких як Островський А.Л., Тревого І.С., Перій С.С., Літинський В.О., Черняга П.Г. та інші. Оновлення топографічних планів є важливим завданням у картографуванні України, оскільки існуючі плани з часом перестають відповідати сучасному стану місцевості, що вимагає впровадження нових методів і приладів. Практична значимість роботи полягає у закріпленні та розширенні теоретичних знань, перевірці можливостей самостійної роботи, а також у вивченні сучасних програмних комплексів.

1. ТОПОГРАФІЧНЕ ЗНІМАННЯ У МАСШТАБАХ 1:5000 – 1:500

1.1. Призначення великомасштабних карт та методи топографічних зніманих

Великомасштабні топографічні плани з масштабами 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 поділяються на основні та спеціалізовані. Основні плани розробляються для загальних топографічних завдань у містах і промислових районах, тоді як спеціалізовані використовуються для вишукувальних, виконавчих, інвентаризаційних, кадастрових робіт тощо. Основні плани створюються відповідно до нормативних вимог Укргеодезкартографії та Інструкції з топографічного знімання. Топографічні карти цих масштабів мають різні призначення: від складання опорних карт міст і промислових комплексів до технічних проєктів інженерних споруд і капітальної забудови.

Для створення цих карт використовуються кілька методів:

❖ Контурно-комбінований аерофототопографічний метод, який передбачає використання аерофотознімків для отримання контурів на карті та створення фотоплану.

❖ Стереотопографічний метод, де весь процес створення карти здійснюється в камеральних умовах за допомогою обробки аерофотознімків.

❖ Наземний фототопографічний метод, що включає фотографування місцевості з відомих точок і подальшу обробку знімків на фотограмметричних приладах.

❖ Тахеометричний метод, який використовується для картування невеликих ділянок окремо або в комбінації з іншими методами.

Топографічні плани масштабу 1:1000 використовуються для:

✚ Створення генеральних планів та робочих креслень при проєктуванні на забудованих і незабудованих територіях з малоповерховою забудовою.

✚ Вертикального планування, озеленення територій, складання планів інженерних комунікацій.

- ✚ Розробки робочих креслень для бетонних гребель, будівель ГЕС, камер-шлюзів, ділянок прилягання гребель до скель і схилів.

- ✚ Проектування реконструкції та розробки креслень нових залізничних станцій і вузлів.

- ✚ Дослідження та оцінки запасів корисних копалин у родовищах зі складною геологічною структурою.

- ✚ Проектування напірних трубопроводів на бетонних фундаментах, гідротехнічних споруд, майданчиків для окремих будівель, полів фільтрації, каналізації і теплогазопостачання в населених пунктах із щільною забудовою.

- ✚ Геологічного обслуговування гірничих підприємств, розробки креслень для проектування і будівництва гірничодобувних та збагачувальних підприємств.

- ✚ Ведення кадастрів населених пунктів.

На топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 відображаються:

- ✚ Точки триангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери, точки знімальної основи.

- ✚ Будівлі та споруди з характеристиками згідно з умовними знаками.

- ✚ Промислові об'єкти, бурові та експлуатаційні свердловини, нафтові та газові вишки, лінії електропередач, мережі підземних комунікацій.

- ✚ Залізниці, шосейні та ґрунтові дороги з відповідними спорудами.

- ✚ Гідрографія, гідротехнічні та водні транспортні об'єкти.

- ✚ Об'єкти водопостачання.

- ✚ Рельєф місцевості, форми мікрорельєфу.

- ✚ Рослинність, окремі дерева і кущі.

- ✚ Ґрунти і мікроформи земної поверхні.

- ✚ Державний кордон, адміністративні межі, межі охоронних природних територій, землекористувань, огорожі.

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

Під час створення топографічних планів важливо дотримуватись стандартів написання назв, використовуючи умовні знаки та відповідні словники географічних назв.

Номенклатура аркушів масштабу 1:1000 та 1:500 базується на аркуші масштабу 1:2000, з додаванням римської цифри для 1:1000 (наприклад, 4-Б-IV) або арабської цифри для 1:500 (наприклад, 4-Б-16). Розграфка населених пунктів враховує перспективний розвиток, а наявні схеми залишають без змін. Геодезичною основою для великомасштабних зніманих служать пункти ДГМ, геодезичні мережі згущення і знімальна мережа, з координатами та висотами в державних системах (УСК-2000 і Балтійська 1977 р.). Щільність пунктів ДГМ варіюється залежно від масштабу планів [10].

Сучасні топографічні карти базуються на геопросторових даних, включаючи інформацію про рельєф, гідрографію, транспорт, будівлі, рослинність тощо, зібрану за допомогою дистанційного зондування та супутникових систем. Дані оновлюються щорічно через топографічний моніторинг. Карти поділяються на аналогові, цифрові та електронні, кожна з яких має свої особливості представлення інформації. Аналогові карти створюються на фізичних носіях, цифрові зберігаються у базах даних і створюються спеціалізованим ПЗ, обидва типи використовують проекцію Гаусса для точного відображення. Ортофотокарти і фотокарти використовують зображення з аеро- та космічних знімків для оперативного створення картографічних матеріалів.

Топографо-геодезичні роботи з створення планів карт масштабу 1:10000;1:5000;1:1000 та 1:500 виконуються в рамках державного замовлення різними установами та підприємствами [10]. Ці роботи проводяться на основі технічного завдання та технічного проекту, що визначають обсяг, терміни, витрати та інші технічні умови виконання робіт. Процес розробки включає аналіз попередніх робіт, польові обстеження та збирання відомостей. Остаточними результатами є пояснювальна записка, каталог геодезичних пунктів та картосхема виконаних робіт. Координати точок геодезичних мереж

визначаються різними методами, включаючи GPS-спостереження. Процес створення геодезичної основи включає підготовчий та складання проектних етапи з урахуванням наявного картографічного матеріалу та технічних вимог.

1.2. Геодезична основа для створення планового обґрунтування для проведення топографічного знімання

Геодезичні основи для топографічних знімачів у різних масштабах, зокрема 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500, є різні типи геодезичних мереж, таких як державна геодезична мережа, розрядні геодезичні мережі згущення та знімальні геодезичні мережі. Особлива увага приділяється державній геодезичній мережі, яка є основою для топографічних знімачів усіх масштабів. Також розглядаються різні класи астрономо-геодезичних і нівелірних мереж, а також методи їх створення. Технічне завдання і технічний проєкт як основні документи для виконання топографо-геодезичних робіт, надаючи зразки текстової частини цих документів.

Проєкт включає графічну та кошторисну частини. Графічна частина містить схеми забезпечення району робіт геодезичними даними та картографічними матеріалами, включаючи проєкт геодезичної мережі та картограму розміщення топографічних знімачів. У кошторисній частині надається розрахунок витрат на роботи. Розробка технічного проєкту базується на повних відомостях про попередні топографо-геодезичні та аерофотознімальні роботи, з можливістю польового обстеження району робіт і збору та аналізу даних перед проведенням основних робіт.

Топографо-геодезична вивченість об'єкта робіт, зокрема оцінюється наявність та якість робіт, виконаних у різні роки, їх відповідність вимогам, аналізуються роботи, придатні та непридатні для подальшого використання у виконанні робіт. Остаточними результатами є ряд документів, зокрема пояснювальна записка, зведений каталог геодезичних пунктів у єдиній системі координат і висот, зведена картосхема виконаних топографічних робіт з

пропозиціями щодо їх використання у нових роботах, а також порядок приведення координат і висот у єдину систему. Визначення координат пунктів геодезичних мереж проводиться різними методами, включаючи триангуляцію, полігонометрію, трилатерацію та GPS-спостереження, а висоти - геометричним або тригонометричним нівелюванням. При створенні геодезичної основи великомасштабних зніманих використовуються пункти геодезичної побудови вищих за точністю класів, що відповідають вимогам державної геодезичної мережі.

Метод GPS визначає положення пунктів за допомогою супутників, забезпечуючи координати в плановому та висотному напрямках. Використовуються абсолютні та відносні методи спостережень, зокрема статичний та кінематичний методи. Статичний метод, який зменшує час польових робіт, застосовується для створення планової основи. Геодезична мережа створюється для згущення планової та висотної основи, що забезпечує топографічне знімання. Рекогностування включає уточнення меж, напрямків полігонометрії та визначення місць пунктів. Пункти закріплюються з урахуванням можливості передачі дирекційних кутів та забезпечення видимості між ними, дотримуючись стандартів. Процес рекогностування та закладання центрів геодезичних пунктів описується детально, включаючи побудову геодезичних знаків. Описані етапи опрацювання геодезичних вимірювань: польові обчислення, камеральна обробка і зрівнювальні роботи. За відсутності спеціалізованих систем обчислення рекомендується виконувати розрахунки вручну з проведенням контрольних перевірок. Математична обробка передбачає перевірку точності та відповідність нормативам. Описано складання схеми геодезичної мережі, аналіз координат і висот пунктів, а також перевірку та обробку журналів вимірювань. Щільність геодезичних мереж залежить від масштабу зніманих, рельєфу та потреб різних видів геодезичних і землевпорядних робіт.

Після побудови геодезичні пункти передаються для нагляду за збереженням місцевим виконавчим органам або землекористувачам залежно

від розташування. Вони фіксуються актом у двох примірниках, один з яких направляється до Інспекції Держгеонагляду України. Кінцеві точки робочої мережі повинні опиратись на пункти більш точної мережі. Для детальнішого знімання між ними прокладають діагональні ходи. Рекогностування визначає місця розташування точок і ходів на місцевості. Точки на місцевості закріплюються різними знаками залежно від умов. У сільській місцевості використовують дерев'яні кілки або металеві стержні. При проведенні зйомки використовують методи куткових засічок для визначення координат точок. Основним завданням засічки є визначення координат третього пункту за відстанями від двох вихідних пунктів. Обернена засічка визначає координати четвертого пункту за трьома вихідними пунктами з контролем вимірювань.

На основі затвердженого проекту встановлення меж, після погодження місцезнаходження межових знаків, здійснюється їх закріплення на місцевості в місцях, де межа не виражена чітко. Межові знаки встановлюються з урахуванням фізико-географічних умов місцевості та мають бути довготривалими. Для забезпечення їх збереження використовують спеціальні конструкції та оформлення. Кожен знак має свій унікальний номер і його розташування фіксується у відповідних документах, які додаються до звіту і передаються власнику земельної ділянки.

Таблиця 1.1

Кількість прийомів для приладів

Прилади з точністю вимірювання кутів	Кількість прийомів		
	4 клас	1 розряд	2 розряд
1 N	5	-	-
2 N	6	2	2
5N	-	3	2

Полігонометричні роботи повинні спиратися на два вихідні пункти і дотримуватися встановлених вимог щодо точності вимірювань і побудови мереж. Не допускається прокладання висячих ходів, а необхідні параметри вимірювань регламентуються відповідними стандартами. Параметри

розташування пунктів та вимірювальні процедури наведені в таблицях, які є частиною технічної документації.

Результати вимірювання окремих кутів або напрямків на пунктах полігонометрії повинні відповідати встановленим допустимим межах, які зазначені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Точність кутових вимірів в полігонометрії [11]

Елементи вимірювання	Допуски		
	1"	2"	5"
Коливання значення кута, що отримане з різних прийомів	5"	8"	0.2'
Коливання значень напрямків, що приведені до спільного нуля і в окремих прийомах	5"	8"	0.2'
Розходження між значеннями одного і того самого кута, що отримані з двох напрямків	6"	8"	0.2'
Розходження між результатами спостережень на початковий напрямок на початку і в кінці напівприйому	6"	8"	0.2'

У випадку, коли виміряні кути не відповідають встановленим допускам, необхідно повторити вимірювання з тими ж установками лімба після завершення основних спостережень. Якщо середнє значення кута з основних і повторних вимірювань відповідає допускам, його використовують для подальшої обробки. Відхилення між виміряним і розрахованим значенням кута не повинно перевищувати встановлені значення для різних класів полігонометрії. Під час спостережень стовпів геодезичних знаків елементи приведення визначаються двічі графічним способом. Забороняється спостереження з прилеглих пунктів на візирні цілі геодезичних знаків. Вимірювання кутів і ліній виконують одночасно з використанням реєстраторів і накопичувачів інформації. Лінії в полігонометрії вимірюють електронними тахеометрами та іншими точними приладами згідно з інструкцією. Прилади для фіксації кінців лінії встановлюються з точністю до 1 мм. Для ліній довжиною понад 2 км або зі значним перепадом висот вимірювання проводяться з обох кінців лінії.

Після завершення польових робіт з полігонометрії необхідно здати наступні матеріали:

- ✓ картки обстеження та відновлення пунктів полігонометрії (тріангуляції);
- ✓ схеми обстеження та відновлення геодезичних пунктів;
- ✓ схеми ходів полігонометрії;
- ✓ журнали вимірювання ліній і кутів або результати вимірювань у реєстраторах чи накопичувачах інформації;
- ✓ матеріали дослідження приладів;
- ✓ матеріали польової обробки і контрольних обчислень;
- ✓ зариси місцеположення пунктів полігонометрії та типи їх центрів;
- ✓ акти здачі пунктів полігонометрії для нагляду за збереженням;
- ✓ пояснювальну записку.

Ці документи забезпечують повну інформацію про проведені роботи, стан пунктів і приладів, а також точність та якість виконаних вимірювань.

1.3 Априорна оцінка точності знімальної основи

Оцінку точності знімальної основи виконують з метою визначення очікуваних помилок в положенні пункту ходу в найслабшому його місці та відносних помилок ходів. На основі цього роблять висновок про відповідність запроектованого ходу відповідному класу або розряду полігонометрії, розраховують точність кутових і лінійних вимірювань.

Оцінку точності проектів доцільно робити після рекогностування ходів на місцевості, під час якої їх розташування може суттєво змінитися. Оцінку точності виконують за відомими формулами.

Відомості про запроектований хід: довжина ходу $[S] = 5,25$ км за допустимої $[S] = 14$ км; довжина замикаючої $L = 5,045$ км; кількість ліній $n = 12$, за допустимої кількості $n = 15$; середня довжина лінії $S_{сер} = 437$ м, за оптимальної довжини $S_{opt} = 500$ м $S_{сер} = \frac{[S] \text{ км}}{n}$; максимальна довжина лінії

$S_{max} = 515$ м, за допустимої довжини $S_{max} = 3000$ м; мінімальна довжина $S_{min} = 320$ м, за допустимої довжини $S_{min} = 250$ м.

Встановлюють ступінь витягнутості запроєктованого ходу:

- y_{max} – найбільша віддаль від вершини ходу до лінії проведеної через центр ваги ходу паралельно до замикаючої L , що з'єднує початкову та кінцеву точки ходу (максимально віддалений пункт 3, для якого $y_{max} = 716$ м);

- найбільше відхилення лінії ходу від напрямку замикаючої (гострий кут між цією лінією і лінією, паралельною до замикаючої). Для лінії 3-4 цей кут є максимальним і дорівнює – $\alpha_{max} = 57^\circ$. Гранично допустимі величини $y_{гран}$ та $\alpha_{гран}$ відповідно до [3] приймаємо:

$$y_{гран} = \frac{L}{8}, \quad \alpha_{гран}^0 = 24^\circ. \quad (1.1)$$

$$y_{гран} = \frac{L}{20} < \frac{L}{8}. \text{ Однак } \alpha_{max}^0 = 57^\circ > \alpha_{гран}^0 = 24^\circ.$$

Висновок. Хід є ламаним (рис. 1.1). Незалежно від того, ламаний хід чи витягнутий, подальшу оцінку його точності слід виконувати, як для ламаного, з обчисленням координат центра ваги ходу за формулами:

$$X_u = \frac{[x_i]}{n+1}, \quad Y_u = \frac{[y_i]}{n+1}. \quad (1.2)$$

x_i та y_i – умовні координати пунктів ходу, коли за початок координат приймають пункт Галузинці, а за вісь X – його замикаючу; n – кількість ліній ходу. Виміряні на карті координати x_i та y_i записують в табл. 8.

$$y_u = \frac{-3142}{13} = -242 \text{ м}, \quad x_u = \frac{32319}{13} = 2486 \text{ м}.$$

За обчисленими координатами x_u і y_u на карту наносять центр ваги ходу. Далі студент на карті вимірює віддалі $D_{u,i}$ від центра ваги до вершин ходу, вписує виміри в табл. 1.3 і підраховує $[D_{u,i}^2]$, яку необхідно знати для наступних розрахунків. $[D_{u,i}^2] = 32860000 \text{ м}^2$. $[D_{u,i}^2] = D_{u,1}^2 + D_{u,2}^2 + D_{u,3}^2 + \dots + D_{u,13}^2$.

Для обчислення абсолютної допустимої нев'язки ходу M скористаємося формулою

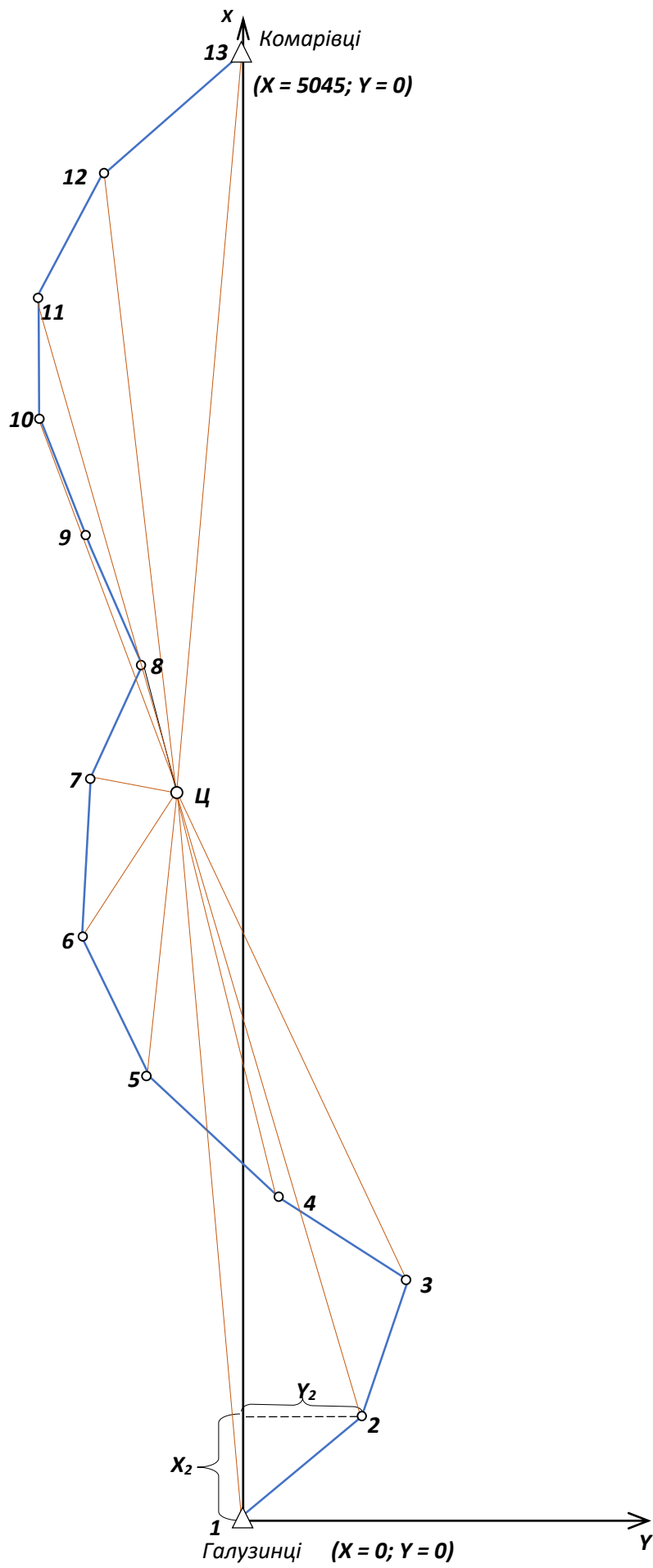


Рис. 1.1. Схема полігонометричного ходу

$$\frac{M}{[S]} = \frac{1}{T}, \quad (1.3)$$

де T – знаменник заданої студенту граничної відносної похибки ходу. Для $T = 25000$ та довжини ходу $[S] = 5250$ м одержують: $M = \frac{[S]}{T}$, $M = \frac{5250}{25000} = 0,21$ м.

Розрахована абсолютна допустима похибка ходу дорівнює 210 мм.

Таблиця 1.3

Обчислення $(D_{u,i})^2$

Назва пункту	S , м	y , м	x , м	$(D_u)_i$, км	$(D_{u,i})^2$ км ²
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1(Галузинці)	484	0	0	2,52	6.36
2	403	+ 395	342	2,22	4.94
3	446	+ 555	812	1,82	3.34
4	511	+ 128	1090	1,44	2.08
5	457	- 320	1496	0,99	0.99
6	470	-534	1988	0,60	0.36
7	376	-524	2554	0,31	0.10
8	430	-352	2939	0,45	0.20
9	405	-545	3399	0,93	0.86
10	320	-695	3794	1,36	1.84
11	433	-716	4211	1,78	3.19
12	515	-534	4649	2,24	5.04
13 (Комарівці)	515	0	5045	2,52	6.36
Σ	5250	- 3142	32329		35,66

$$35,66 \text{ км}^2 = 35660000 \text{ м}^2 = 3566 \cdot 10^4 \text{ м}^2$$

Основні джерела похибок світловіддалемірних вимірювань та прийняті їхні позначення, а також властивості похибок: випадкові (a) або систематичні (b); залежні або незалежні від довжини лінії S – подані в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Джерела похибок світловіддалемірних вимірювань та властивості похибок

№ з/п	Джерела похибок	Властивості похибок
1	вимірювання різниці фаз $\Delta\varphi$, $m_{S_{\Delta\varphi}}$	a ; не залежить від S
2	зведення лінії до горизонту m_{S_h}	a ; не залежить від S
3	похибка фазометра (циклічна) m_{S_φ}	a ; не залежить від S
4	центрування світловіддалеміра, редукація відбивача $m_{S_{ч.р}}$	a ; не залежить від S
5	дрейф генератора частоти m_{S_f}	b ; залежить від S
6	неточне знання показника заломлення повітря m_{S_n}	b ; залежить від S
7	визначення приладової поправки світловіддалеміра – K m_{S_k}	b ; залежить від S
8	похибки координат вихідних (відомих) пунктів $m_{S_{вих}}$	a ; не залежить від S

Похибку вимірювання ліній світловіддалемірами різних конструкцій, зазвичай, виражають рівнянням регресії

$$m_S = (a_{мм} + b_{мм} \times 10^{-6} S мм) мм, \quad (1.4)$$

де a – випадкова складова частина похибки; b – систематична частина, пропорційна довжині лінії за яку приймають середню довжину лінії ходу $S_{cp} = 430$ м. Значення коефіцієнтів a та b задані, їх вибирають залежно від приладу, який задається у завданні на проектування.

$m_S = 15 мм + (5 \times 430000 \times 10^{-6}) мм. \approx 17,5 мм \approx 18 мм$. Розраховують сумарну

похибку на хід з 12 ліній: $[m_S] = m_S \sqrt{n}$, $[m_S] = 62 мм$. Приймають цю похибку

за середню квадратичну і розраховують граничну похибку:

$$[m_S] = 2[m_S] = 124 мм.$$

Виходячи з властивостей похибок світловіддалемірних вимірювань, записують:

$$a^2 = m_{S_{\Delta\varphi}}^2 + m_{S_h}^2 + m_{S_{a.p.}}^2 + m_{S_\phi}^2 + m_{S_{вух}}^2, \quad (1.5)$$

$$b^2 = m_{S_\kappa}^2 + m_{S_n}^2 + m_{S_f}^2. \quad (1.6)$$

Приймають гіпотезу про рівність впливів випадкових похибок:

$$m_{S_{\Delta\varphi}}^2 = m_{S_h}^2 = m_{S_{a.p.}}^2 = m_{S_\phi}^2 = m_{S_{вух}}^2 = m_{вух} \quad \text{та} \quad \text{систематичних похибок:}$$

$m_{S_\kappa} = m_{S_n} = m_{сп} = m_{суст.}$ Враховуючи наведені спрощення, формули (1.5) та (1.6)

$$\text{записують так: } a^2 = 5m_{вух}^2, \quad b = 3m_{суст.} \cdot m_{вух.} = \frac{a}{\sqrt{5}}, \quad m_{суст.} = \frac{b}{3}.$$

Окремі допустимі похибки центрування і редукції розраховують за формулою

$$m_u = m_p = \frac{m_{u.p.}}{\sqrt{2}} = \frac{6.7 \text{ мм}}{\sqrt{2}} = 4.7 \approx 5 \text{ мм}. \quad (1.7)$$

Систематичні похибки вимірювань з використанням віддалеміра, зокрема похибки, пов'язані з приладовою поправкою, атмосферними впливами та дрейфом частоти, допустимі до 2 мм. Окрім того, наголошується на однаковій точності центрування і редукції у світловіддалемірних вимірюваннях, а також важливості вищої точності центрування теодоліта в кутових вимірюваннях. Виділяються основні похибки кутових вимірювань та наводиться формула для обчислення допустимого поперечного зсуву полігонометричного ходу.

$$u^2 = M^2 - [m_s^2], \quad \text{Звідси} \quad u = \sqrt{M^2 - [m_s^2]} = \sqrt{(210)^2 - (124)^2} = 169,5 \text{ мм}.$$

Обчислюють допустиму сумарну похибку вимірювання окремого кута – $m_{\beta_{дон}}$, використовуючи формулу: $u^2 = \frac{m_{\beta_{дон}}^2}{\rho^2} [D^2_{u,i}]$. Для цього розв'язують

відносно $m_{\beta_{дон}}$:

$$m_{\beta_{дон}} = \rho \cdot u \sqrt{\frac{1}{[D^2_{u,i}]}} = 206265 \cdot 0,1695 \cdot \sqrt{\frac{1}{3566 \cdot 10^4}} = 5,8'' \approx 6,0''. \quad (1.8)$$

Враховуючи, що є 6 джерел похибок і вони впливають однаково, обчислюють допуск окремого джерела випадкових похибок m_{β_i} :

$$m_{\beta_i} = \frac{m_{\beta_{доп}}}{\sqrt{6}} = \frac{6.0}{\sqrt{6}} = 2.45'' \approx 2,5'' . \quad (1.9)$$

Оскільки полігонометричні ходи прокладають переважно вздовж вулиць, доріг, річок, меж угідь (наприклад, уздовж межі лісу чи річки), можуть мати місце систематичні похибки вимірювання кутів, то допустиму систематичну похибку вимірювання окремого кута визначають за формулою

$$m_{\beta_{сист}}'' = \rho'' \frac{\sqrt{2}}{T} \cdot \frac{1}{n+1} . \quad (1.10)$$

У нашому ході 12 сторін ($n = 12$), а знаменник допустимої похибки $T = 25\,000$. Отримують: $m_{\beta_{сист}}'' = 206265 \frac{\sqrt{2}}{25000} \cdot \frac{1}{13} = 0,90''$.

Аналізуючи отримані результати, бачимо, що допуск на систематичні похибки у 6,6 раза менший, ніж допуск на сумарну випадкову похибку. Це вказує на більший вплив систематичних похибок, ніж випадкових.

Обчислюють допуски на окремі джерела похибок: допустиму похибку редукції визначають за формулою

$$e_1 = \frac{m_{\beta_i} \cdot S_{сеп}}{\rho''} = \frac{2.45'' \cdot 430}{206265} = 0,005 м = 5 мм . \quad (1.11)$$

допустима похибка центрування теодоліта e_2 дорівнює:

$$e_2 = \frac{e_1}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,5 мм .$$

Інструкція [10] вимагає центрувати теодоліт і марки з точністю 2 мм. Таку точність забезпечують оптичні центрири:

інструментальні похибки переважно випадкові, і їх сумарна дія не може перевищувати 2'';

розглядаючи похибку власне вимірювання кута, розраховують необхідну кількість прийомів n вимірювання кута способом кругових прийомів за

формулою $n = \frac{m_{\epsilon}^2 + \frac{m_{від}^2}{2}}{m_{\beta_i}^2}$, де m_{ϵ} – похибка візування; $m_{від}$ – похибка відліку.

Для запроєктованого ходу 4-го класу: $m_b = 60''/25 = 2,4''$, $m_{\text{відл}} = 2''$,

врахуємо значення $m_{\beta_{\text{сир}}}$ і отримаємо: $n = \frac{2,4^2 + \frac{2^2}{2}}{(2,45)^2} = 1,3 \approx 2$ *прийоми*.

У роботах з полігонометрії та складанні проекту планової мережі використовуються різноманітні методи вимірювання кутів та відстаней. Вимірювання кутів здійснюється за допомогою теодоліта, а відстаней - електронними тахеометрами. Процес включає точне встановлення і наведення на цілі, запис відліків та обчислення середніх значень з урахуванням поправок. Планова мережа формується з урахуванням існуючих геодезичних пунктів та різних методів згущення мережі, з оцінкою точності за допомогою формул середніх квадратичних помилок. При вимірюванні ліній електронним тахеометром, очікувану СКП положення точок по кожному ходу обчислюють за формулою:

$$M^2 = nm_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \times [S]^2 \times \frac{n+3}{12} \quad (1.12)$$

де: n – кількість ліній ходу; m_s – СКП виміру лінії; m_β – СКП виміру кута; $[S]$ – довжина полігонометричного ходу.

Для визначення очікуваної СКП положення точки полігонометричного ходу виберемо по довжині і кількості ліній мінімальний і максимальний запроєктований хід. Враховуючи що довжина ходів і кількість кутів приблизно однакова. Очікувана СКП обчислимо для середнього ходу.

Згідно формули (1) очікувана СКП ходу при $n=10$, $[S] = 2,91$ км, $m_s = 0,01$ м, $m_\beta = 10''$ буде становити: $M = 0,023$ м.

Очікувана СКП визначення положення межевої точки можна визначити з цієї ж формули (3.1), прийнявши: $n=1$, $[S]=0.5$ км, $m_s = 0,01$ м, $m_\beta = 10''$. Отримаємо що очікувана СКП буде становити: $M=0,002$ м, що залежить від точності лінійних вимірів.

Мережі полігонометрії створюються як окремі ходи або системи ходів, де кожен хід повинен опиратись на два вихідних пункти з вимірюванням

прилеглих кутів. При роботі на об'єкті прив'язка здійснюється до пунктів геодезичної мережі, а вимірювання кутів проводяться оптичними приладами з точністю не менше 5', застосовуючи способи вимірювання окремого кута або кругових прийомів. Центрування приладів та візирних марок повинно виконуватись з точністю 1 мм. Спосіб кругових прийомів використовується, коли кількість напрямків перевищує два. Прилади перевіряються перед початком робіт і не рідше одного разу на рік. Вимірювання окремих кутів алідадою проводиться в одному напрямку, а при кругових прийомах алідаду обертають в різних напрямках на кожному півприйомі. В полігонометрії 2-го розряду вимірювання теодолітом 5" проводиться у 2 прийоми, з перестановкою лімба між прийомами.

Результати вимірювань мають відповідати визначеним допускам, включаючи розходження між значеннями кутів до 0,2' та коливання значень

напрямків до 0,2. $m_{\beta} = \frac{1}{\sqrt{2} \times T_c} \rho \sqrt{\frac{12}{n+3}}$ де: n – кількість сторін в ході.

Для полігонометрії 2-го розряду: $\frac{1}{T_c} = \frac{1}{10000}$

для ходу $n = 7$ $m_{\beta} = \frac{1}{10000 \times \sqrt{2}} \times 206265 \times \sqrt{\frac{12}{10}} = 16''$

для ходу $n = 12$ $m_{\beta} = \frac{1}{10000 \times \sqrt{2}} \times 206265 \times \sqrt{\frac{12}{15}} = 13''$

Використання відносних методів спостережень у геодезичному виробництві для визначення координат пунктів за допомогою GPS, основним елементом є геодезична база, що складається з двох станцій спостережень та синхронних вимірювань їхніх координат. Зазначено, що статичний метод є основою для побудови геодезичних мереж з використанням GPS, і він передбачає спостереження з відомими координатами стацій та мобільних станцій на пунктах, координати яких потрібно визначити. Тривалість спостережень може змінюватися від п'ятнадцяти хвилин до кількох днів в залежності від очікуваної точності та довжин лекторів між пунктами.

Таблиця 1.5

Співвідношення точності, тривалості спостережень та довжин векторів

Метод	Віддаль між пунктами	Тривалість сесії	С.к.п. визначення координат
Статичний	до 20	близько 1 год	5мм +1ppm
метод швидкої статика	до 10	5-10 хв.	5мм +1ppm
напів-кінематичний метод ("стій/йди")	до 5	до 2 хв.	10-20 мм.+1ppm
Кінематичний метод в реальному часі (RTK)	5-10	до 1 хв.	10-20 мм.

Різні методи вимірювання GPS, такі як статичний, "швидка статика" та кінематичний, і їх значення для отримання точних координат. Особлива увага приділяється методам кінематичного та RTK (Real-Time Kinematic), які забезпечують високу точність у вимірюваннях. Робиться порівняння переваг і недоліків кожного методу. У даному дослідженні використовувався статичний метод внаслідок відстані до пунктів та відсутності засобів передачі даних, щоб досягти необхідної точності визначення координат за допомогою GPS.

1.4. Створення цифрових та електронних топографічних планів

Топографічні знімання можуть бути представлені у формі цифрових або електронних топографічних планів. Цифровий топографічний план є моделлю місцевості, створеною з врахуванням картографічної генералізації, у прийнятих проекціях, системах координат та висотах, і записаний на магнітних або оптичних носіях. Електронний топографічний план - це візуалізований цифровий план з використанням програмного забезпечення у прийнятій системі умовних знаків. Ці плани створюються шляхом запису просторових координат і характеристик об'єктів місцевості під час польового знімання або фотограмметричним методом.

Основні етапи створення цифрових топографічних планів включають збір цифрової інформації, обробку, накопичення та зберігання, графічне

відображення і редагування. Цифрова обробка включає первинну обробку зібраних даних, створення цифрової моделі місцевості (ЦММ) і формування цифрових моделей елементів плану.

Накопичення та зберігання цифрових картографічних матеріалів здійснюється у банку цифрових картографічних даних. Основні функції банку даних — стандартизація, накопичення, узгодження, оновлення та доповнення інформації.

Заключним етапом є відображення цифрових топографічних планів за допомогою ЕОМ та систем графічного виводу. На всіх етапах редагування забезпечує високу якість планів і відповідність вимогам та призначенню.

2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ

2.1 Порядок виконання робіт при топографічному зніманні

Порядок виконання робіт для топографічної зйомки масштабу 1:1000 представлений на схемі 2.1.

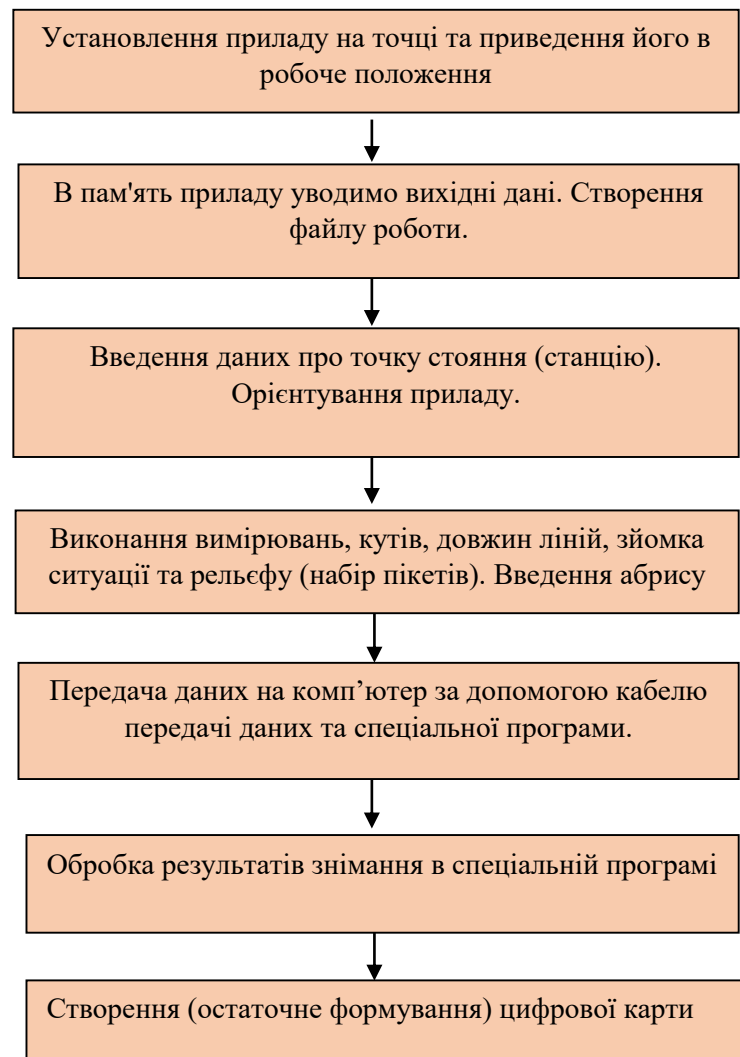


Рис. 2.1. Технологічна схема створення цифрових карт з використанням електронних тахеометрів та спеціального комп'ютерного забезпечення

2.2. Польові роботи при топографічній зйомці

Встановлення та ввімкнення приладу. TC403L знаходиться в пакувальному ящику, в якому його транспортується під час виконання

польових робіт. Футляр, розміщення в ньому приладу та аксесуарів показано на Рис.2.2.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. Прилад | 7. Акумуляторна батарея |
| 2. Інструкція | 8. Окуляр під прямим кутом |
| 3. Захисна оболонка | 9. Викрутка та набір шпильок |
| 4. Нитковий висок | 10. Шестигранний ключ |
| 5. Окуляр | 11. Трегер |
| 6. Дискета з програмним забезпеченням | |

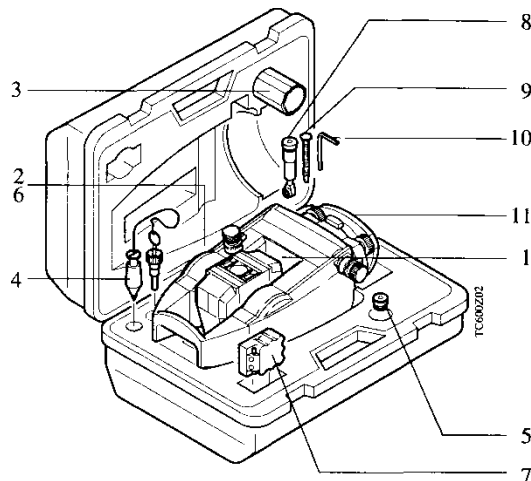


Рис.2.2. Комплектність електронного тахеометра TC403L

Прилад встановлюється на штатив GST 20 за допомогою станового гвинта, який прикріплений до штатива. Центрування приладу за допомогою лазерного центриру. Центрування приладу за допомогою лазерного центриру виконується за схемою, яка показана на Рис. 2.4

- Встановлюємо прилад над точкою (наближено);
- Вмикаємо прилад (кнопка **ON/OFF**) та активуємо лазерний центрир (тримаємо фіксованою більше 2 сек. цю кнопку **CONT**). На дисплеї з'явиться зображення електронного рівня Рис. 2.3

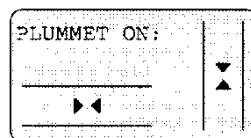


Рис.2.3 Електронний рівень (виведений в 0-пункт).

- Підіймальними гвинтами виводимо точку лазерного центриру на точку центрування та вимикаємо лазерний центрир (кнопка **CONT**, або **CE CODE**);
- Приводимо прилад в робоче положення змінюючи довжини ніжок штатива.

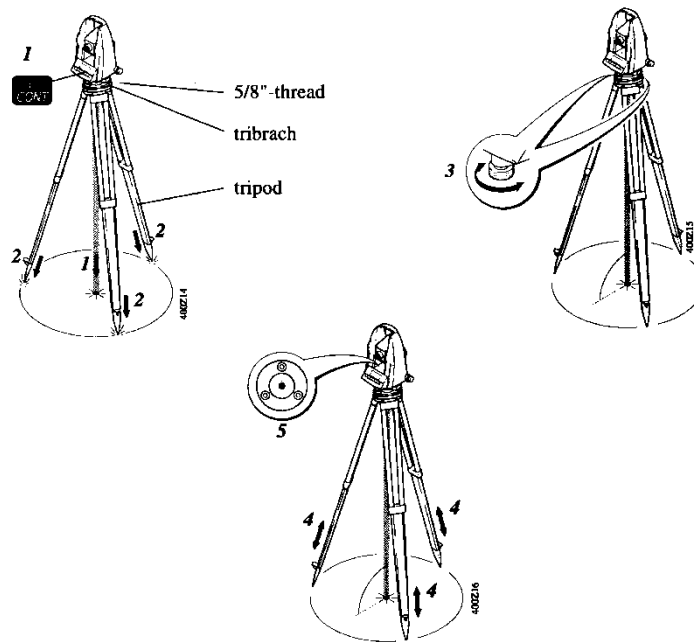
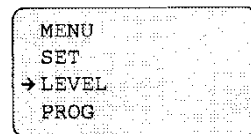


Рис.2.4. Центрування приладу за допомогою лазерного центриру.

Для того, щоб привести алідаду приладу в горизонтальне положення необхідно виконати наступні дії в такій послідовності:

-натиснути кнопку **MENU**, після чого на монітор буде зображено таке меню:



-за допомогою кнопки **ALL** перемістити курсор на команду LEVEL та натиснути кнопку **REC**. На моніторі з'явиться зображення стану електронного рівня (Рис. 5.).

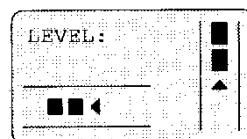


Рис. 2.5. Електронний рівень.

Для того, щоб привести прилад в робоче положення, розташовуємо один з датчиків електронного рівня паралельно двом підймальним гвинтам (Рис.2.6 а). Обертаючи підймальні гвинти в протилежні сторони виводимо датчик електронного рівня в 0-пункт. Після цього приводимо в 0-пункт другий датчик електронного рівня за допомогою третього підймального гвинта (Рис.2.6 б).

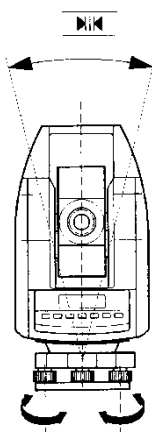


Рис.2.6 а

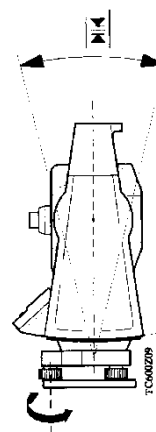


Рис.2.6 б

Прилад вважається приведеним в робоче положення тоді, коли обидва датчики електронного рівня знаходяться в 0-пункті (Рис. 2.7).

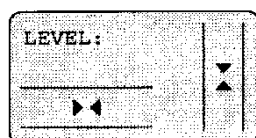



Рис.2.7. Обидва датчики електронного рівня в нуль-пункті.

Щоб перейти до режиму вимірювань, двічі натиснути кнопку .

Робота на станції Встановлення шаблону дисплея. Після встановлення та приведення в робоче положення вмикаємо прилад кнопкою . Ввімкнеться монітор по одному з трьох шаблонів (Рис.2.8 а,б,в):


Pt	:	+00000005
H _z	:	341°17'10
V	:	87°55'12
	:	3.782

Рис.2.8а. Шаблон №1. (Номер точки, горизонтальний кут, вертикальний кут, нахилена відстань)

Pt	:	+00000005
E	:	-----
N	:	-----
H	:	-----

Рис.2.8 б. Шаблон №2. (Номер точки, координата Y, координата X, висота H)









Pt	:	+00000005
V	:	87°55'12
	:	-----
	:	-----

Рис.2.8 в. Шаблон №3. (Номер точки, вертикальний кут, горизонтальне прокладення, перевищення)

Для зміни шаблону дисплея, діємо наступним чином:

- ввімкнути прилад (кнопка 
- викликати головне меню. Для цього, натискаємо кнопку 
- за допомогою кнопки  перемістити курсор на команду SET і натиснути кнопку 
- за допомогою кнопки  перемістити курсор на команду DSP і натиснути кнопку  (Рис.2.9);

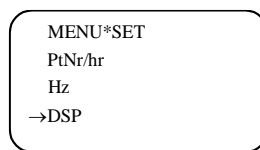






Рис.2.9. Команда DSP.

- натискаючи кнопку  вибираємо один з шаблонів показаних на Рис. 2.8 а, б, в. Після вибору потрібного шаблону протягом 5 секунд, підтверджуємо свій вибір кнопкою . Якщо вибір не підтверджено, то прилад повертається до попереднього шаблону. При повторному вмиканні прилад завантажить вибраний шаблон. На Рис.2.10 показано величини, які вимірюються під час роботи на станції.

Вимірювання нахилених віддалей. Встановити над точкою прилад і привести його в робоче положення. На іншій точці встановити рейку з маркою та призмовий відбивач (Рис.2.11).

Вимірювання нахиленої віддалі проводимо в такій послідовності:

- вмикаємо прилад (кнопка 
- для виміру нахиленої віддалі використовуємо шаблон №1 (Рис.22а). Якщо при вмиканні приладу завантажився інший шаблон, то його потрібно змінити;
- після завантаження шаблону прилад готовий до вимірювань (Рис.26)
- навести перехрестя сітки ниток візирної труби на відбивач;

- натиснути кнопку  і на дисплей виведеться нахилена віддаль та відліки по горизонтальному та вертикальному крузі (Рис.27);

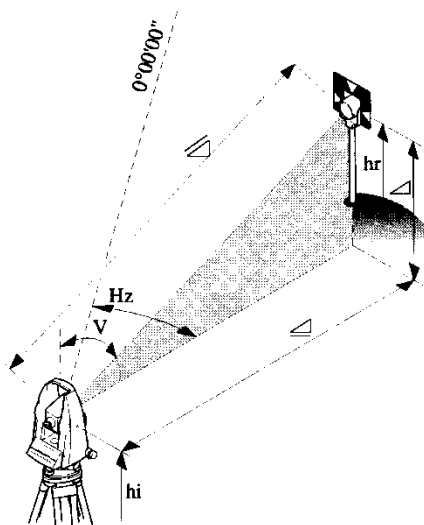


Рис.2.10. Вимірювання тотальною станцією Leica TC403L.

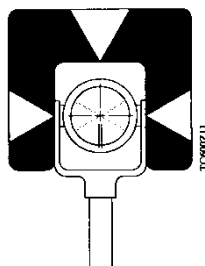


Рис.2.11. Марка GZT4 з призмовим відбивачем.


Pt	: +00000000
Hz	: 341°17'10
V	: 87°55'10
	: -----

Рис.2.12. Завантажено шаблон №1.






Pt	: +00000000
Hz	: 341°17'10
V	: 87°55'10
	: 3.782

Рис.2.13. Одночасне визначення відстаней та кутів.

Щоб записати отримані результати спостережень, натискаємо кнопку . Відлік по горизонтальному крузі завжди відноситься до напрямку візирної труби.

Вимірювання горизонтальної проєкції лінії та перевищення. Встановити над точкою прилад і привести його в робоче положення. На іншій точці встановити призмовий відбивач (Рис.2.11). Вимірювання горизонтальної

проекції та перевищення проводяться в тій послідовності, що і вимірювання нахиленої віддалі. Однак, замість шаблону №1, використовуємо шаблон №3 (Рис.2.8 б).

Постійна поправка для призми, які входять в комплект приладу рівна нулю. Коли використовуються призми не з комплекту приладу, тоді потрібно визначити для них постійну поправку і вводити її в реєстр приладу. (числові значення вводяться кнопками  та ); після введення поправки, натиснути кнопку .

З КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ ТОПОГРАФІЧНОМУ ЗНІМАННІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ПЛАНУ МАСШТАБУ 1:1000 НА ТЕРИТОРІЮ ГОСПОДАРСЬКОГО ДВОРУ

3.1. Переписування даних з тахеометра на персональний комп'ютер

По завершенню проведення польових топографо-геодезичних робіт виконується камеральне опрацювання польових вимірювань. Для цього застосовувались новітні комп'ютерні технології.

Переписування з електронного тахеометра Leica на ПК. Всі дані, що стосуються вимірювань зберігаються в пам'яті електронного тахеометра у проектах - це аналог комп'ютерних директорій. Це наприклад: виміри, коди, тверді точки, інформація про станції стояння приладу і т.д.

Після проведення теренних вимірювань виникає потреба у подальшій обробці отриманих даних для отримання завершеного продукту, такого як топографічний план чи каталог координат точок.

Для обробки вимірних даних можуть використовуватися різні програмні продукти, такі як Leica Geo Office, Trimble Terra Model, Credo DAT, Digital, Panorama.

TCR403 Ultra має можливість експорту даних на персональний комп'ютер (ПК) за допомогою спеціального кабелю, який підключається до порту RS232 на обладнанні та комп'ютері. Дані передаються за допомогою програмного забезпечення Leica Geo Office, використовуючи утиліту "Обмен данными", при цьому прилад повинен бути вимкненим. Після підключення приладу до комп'ютера вибирається відповідний порт і налаштовуються параметри передачі даних. Обраний порт відкривається, і результатом є вигляд дерева файлів з трьома директоріями: "Проекты", "Форматные файлы", "Коды".

Директорія "Проекты" містить інформацію про результати вимірювань та використані опорні точки, директорія "Файлы форматом" містить форматні файли, а директорія "Коды" зберігає файли кодів для топографічного знімання.

Для експорту даних вимірювань на комп'ютері обирається потрібний проект, файл "Данные измерений" перетягується до відповідної директорії, після чого обирається формат даних. Після натискання кнопки [Начать] дані починають передаватися, а вікно "Загрузка" закривається після завершення передачі.

Після цього можна продовжувати обробку отриманих даних, використовуючи програмні продукти, такі як Digitals, ІНВЕНТ-ГРАД, CREDO DAT, Leica Geo Office, Trimble Terremodel тощо.

3.2 Опрацювання даних знімання в програмному середовищі Digitals

Програмне забезпечення "DIGITALS" призначено для створення та оновлення топографічних і спеціальних цифрових карт з підвищеною інформативністю, підготовки карт до видання, ведення міського і земельного кадастру, а також вирішення спеціальних задач.

Камеральна обробка польових вимірів виконана на комп'ютері з використанням програмного забезпечення DIGITALS. Цифрову карту (план) створювали за допомогою програмного забезпечення для цифрової картографії та землевпорядкування Digitals (ТОВ "Аналітика", Україна, м. Вінниця, <http://www.geosystema.net/digitals>). Ліцензійна версія Digitals для повноцінної роботи використовує захист у вигляді USB-ключа типу Guardant Stealth, який входить до стандартної комплектації під час придбання Digitals.

Digitals складається з різних модулів. Для їхнього простішого знаходження запускаємо файл models.exe. Відобразиться основна панель інструментів, як показано на рис. 3.1.



Рис. 3.1 Основна панель інструментів.

Основні функції базового картографічного ядра системи включають підтримку необмеженого списку шарів з різними атрибутами відображення, можливість створення та відображення необмеженої кількості параметрів

об'єктів як підписів на карті, наявність бібліотеки векторних умовних знаків, управління черговістю відображення шарів і окремих об'єктів, зберігання карти з усіма атрибутами в одному файлі. Також описано можливість відображення карт на екрані з точністю, аналогічною друку на плотері, символізацію цифрових карт, створених в інших системах, підтримку шаблонів типових об'єктів, створення кадастрових карт і планів, заповнення записів баз даних, створення звітів, експлікацій, графічних і текстових документів, автоматичний підрахунок площі та моделювання регулярної цифрової моделі рельєфу (ЦМР), включаючи моделювання горизонталей, розрізів і січень, підрахунок об'ємів. Це програмне забезпечення надає комплексні інструменти для картографічних робіт, забезпечуючи точність та ефективність процесів.

В останній версії Digitala додано кілька нових функцій, що дозволяють здійснювати збір даних як у стерео, так і в моно режимі. Програма підтримує використання растрових файлів аерокосмічних знімків і сканованих карт будь-яких розмірів для збору даних. Нова версія програми пропонує ряд значних можливостей для редагування картографічних даних. Вона дозволяє передавати зібрані дані в інші системи та використовувати програму як навігаційний інструмент з GPS-приймачами. Функціонал включає растрову дигіталізацію з інтелектуальними функціями збору, створення та друк мозаїчних ортофотопланів і ортофотокарт високої роздільної здатності, автоматичне відновлення рельєфу для ортофото, синхронне редагування суміжних об'єктів, редакцію умовних знаків та форматований висновок параметрів з підтримкою різних одиниць виміру. Крім того, є функція швидкого пошуку об'єктів, автоматичної побудови полігонів, можливість прив'язувати файли до об'єктів, зберігання карт у стислому форматі та інтерфейс з портативними GPS-приймачами для навігаційного використання. Також програма підтримує функцію розподілу земельних ділянок.

Модуль Geodesy призначений для обробки польових геодезичних вимірів, врівноваження геодезичних мереж, імпорту даних з електронних тахеометрів та ручного введення вимірів.

Модуль Ged є основним модулем Digitals, який використовується для створення цифрових векторно-растрових карт з використанням умовних знаків.

Програмний модуль "Geodesy" у середовищі "Digitals" призначений для обробки польових вимірів полігонометричних (теодолітних) ходів і тахеометричної зйомки. Введені дані зберігаються у форматі ".GDS". Результати обчислень можуть бути представлені у вигляді журналу обчислень точок повороту, мережі вимірів полігонометричних (теодолітних) ходів, відомості обчислення координат і висот тахеометричної зйомки або експортуватися у формат Digitals *.

Програма надає можливість задавати вихідні пункти (опорні точки) різними способами.

В Models.exe (піктограма "Опора") задаються опорні точки. Після введення координат точок потрібно закрити вікно "Робота з опорними точками", щоб зберегти дані в Models.ini. У модулі Geodesy.exe опору слід завантажити командою "Файл | Завантажити опору...". Ця команда дозволяє завантажувати (замінити) прив'язочні точки з будь-якого *.ini файлу (включаючи Models.ini), у якому є секція [Ground Points]. Виконання цієї команди передбачає заміну існуючих вихідних пунктів пунктами з *.ini файлу. Якщо опорні точки зберігаються у текстовому файлі, їх можна завантажити також командою "Файл | Завантажити опору...". Для цього в діалозі відкриття файлів потрібно вибрати тип "ТХТ файлу". Дані у файлі повинні йти в такій послідовності: Номер X Y [Z]. Висота точки не є обов'язковою і може бути відсутньою. Інформація може бути розділена пробілами, табуляцією, символами "|" (вертикальна риска), ";" (крапка з комою).

Інший спосіб задати вихідні пункти – безпосередньо ввести їх у програму, використовуючи команду "Хід | Опорні точки". З'являється вікно, у якому можна переглянути й змінити координати вихідних пунктів. Для додавання нової точки достатньо натиснути клавішу Enter у правому нижньому осередку таблиці. Програма автоматично присвоює новій точці наступний номер за порядком. Наприклад, якщо попередня точка була Rp1, наступна буде Rp2.

Автонумерація відбувається лише у випадку, якщо останній символ назви точки є цифрою. При зміні координат вихідних пунктів ходи перераховуються. За допомогою контекстного меню (права кнопка миші) можна очищати або видаляти рядок, а також видаляти всі рядки. Кнопка "Завантажити..." дублює команду "Файл / Завантажити опору...". Тобто наявні точки замінюються точками з файлу. Можна завантажувати як з *.ini файлу, так і з будь-якого текстового файлу. Кнопка "Додати..." виконує ті ж дії, що й попередня, але без заміщення існуючих точок у таблиці. Задані дирекційні кути використовуються для обчислення ходів полігонометрії (теодолітних ходів) та для обчислення тахеометрії. Після введення опору вводяться вихідні дані польових вимірів з файлу електронного тахеометра. На екрані відображається схема введених ходів (Рис. 3.2).

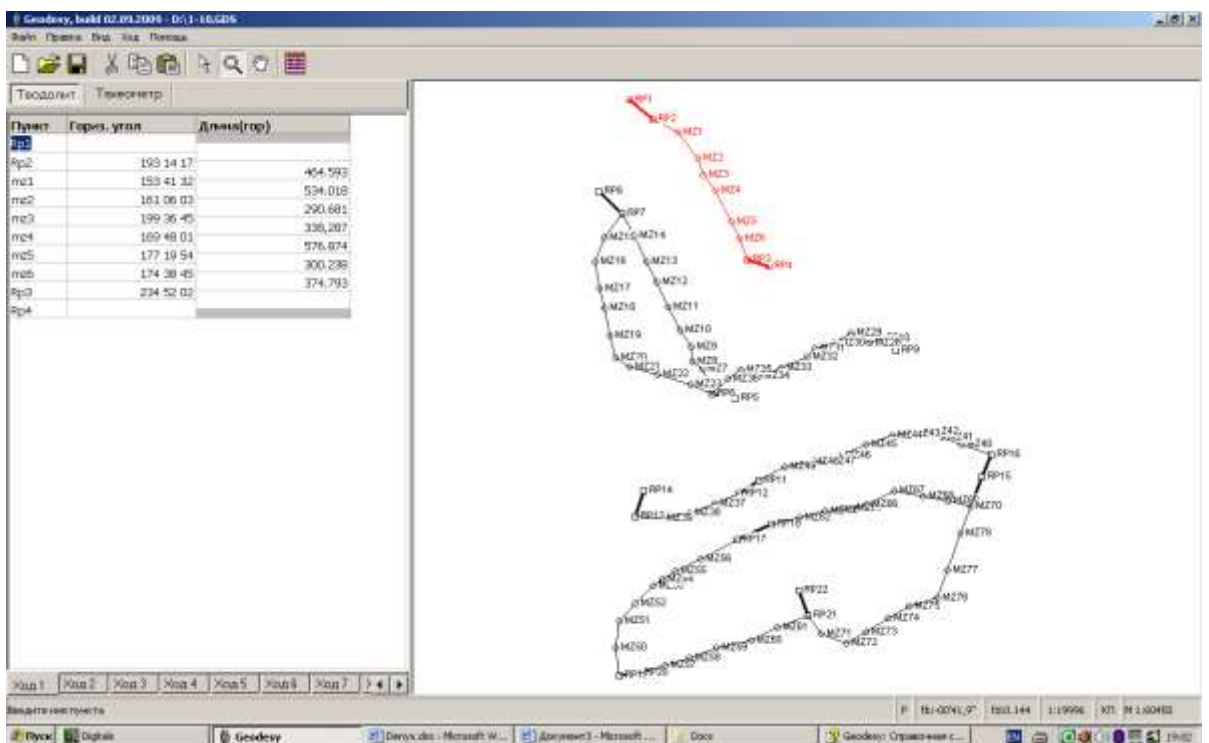


Рис. 3.2 Діалогове вікно програми "Geodesy"(введення даних вимірювань).

У розділі "Параметри" (рис. 3.3) налаштовуємо інтерфейс користувача, визначаємо режими обчислення та виведення даних, а також задаємо параметри для зовнішнього модуля зрівнювання.

Після вводу вихідних даних натискаємо клавішу Файл - Звіт, одержуємо відомість координат (Рис. 3.4). Програма обчислює кутову нев'язку (отриману

та допустиму), а також відносну та абсолютну похибку. Результати можна зберегти або експортувати в MS Excel. Координати точок знімальної основи можна експортувати в програмний модуль Ged для створення цифрових карт.

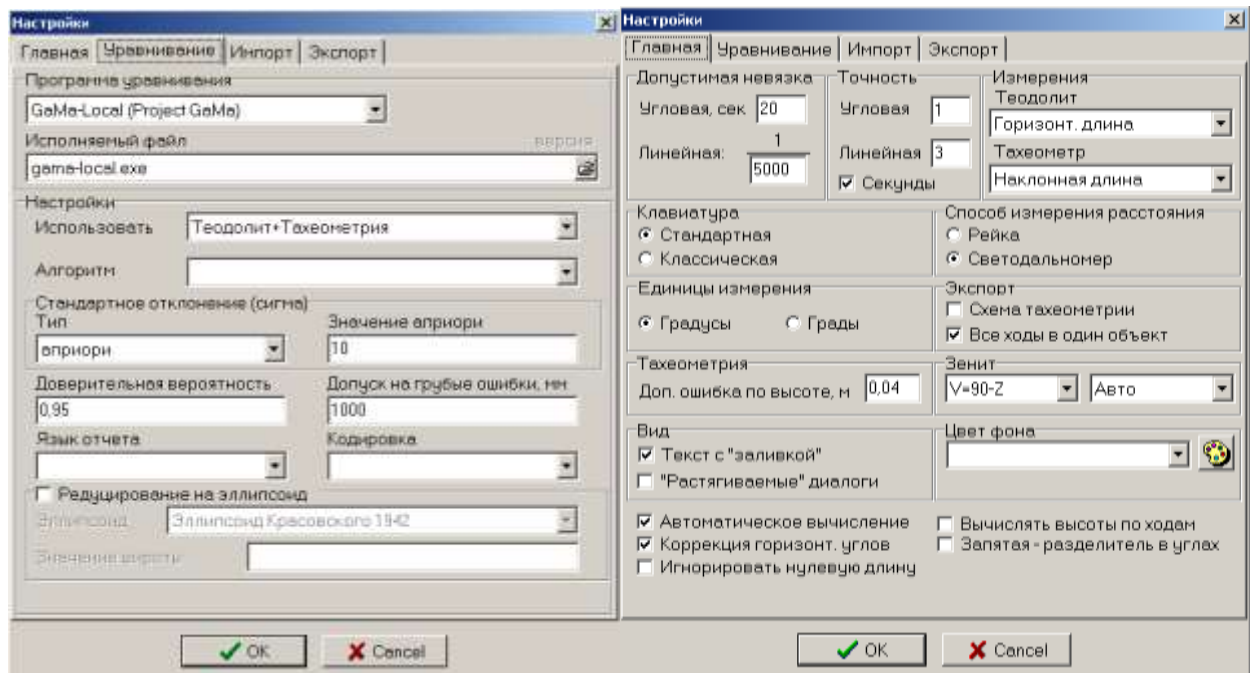


Рис. 3.3 Введення налаштувань програми опрацювання результатів

Наим. пункта	Высота пункта по нивелиру	Длина хода	Высота пункта по нивелиру	Присл. X	Присл. Y	координат X	координат Y	Бордметры	пикетаж
Рп1	138°17'20,5"								
Рп2	137°41'32,0"								
п11	143°21'17,0"								
п12	162°15'05,1"								
п13	142°39'15,8"								
п14	152°50'13,0"								
п15	165°30'17,4"								
п16	162°51'20,4"								
Рп3	105°59'25,0"								
Рп4									
п17	122°30'19,0"								
п17	211°45'09,0"								
п18	130°50'29,0"								
п18	240°57'58,0"								
п18	172°50'29,0"								
п11	170°19'51,0"								

Рис. 3.4 Формування звіту

Система автоматично обробляє результати польових топографо-геодезичних робіт, виконуючи урівноваження планово-висотної основи, визначення координат пікетів топографічних зйомок, формування контурів,

ділянок та угідь землекористування, складання звітних матеріалів та обмінного формату для взаємодії з різними кадастровими і геоінформаційними системами.

Система підтримує дві технології виконання робіт:

- територіальну, де об'єктом інвентаризації є район, населений пункт або квартали;
- землекористування, де об'єктом інвентаризації є землекористувач і всі його ділянки землекористування.

Основою системи є застосування строгих методів обробки даних геодезичної основи, топографічних зйомок та дигіталізації існуючих картографічних матеріалів. Обчислення площ контурів супроводжується оцінкою точності, виконаною за середніми квадратичними похибками положення точок, отриманих автоматично в результаті обробки геодезичних мереж і топографічних зйомок. Підтримуються різні класи точності виконання топографо-геодезичних робіт.

Забезпечується введення та редагування даних за допомогою електронних таблиць та польових реєстраторів інформації. Виконується урівноваження планово-висотної геодезичної основи, зокрема:

- нівелювання;
- полігонометричних мереж та теодолітних ходів;
- лінійно-кутових мереж тріангуляції, трилатерації, полігонометрії та їх поєднань, а також різних лінійно-кутових засічок;
- біполярних засічок кутів повороту меж землекористування та лінійних промірів по периметру ділянки землекористування.

Для перевірки сітки надається програма автоматизованого пошуку грубих кутових та лінійних помилок. Створюється каталог координат пунктів геодезичної мережі та схема геодезичної основи.

Забезпечуються наступні методи проведення наземних топографічних зйомок: полярне знімання, тахеометричне знімання, знімання діаграмними та електронними тахеометрами-автоматами; полярно-ординатне знімання та

визначення створених точок; лінійно-кутові засічки; кутові обміри та метод перпендикулярів.

Введення даних здійснюється за допомогою електронних таблиць або польових регістраторів інформації TOTAL STATION LEICA, GETRONICS, SOKKIA. При введенні інформації використовуються діалогові візуальні засоби контролю журналів топографічного знімання. Виконується дигіталізація існуючих картографічних матеріалів. Досягається максимальна точність дигіталізації топографо-картографічних матеріалів шляхом визначення параметрів перетворення за методом найменших квадратів з урахуванням деформації паперу по осях OX і OY.

Забезпечується введення і редагування інформації про ділянки землекористування: опис контуру ділянки, код і назва землекористувача, його юридична і поштова адреса, форми власності та інші дані.

При описі внутрішньої території ділянки землекористування є можливість введення будь-якої кількості контурів угідь: будівлі та споруди, покриті території, інженерні комунікації, зелені насадження, сільськогосподарські території, водна поверхня.

Автоматично формується текстова документація: титульний лист, реєстр, заголовок, пояснювальна записка, каталоги координат ділянок і угідь та інших графічних документів; план встановлення меж ділянок і угідь землекористування, зведений план території, схема геодезичної основи, схема прив'язки кутів повороту меж землекористування.

Є можливість самостійного створення будь-яких звітних документів і графічних додатків.

Забезпечується контроль геометричної і семантичної інформації об'єкта інвентаризації. Виконується експорт-імпорт даних у інші системи.

Результати виконаних польових геодезичних робіт опрацьовано на комп'ютері з використанням програми «Digitals». При цьому визначено координати точок геодезичної мережі та кутів повороту меж, обчислено площі

земельних масивів, ділянок та угідь, суміжних землекористувачів, складено та надруковано плани встановлення меж земельних масивів, ділянок та угідь.

Збір польової інформації здійснено в автоматичному режимі із записом у модуль пам'яті та подальшим занесенням до ЕОМ.

Під час імпорту програма аналізує дані і складає список проблемних вимірів. З'явиться запит щодо відображення списку проблем.

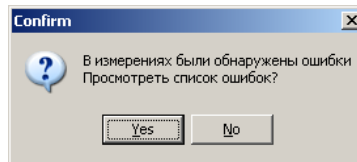


Рис. 3.5. Запит на відображення списку помилок.

Під час підтвердження запиту з'являється вікно **Ошибки измерений** з виявленими помилками (рис. 3.6) а також вікно **Измерения** (рис. 3.7).

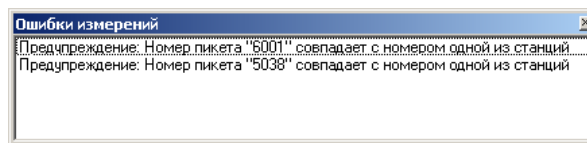


Рис. 3.6. Запит на відображення списку помилок.

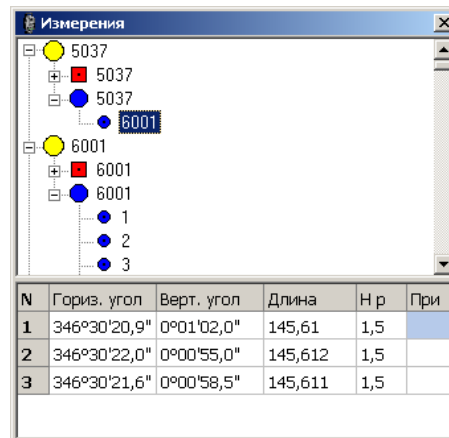


Рис. 3.7. Вікно вимірів **Измерения**.

Якщо ви подвійно клацнете на помилці, відповідний вимір буде відображений у вікні Измерения. Після виправлення помилки ви можете знову перевірити вимір, використовуючи Хід > Аналіз вимірювань (при відкритому вікні Измерения). Для зручності навігації по вимірах у вікні Измерения дані, імпортовані з файлу електронного тахеометра, представлені у вигляді дерева.

Позначення:

 - станція знімання

- - теодолітні ходи
- - вимірювання на задню точку теодолітного ходу
- - вимірювання на передню точку теодолітного ходу
- - вимірювання на точку суміжного теодолітного ходу
- - тахеометрія
- - пікетна точка

Внизу діалогу представлені виміри для обраного пункту, які можна змінювати за бажанням. Для зміни назви станції чи будь-якої точки, достатньо клацнути лівою кнопкою миші на ній або натиснути клавішу F2. Окрім імені, можна задати або змінити висоту приладу для станції. Роздільником між назвою станції та висотою приладу може бути пропуск, крапка з комою або вертикальна риса. За допомогою контекстного меню, яке викликається правою кнопкою миші, можна видалити або перенести будь-який з прийомів в інший пункт. Для будь-якого виміру можна вказати, чи був він виконаний в напрямі на задню, передню станцію або на станцію суміжного ходу, використовуючи контекстне меню. Також можна видаляти або додавати нові пункти.

Операції можна виконувати за допомогою технології перетягування (Drag&Drop), просто підведіть курсор до потрібного виміру, натисніть ліву кнопку миші і перетягніть його в потрібне місце.

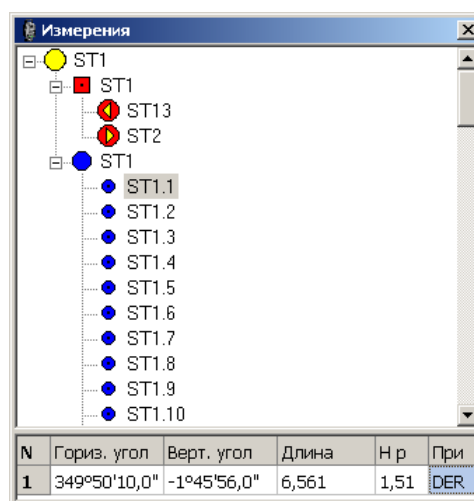


Рис. 3.8. Вікно вимірів **Измерения**.

Якщо перетягнути вимір на значок теодолітного ходу або тахеометрії, він буде вставлено на початку цієї групи. Якщо під час знімання не було кодовано

пікетів, це можна зробити вручну, клацнувши на пікеті та вводючи код ситуації для нього в останньому полі нижньої таблиці "Примітка".

Закриваємо вікно "Измерения". Якщо у файлі, який імпортується, відсутні координати початкових пунктів, їх необхідно вказати. Програма дає можливість встановлювати початкові пункти (опорні точки) декількома способами. У модулі Geodesy.exe опорні точки слід завантажити за допомогою команди "Файл -> Завантажити опору".

Ця команда дозволяє завантажувати (замінювати) прив'язувальні точки з будь-якого *.ini файлу (включаючи Models.ini), де є розділ [Ground Points]. Виконання цієї команди передбачає заміщення вже наявних початкових пунктів пунктами з *.ini файлу. Якщо опорні точки знаходяться у текстовому файлі, їх також можна завантажити за допомогою команди "Файл | Завантажити опору.", вибравши тип "ТХТ файлів" у діалозі відкриття файлів.

Дані у файлі мають бути у такій послідовності: Номер X Y [Z]. Висота точки не є обов'язковою і може бути відсутньою. Інформацію можна розділити пробілами, табуляцією, або символами: "|" (вертикальною рисою), ";" (крапкою з комою). Початкові пункти можна також встановити безпосередньо в програмі, введені координати за допомогою команди "Ход -> Исходные данные".

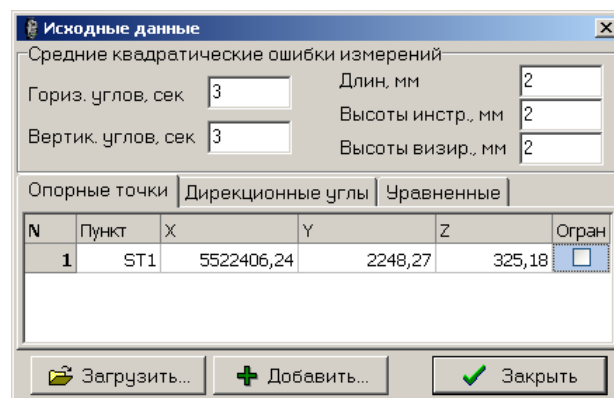


Рис. 3.9. Вікно введення даних станцій **Исходные данные**.

При цьому відкривається вікно, де можна переглянути та змінити координати початкових пунктів. Для додавання нової точки просто натисніть клавішу Enter у правому нижньому полі таблиці, що призведе до автоматичного присвоєння номера новій точці за порядком. Автоматичне присвоєння номера

точці відбудеться лише у випадку, якщо останній символ назви точки - цифра. При зміні координат початкових пунктів відбувається перерахунок ходів.

Користуючись контекстним меню, можна очищати або видаляти рядок, а також видаляти всі рядки. Натискання кнопки "Завантажити" виконує ту ж функцію, що і команда "Файл | Завантажити опору", замінюючи наявні точки точками з файлу, який може бути *.ini або будь-яким текстовим файлом. Кнопка "Додати" виконує ті ж самі дії, але без видалення вже існуючих точок з таблиці. Натискання кнопки "Закрити" закриває вікно "Опорні точки".

Введення початкових дирекційних кутів, які використовуватимуться як для обчислення ходів полігонометрії (теодолітів), так і для обчислення тахеометрії. Введення помилок вимірювань також виконується у діалоговому вікні "Початкові дані", що використовуватимуться при урівноваженні ходів полігонометрії/теодолітів та використанні модуля зрівнювання.

Кінцевою метою камеральної обробки матеріалів є створення плану топографічної зйомки.

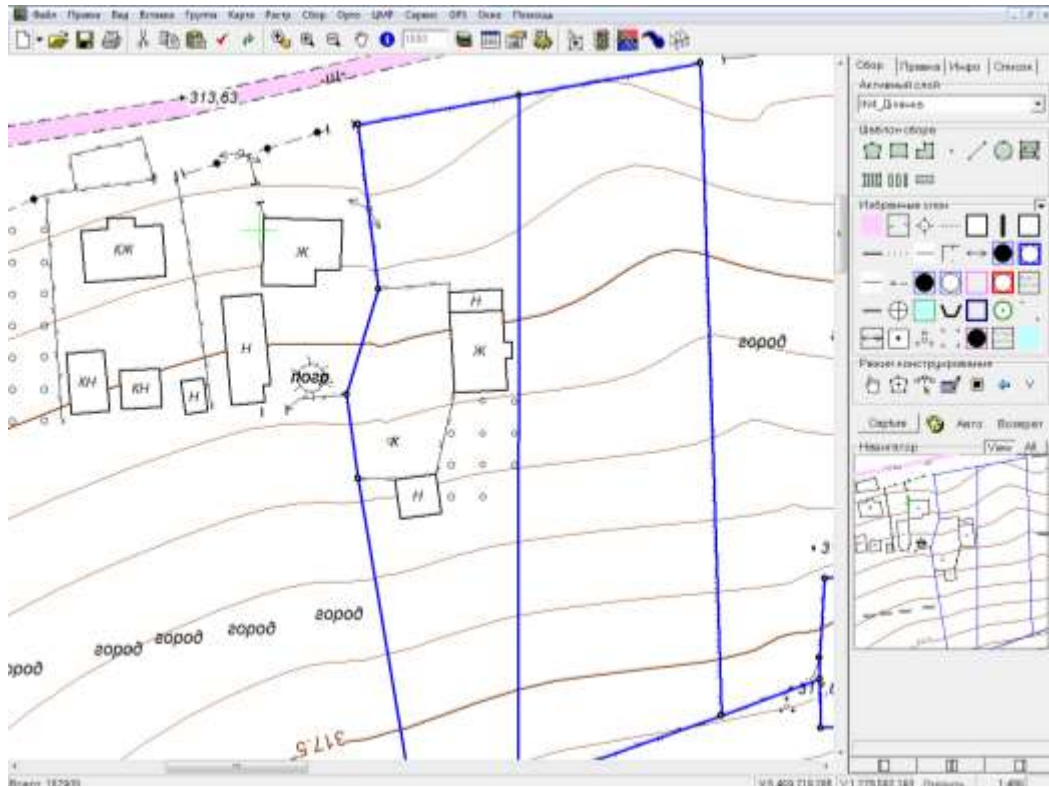


Рис. 3.10. Фрагмент цифрового плану господарського двору

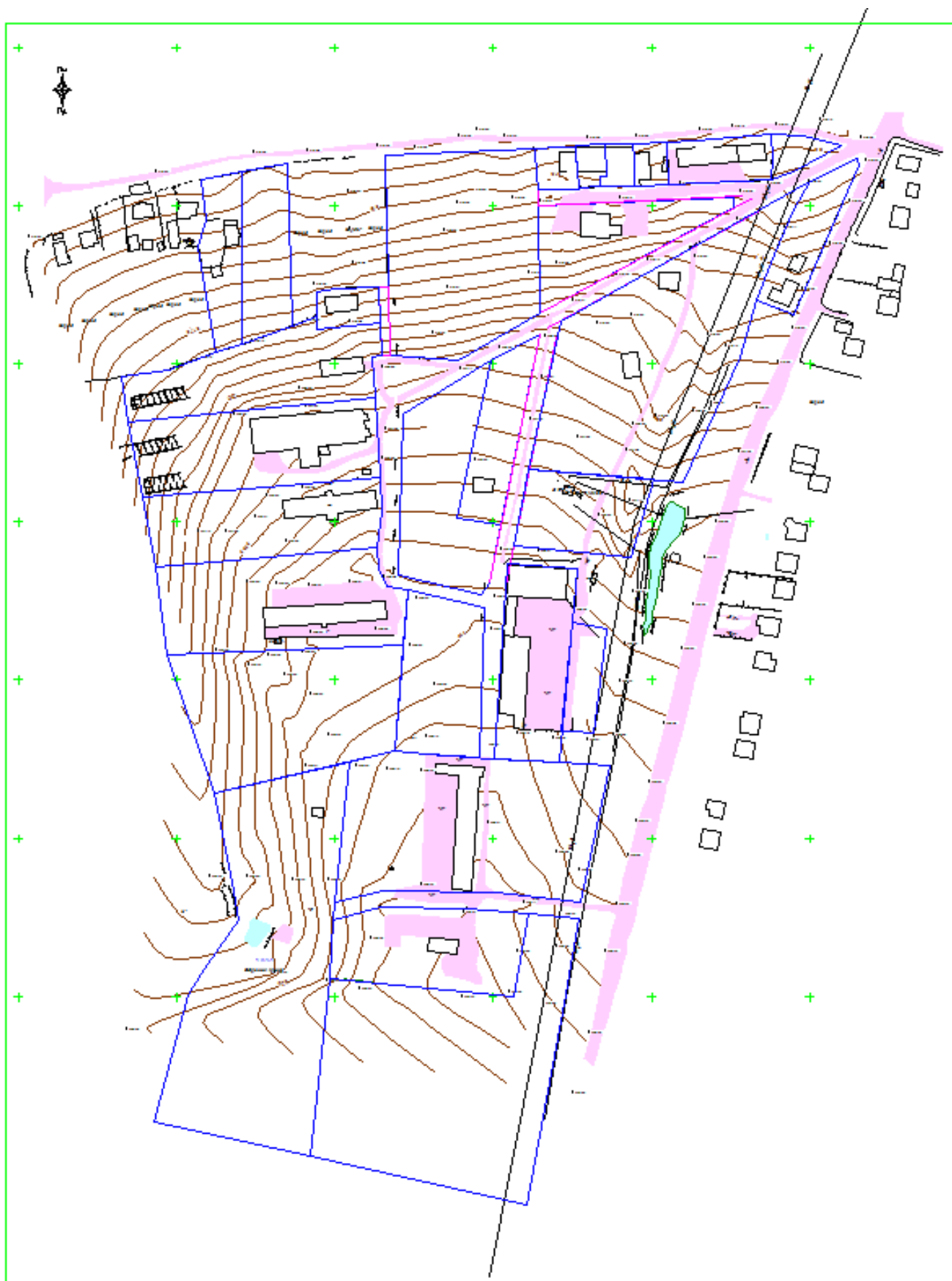


Рис. 3.11. Цифровий топографічний план 1:1000 на територію господарського двору за межами населеного пункту

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Захист природи охоплює комплекс правових та економічних заходів, спрямованих на зменшення забруднення довкілля через господарську діяльність. Ці заходи регулюються законом України "Про охорону природного середовища".

У сільському господарстві велике значення має система заходів, яка спрямована на раціональне використання земель, їх захист від шкідливих викидів і підвищення родючості ґрунтів.

Господарська діяльність, спрямована на вирощування екологічно чистих продуктів харчування, має негативний вплив на землю, воду, повітря та природні біотопи. Використання технологій у сільському господарстві, таких як обробіток ґрунту та застосування добрив та хімічних засобів захисту, повинно бути науково обґрунтованим для збереження екологічно чистого середовища.

Економічний моніторинг та систематичне спостереження за природними чинниками важливі в охороні природи. Одним з пріоритетних завдань управління земельними ресурсами є охорона земель шляхом впровадження заходів, спрямованих на підвищення родючості та запобігання їх неконтрольованому використанню.

Формування ґрунтів залежить від взаємодії різних факторів, таких як рельєф, клімат, ґрунтові умови та діяльність людини. Це призводить до утворення різних типів ґрунтів з властивою їм родючістю.

З урахуванням категорій земель, ступеня нахилу схилів та методів вирощування сільськогосподарських культур, для земель сільської ради були розроблені плани комплексного обробітку ґрунту та поліпшення ґрунтового покриву.

Вода, як один з ключових екологічних факторів, є життєво важливою і треба звертати увагу на її збереження, оскільки вона є основою життя людини. Для уникнення забруднення водних джерел, господарські комплекси та ферми

повинні бути розташовані віддалено від водойм, дотримуючись всіх правил охорони.

Забруднення водойм призводить до змін у їхніх фізичних властивостях, що негативно позначається на людях, природі та сільському господарстві. Речовини, які забруднюють воду та змінюють її якість, можна класифікувати як мінеральні, органічні, бактеріальні та біологічні. Водні джерела на території регулярно накопичують продукти ерозії, що зводить на ніч їхню економічну значимість, тому необхідно вживати заходів для запобігання мулуванню річок і водосховищ.

Атмосферне повітря, хоча й належить до нескінченних ресурсів, але господарська діяльність людини впливає на його склад, тому потрібна охорона повітряного басейну. Серед заходів щодо охорони флори і фауни важливе впровадження біологічних методів захисту рослин з метою зменшення використання хімічних препаратів. Великі втрати серед птахів та звірів спостерігаються під час сінокосіння та збирання хлібів, тому важливо організувати заходи для запобігання їхньому потраплянню під машини.

Всі ці природоохоронні заходи спрямовані на покращення екологічної ситуації та естетичного вигляду навколишнього середовища.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Полеві роботи в геодезії вимагають уваги до здоров'я та працездатності робітників через екстремальні умови: коливання температури, сонячні опіки, харчування. Незакалені працівники можуть зазнати сонячного або теплового удару. Для оптимальної працездатності важливо контролювати вплив погодних умов і забезпечити належне харчування. Додатково, будівництво геодезичних знаків вимагає великої фізичної праці та підтримки відповідного харчування.

Важливим є попередня підготовка площадки для лесорубних робіт з метою зменшення ризику нещасних випадків. Необхідно виконати, включаючи очищення лісосіки від небезпечних дерев, встановлення шляхів, розбиття ділянки на лісосіки та інші заходи безпеки. Також наводиться перелік небезпечних видів дерев і вказівки щодо проведення підготовки під контролем кваліфікованих керівників та інспекторів з охорони праці.

У процесі спилення дерева важливо враховувати різні фактори, такі як розташування крони, нахил дерева та місце, куди його спаде. Рекомендації для попередження вібраційної хвороби пильщика включають обмеження робочого часу з бензопилою, обов'язкові перерви та захисне спорядження. Будівництво геодезичних знаків є складною та небезпечною роботою, яка потребує підвищеної уваги до безпеки працівників.

У зв'язку з будівництвом сучасних високих будівель у містах, необхідно створити нову геодезичну основу та розмістити нові сигнали для забезпечення безпеки та ефективності. Ця робота потребує підготовленого персоналу та особистого контролю керівника робіт. З міркувань безпеки, розташування табору та матеріалів повинно бути на відстані від місця будівництва, щоб уникнути можливих небезпек. Описано процес зборки сигналу на землі, який включає в себе використання козлів для піднімання сигналу, зміцнення підтоків та правила безпеки під час будівельних робіт. Наголошено на важливості

дотримання норм технології та правил безпеки, використанні піднімальних засобів та перевірці блоків на відповідність стандартам.

Ретельне обстеження сигналу перед спостереженням на пунктах триангуляції включає перевірку надійності сходів, вихідного люка та площадок. Необхідність заміни несправних елементів, таких як загнилі сходи та дошки, підкреслюється. Спостерігач повинен підніматися з вільними руками, несучи в рюкзаку вантаж вагою не більше 6 кг. При погіршенні погодних умов, таких як гроза або ожеледь, робота на сигналі заборонена. Після дощу роботу можна продовжувати лише після висихання сходинок та дощок.

При підніманні приладу на площадку сигналу використовуються троси і блоки. Процес включає підв'язування блоку до основного стовпа на певній висоті від площадки. Канат перекидують через блок, підв'язують до ящика з приладом та контрольного каната. Контрольний канат підтягують і навивають, щоб він залишався натягнутим. Ще одна мотузка, зважена, використовується для уникнення ударів ящика об стовпи. Особа, яка піднімає прилад, забезпечується запобіжним поясом із ланцюгом, який підв'язується до стовпа. Робота на площадці сигналу забезпечується безпечним входом та закриттям дверей. Обмеження включають заборону вступати на перила та роботу при сильному вітрі або низьких температурах.

Перебування спостерігача на сигналі в холодну погоду призводить до порушення кровообігу та застою крові, що може викликати скутість рук і ніг та підвищує ризик падіння. Для запобігання цій небезпеці рекомендується страхувати спостерігача за допомогою каната та взуття з надійним зчепленням з сходами. У разі водяних переправ, особливо для новачків та недосвідчених, важливо враховувати режим та безпеку.

Рекомендується досліджувати переправи на місці та вживати заходів безпеки, таких як використання канатів та рятувальних засобів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У нашій кваліфікаційній роботі розглянуто метод створення цифрового топографічного плану за допомогою електронних тахеометрів у програмному середовищі для детального картографування території.

У роботі детально розглянуто процес використання та принцип роботи електронних тахеометрів, які дозволяють автоматизувати процес збору та реєстрації даних, від установки приладу до обробки інформації в спеціальній програмі.

Описано планове та висотне обґрунтування для великомасштабних топографічних зйомок, використовуючи електронний тахеометр Leica 403, а також сучасні методи збору геодезичної інформації.

Представлено методику створення топографічних планів масштабу 1:1000 та обґрунтовано вибір масштабів зйомки та перерізу рельєфу, а графічний матеріал представлено у вигляді цифрового плану місцевості.

У роботі були розглянуті наступні аспекти: планове та висотне обґрунтування для великомасштабних топографічних зйомок, сучасні методи збору геодезичної інформації, проведення польових вишукувань та використання комп'ютерних технологій у складанні планів.

Окрема увага приділена питанням безпеки праці та охорони довкілля в процесі виконання роботи.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Будова електронного тахеометра Leica 405 TCR/Методичні рекомендації для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» // Укладачі: Рій І.Ф., Бочко О.І. – Львів: 2021. – 32 с.
2. Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С Топографо-геодезичний практикум : навч. пос. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 428 с.
3. Ващенко В., Літинський В., Перій С. Геодезичні прилади та приладдя: [навч. посіб.] – 3-тє вид. / – Львів: Євросвіт, 2009. – 208 с.
4. Геодезичний енциклопедичний словник. / За ред. Володимира Літинського – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.
5. Гофманн-Велленгоф Б. Ліхтенеггер Г., Колінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика. / Переклад з англ. мови за ред. Акад. НАНУ Я.С. Яцківа, - К.: Наукова думка, 1996. – 380 с.
6. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади: підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів. – Львів : ІЗМН, 2000. - 324 с.
7. Ланьо О.В. Савчук С.Г. Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі референцних станцій. *Вісник геодезії та картографії* . 2012. № 4 (79). С. 8-13.
8. Лук'яненко М. Кривовяз А., Орел О. Можливості використання супутникової апаратури вітчизняного виробника в геодезичних роботах. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва*. Львів, 2001. С. 74-78.
9. Навігаційно-геодезичний центр офіційний дистриб'ютор Leica Geosystems в Україні. [Електронний ресурс]: – Режим доступу : <http://ngc.com.ua/>
10. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія : [підручник.] – Ч. 2. / – Львів : Вид-во нац. Ун-ту "Львівська політехніка", 2007. -508 с.
11. Про затвердження *Інструкції з Топографічного знімання у масштабах*

1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98

12. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 р. №509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z1646-16> (дата звернення: 10.11.2021)

13. Прокоф'єв Ф. І. Охорона праці в геодезії і картографії. М.: - Недра, 1987.

14. Рій І.Ф., Бочко О. І., Біда О.Ю. Електронні геодезичні прилади: навч. пос. І.Ф. Рій, О. І. Бочко, О.Ю. Біда – Львів: «ГАЛИЧ-ПРЕС», 2021. – 336с.: іл.

15. Цюпак І.М. Точність визначення координат пунктів і довжин ліній за сесіями GPS-спостережень різної тривалості *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів: Видавництво Львівської політехніки. - 2012. - Вип. I (23).-С. 57-59.

16. Черняга П.Г. Бялик І.М., Янчук Р.М.. Супутникова геодезія. Навч. посібник, 2-ге вид., без змін – Рівне: НУВГП, 2014. – 222 с.