

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА ТУРИЗМУ
КАФЕДРА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня «*Магістр*»

на тему:

«Геодезичне забезпечення проекту реконструкції системи енергозбереження із застосуванням сучасного методу GNSS-спостережень»

Виконав: студент ЗВ-62 Маг курсу
спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»

**Панасюк Андрій
Ленідович**

Дубляни 2024

УДК 528.4

«Геодезичне забезпечення проекту реконструкції системи енергозбереження
із застосуванням сучасного методу GNSS-спостережень»

– Панасюк Андрій Леонідович – Дипломна робота. Кафедра земельного
кадастру. – Дубляни, Львівський НУП. – 2024.

78 сторінки текстової частини, 10 таблиць, 18 рисунків, 20 джерела
бібліографічного списку.

У дипломній роботі проведено огляд літератури з нормативно правового та методичного забезпечення використання сучасних методів GNSS-спостережень для реконструкції різних видів мереж.

Розкрито особливості методичних підходів використання сучасних методів GNSS-спостережень, які інтегровані з іншими технологіями, що дозволяє отримувати повні і достовірні дані для ефективного планування та виконання реконструкцій об'єктів. Проведено опис інструментарію, який використано для проведення реконструкції лінії енергозбереження у сел. Дунаївці Новодунаєвецького району Хмельницької області. Визначені переваги сучасного методу GNSS-спостережень і складено цифровий план місцевості на основі RTK-вимірювань.

Кваліфікаційна робота передбачає заходи з безпечних умов праці та охорони використання земель.

Keywords: GNSS observations, coordinates, accuracy, reconstruction.

ЗМІСТ

	стор
ВСТУП	6
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
3. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	18
4. ХАРАКТЕРИСТИКА SOUTH S82T З КОНТРОЛЕРОМ SOUTH S10	53
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	72
ВИСНОВКИ	76
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	77

ВСТУП

Розвиток глобальних систем супутникової геодезії, таких як GPS (США), Compass (Китай) та Galileo (Європейський Союз), відкрив нові можливості у геодезичних методах вимірювань. Ці системи, що складаються з супутників на орбіті землі, спільно з наземними станціями та системами диференційної корекції, дозволяють визначати географічне положення, відстані, напрямки, швидкість руху та місцевий час у будь-якій точці нашої планети або навіть у повітрі, за допомогою обробки сигналів, отриманих від супутників. Особливу увагу заслуговує кінематичне знімання в режимі реального часу (RTK) та кінематична постобробка (PPK), що дозволяють отримувати велику кількість точок з високою точністю за короткий проміжок часу. Розвиток цих методів підтримується будівництвом мереж активних референтних станцій ГНСС в Україні.

При проведенні робіт, які пов'язані із реконструкцією різних мереж актуальності набувають дослідження з використанням сучасних методів GNSS-спостережень. Вони дозволяють отримувати точні геодезичні координати об'єктів швидко і ефективно, що є особливо важливим при реконструкції об'єктів, де необхідно забезпечити високу точність вимірювань для правильного відтворення геометрії та розміщення нових елементів. Також вони легко інтегровані з іншими технологіями, такими як аерофотозйомка, лазерне сканування та геоінформаційні системи (ГІС), що дозволяє отримувати повні і зміцнені дані для ефективного планування та виконання реконструкцій об'єктів. Зменшується витрата часу на виконання робіт, підвищується якість та точність і надійність.

Враховуючи зазначене нами проведено дослідження із забезпечення використання сучасних методів GNSS-спостережень для реконструкції різних видів мереж.

I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

При написанні магістерської роботи було використано нормативно-технічну, спеціалізовану літературу та відповідні законодавчі акти.

Основним законом, яким визначено створення системи збору, обробки, зберігання та розповсюдження географічної інформації є «Про національну інфраструктуру геопросторових даних (ГІД)» [5]. Ось деякі визначені цим законом завдання:

- Створення інфраструктури. Передбачає створення національної інфраструктури, яка включає в себе бази даних, програмне забезпечення, апаратне забезпечення та стандартизовані методи збору і аналіз геопросторових даних.

- Регулювання використання даних. Містить положення про регулювання доступу до геопросторових даних, встановлення правил використання та захисту конфіденційності інформації.

- Стандартизація. Визначає необхідність розробки додаткових та використання стандартів геопросторових даних з метою забезпечення їхньої сумісності та обміну між різними організаціями і системами.

- Підтримка технологічного розвитку. Стимулювання впровадження новітніх технологій у галузі геопросторових даних, таких як геоінформаційні системи (ГІС), штучний інтелект та аналіз великих даних.

- Публічний доступ до даних. Визначає умови для публічного доступу до певних геопросторових даних, щоб забезпечити прозорість та демократичний доступ до інформації.

- Управління інфраструктурою. Передбачає створення органу або комітету, який відповідатиме за управління національною інфраструктурою геопросторових даних і контроль за її розвитком та використанням.

- Міжнародне співробітництво. Містить положення про співробітництво з іншими країнами щодо обміну геопросторовою інформацією та використання спільних стандартів і практик.

Загалом законодавчий документ спрямований на створення ефективної системи управління та використання інформації.

Закон «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998р. № 353-XIV [2] зазвичай регулює правові аспекти виробництва, збору, обробки, зберігання та використання геопросторової інформації. Закон встановлює правовий каркас для організації та функціонування системи топографо-геодезичної та картографічної діяльності в країні. Він визначає основні принципи, права та обов'язки учасників цього процесу. Визначає структуру та компетенції органів, які здійснюють топографо-геодезичну та картографічну діяльність, а також встановлює механізми їх координації та співпраці. Містить положення про обов'язкове ліцензування та сертифікацію суб'єктів, які здійснюють топографо-геодезичну та картографічну діяльність, для забезпечення високої якості послуг і дотримання стандартів. Регулює процеси збору, обробки, зберігання та використання геодезичних, топографічних та картографічних даних, включаючи встановлення стандартів та процедур для забезпечення їхньої точності та надійності. Встановлює вимоги до виробництва та розповсюдження картографічних матеріалів, включаючи картографічні продукти, електронні карти та інші геопросторові дані, передбачає заходи щодо забезпечення їхньої безпеки та конфіденційності.

Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 1998р. №1075 «Про Порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок» [14] забезпечує заходи використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних робіт, порядок її реєстрації, обов'язки її власників.

Постанова Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004р. №1259 «Деякі питання застосування геодезичної референцної системи координат» [15] установлює використання Державної геодезичної референцної системи

координат УСК-2000 при виконанні топографо-геодезичних та картографічних робіт.

Наказом Головного Управління Геодезії Картографії та Кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998р. №56 затверджена Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [4].

Цей нормативний акт визначає порядок створення топографічних планів у масштабах 1:500 - 1:5000 для потреб картографування щодо їх змісту і точності. Згідно інструкції, геодезичною основою топографічних зніманих у масштабах 1: 5000 - 1:500 є державна геодезична мережа, розрядні геодезичні мережі згущення, знімальні геодезичні мережі. Державна геодезична мережа є головною геодезичною основою топографічних зніманих усіх масштабів.

Нормативно-технічні вимоги до розвитку геодезичних мереж за допомогою GPS – спостережень також висвітлені в інструкції з топографічного знімання. Зокрема, для визначення координат геодезичних пунктів застосовують такі основні методи GPS - знімання:

- статичний (статичне знімання);
- кінематичний (кінематичне знімання).

На практиці часто застосовують комбінації з цих методів, виходячи з їх оптимальності для даного району робіт. Так, в основу методу визначення координат точок в реальному часі (RTK) покладено кінематичне знімання. Однак RTK-метод відноситься більш до GNSS-вимірювань. Тож дана інструкція не передбачає нормативів застосування даного виду робіт та є застарілою і такою, що потребує поновлення.

Для єдиного відображення ситуації місцевості на всій території України видавництвом Міністерства екології та природних ресурсів України у 2001р. були введені Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [21].

Мінрегіонбудом у 2014р. були затверджені Державні будівельні норми (ДБН) А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва»[1]. (Наказ від

24.03.2014р. №83). Цим нормативним документом передбачено склад звітної документації при виконанні топографо-геодезичних робіт, визначається мета, склад технічного завдання склад геодезичних вишукувань та їх технічні вимоги. Цим ДБН також передбачено, що інженерно-топографічні плани створюються в системах прямокутних координат на площині у проекції Гаусса-Крюгера та Балтійській системі висот 1977 року. В містах, селищах, районах промислових комплексів та діючих підприємствах інженерно-топографічні плани створюються, як правило, в раніше прийнятих місцевих системах координат та висот, системі координат СК-63 із забезпеченням зв'язку з державною системою координат УСК-2000 (за наявності державного стандарту) та Балтійською системою висот 1977 року, та якщо це зазначено програмою, в системі координат WGS-84. Виконання інженерно-топографічних планів в умовній системі координат та висот забороняється.

У відмінності від Інструкції з топографічного знімання новий документ передбачає використання ГНСС-спостережень при виконанні топографо-геодезичних робіт. Так до Державної планової та опорної геодезичної мережі включається українська постійно діюча мережа спостережень глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС). Визначено, що планове положення пунктів опорної геодезичної мережі повинно визначатися, як правило, супутниковими (ГНСС) методами. При цьому опорна геодезична мережа повинна створюватись виключно у вигляді замкнених геометричних фігур та прив'язана не менше ніж до 3 вихідних пунктів ДГМ або рівно точної опорної геодезичної мережі.

Основним досягненням норм ДБН є положення про те, що розвиток планово-висотної зйомочної мережі з використанням електронних тахеометрів або ГНСС-технологій допускається виконувати одночасно з тахеометричною зйомкою. Зйомочна мережа з використанням ГНСС створюється статичним методом з пост обробкою або RTK-методом (в реальному часі). Зйомочна мережа, що створюється з використанням ГНСС-технологій, повинна бути прив'язана не менше як до трьох вихідних пунктів

опорної геодезичної мережі або трьох постійно діючих станцій спостережень ГНСС. Довжина базових ліній не повинна перевищувати 70 км, при довжині базових ліній більше ніж 20 км повинні застосовуватись двочастотні приймачі. Визначення висот методами супутникової геодезії з врахуванням висот геоїда, отриманих з гравіметричних даних, повинно забезпечувати середню квадратичну похибку взаємного положення пунктів за висотою не більше ніж 0,05 м.

Савчук С. Г., Ланьо О. В. у «Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі UA EUPOS/ZAKPOS за технологією SPARSE VRS» [16], провели експериментальні дослідження щодо застосування системи RTK-вимірювань, та проаналізували актуальні проблеми дослідження реальної точності RTK-вимірювань.

Основними джерелами отримання інформації також є дослідження висвітлені у:

- "Топографо-геодезичні роботи: методологія та практика" є важливим джерелом інформації про методи та технології, що використовуються в топографо-геодезичних роботах в Україні. Вона охоплює теми від знайомства з основними поняттями до практичних порад щодо виконання різних видів робіт.

- У науковому журналі "Геодезія і картографія" регулярно висвітлюються дослідження, пов'язані з топографо-геодезичними роботами в Україні. У цьому журналі можна знайти інформацію про сучасні методи, технології та проблеми, що стосуються геодезії та картографії в країні.

- Українськими авторами запропоновано курс геодезії, який пропонує глибокий огляд теоретичних аспектів геодезії та кадастру[9,10,11], а також розглядає практичні аспекти виконання топографо-геодезичних робіт у контексті українського законодавства та нормативів [16,18].

- У збірнику наукових статей "Сучасні технології в геодезії та картографії" - міститься огляд сучасних технологій, які використовуються в

геодезії та картографії в Україні. Вона включає в себе опис новітніх приладів, програмного забезпечення та методики їх використання.

- Історію розвитку геодезії та топографії в Україні від найдавніших часів до сучасності досліджується в "Історія розвитку геодезії в Україні" [8]. Вона допомагає зрозуміти еволюцію цієї науки в контексті української території та її вплив на сучасні топографо-геодезичні роботи.

Ці джерела надають важливий огляд стану справ у сфері топографо-геодезичних робіт в Україні, починаючи від теоретичних основ і закінчуючи практичними аспектами застосування сучасних технологій.

Також у топографо-геодезичних роботах, особливо в сучасний час, використовується широкий спектр методів і технологій для вимірювання, аналізу та обробки геодезичних даних. Деякі з найпоширеніших методів і технологій включають:

- Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС): Використання систем, таких як GPS (Система глобального позиціонування), ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система), Galileo та BeiDou, дозволяє отримувати точні географічні координати для точок на земній поверхні.

- Лазерне сканування (LIDAR): Використання лазерних сканерів для створення точних тривимірних моделей територій та об'єктів. LIDAR забезпечує високу точність та дозволяє отримати детальну інформацію про рельєф та структуру поверхні.

- Електронні та оптичні тахеометри: Ці прилади поєднують в собі функції теодоліту та вимірювального пристрою, що дозволяє проводити точні горизонтальні та вертикальні виміри.

- Географічні інформаційні системи (ГІС): дозволяють аналізувати, обробляти та візуалізувати геодезичні дані на цифровій карті. Вони допомагають приймати рішення щодо планування та управління територіальними ресурсами.

- Фотограмметрія: Використання фотограмметричних методів та аерофотознімання для отримання точних географічних даних та картографічних матеріалів.

- Інерціальні навігаційні системи (ІНС): Ці системи використовують прискорювачі та гіроскопи для вимірювання руху і орієнтації об'єктів у просторі.

Ці методи та технології часто комбінуються для досягнення максимальної точності та ефективності у виконанні топографо-геодезичних робіт. Вони забезпечують не лише збір даних, але і їх аналіз та використання для різних цілей, включаючи проектування, будівництво, архітектуру, екологію та інші галузі.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

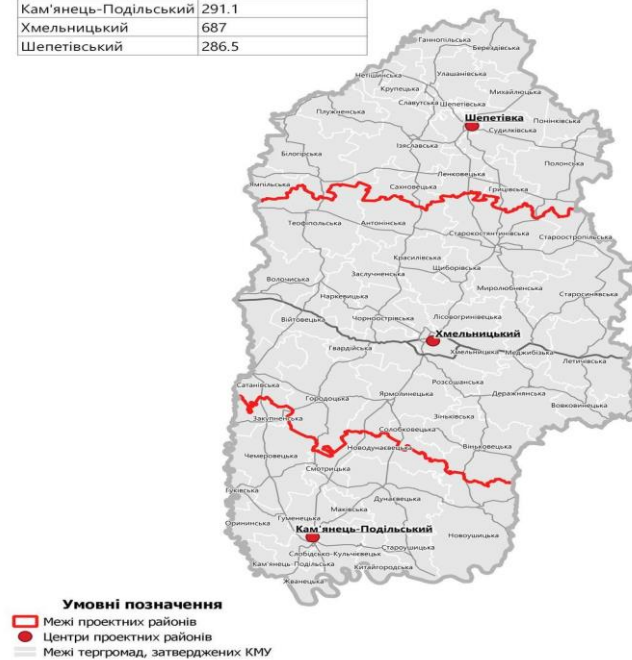
В результаті проведеної адміністративної реформи на території Хмельницької області утворилося три райони: Шепетівський, Хмельницький та Камянець-Подільський. У таблці 2.1 подано інформацію про площу та населення районів.

Таблиця 2.1 – Характеристика районів

Назви районів	Площа, км ²	Населення
Шепетівський,	5340	291,1
Хмельницький	10751	687
Камянець-Подільський	4529	286,5

Хмельницька область

Назва	Населення (тис.осіб)
Камянець-Подільський	291.1
Хмельницький	687
Шепетівський	286.5



Дунаївці є селищем міського типу у новоствореній територіальній громаді.

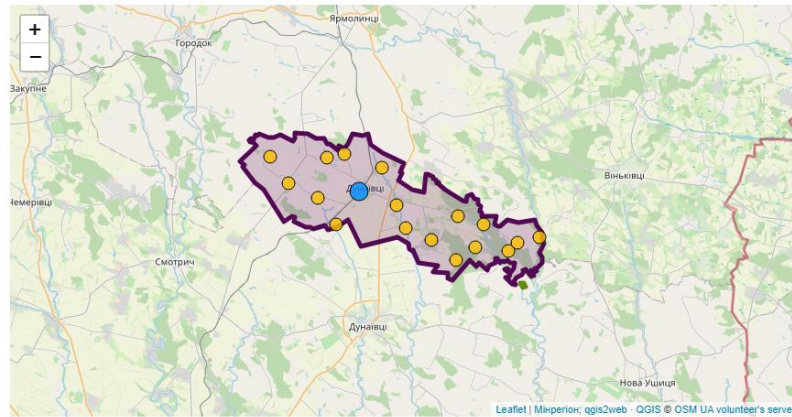


Рис. 2.1 Населені пункти територіальної громади на карті

У табл. 2.1. подано населені пункти, які входять до даної територіальної громади.

Таблиця 2.1 – Населені пункти Дунаївецької ТГ

Назва населеного пункту	Код	Кількість населення
с.Тинна	6821889201	775
с. Томашівка	6821888901	1259
с. Лошківці	6821884101	1080
село Підлісний Мукарів	6821887401	927
село Морозів	6821886801	764
село Харитонівка	6821888702	83
село Слобідка-Малієвецька	6821885002	250
село Гамарня	6821886802	5
село Тернова	6821888700	709
село Малий Карабчіїв	6821885201	503
село Удріївці	6821889801	532
село Ставище	6821888401	659
село Маліївці	6821885001	727
село Міцівці	6821886501	1501
село Варварівка	6821887402	113
село Сприсівка	6821885003	276
село Гута-Морозівська	6821886803	258

Площа міста становить 1415 гектарів. По східній межі міста проходить залізниця, а з південного сходу воно межує з лісовим масивом. Територія

міста вулицею Шевченка поділяється на дві частини - північну і південну. Північна має більш спокійний рельєф з широкою долиною річки Тернавка. Південна частина міста має круті балки і струмки.

Забудова міста переважно одноповерхова з великими присадибними ділянками та вільними територіями, що використовуються під городи. Сільськогосподарські землі в межах міста займають 48,4%. Багатоповерхова забудова зосереджена в центрі та східній частині.

Житловий фонд міста становить 395 тисяч квадратних метрів, з них 41,5% припадає на багатоквартирні будинки та 58,5% - на приватні будинки. Багатоквартирні будинки переважно мають 2-5 поверхів, з невеликою кількістю житла в дев'ятиповерхових будівлях.

Промисловість складає основу господарського комплексу міста. Структуру галузей представляють підприємства машинобудування, металообробки, переробної і харчової промисловості, такі як ВАТ "Дунаївецький машинобудівний завод", Дунаївецький агрегатний завод, ВАТ "Дунаївецький цукровий завод", ВАТ "Дунаївецький молокозавод" та інші.

За останні роки відбулися структурні зміни в місто утворюючій базі, зокрема активне формування малих підприємств і кооперативів, розвиток приватного підприємництва і індивідуальної забудови.

Місто має розвинуту систему інженерного забезпечення, включаючи всі види централізованих інженерних систем. Централізоване водопостачання базується на підземних джерелах, розподілені між водоканалом, агрегатним заводом та заводом "Харчомаш". Централізоване водопостачання охоплює 29% населення міста.

Стічні води відводяться системою колекторів і насосних станцій на два майданчики очисних споруд, після чого вони скидаються в річку Тернавка. Електропостачання здійснюється від електричних підстанцій 110/10 кВ. Будівництво ділянки газопроводу Дружба відіграло важливу роль у житті міста, забезпечуючи близько 100% житлового фонду газом.

Місто також телефонізоване і радіофіковане. Певний негативний вплив на екологічний стан міста справляють промислові підприємства, зокрема цукровий, асфальтний заводи, завод "Харчомаш" і агрегатний завод, а також сільськогосподарські ферми і міський транспорт.

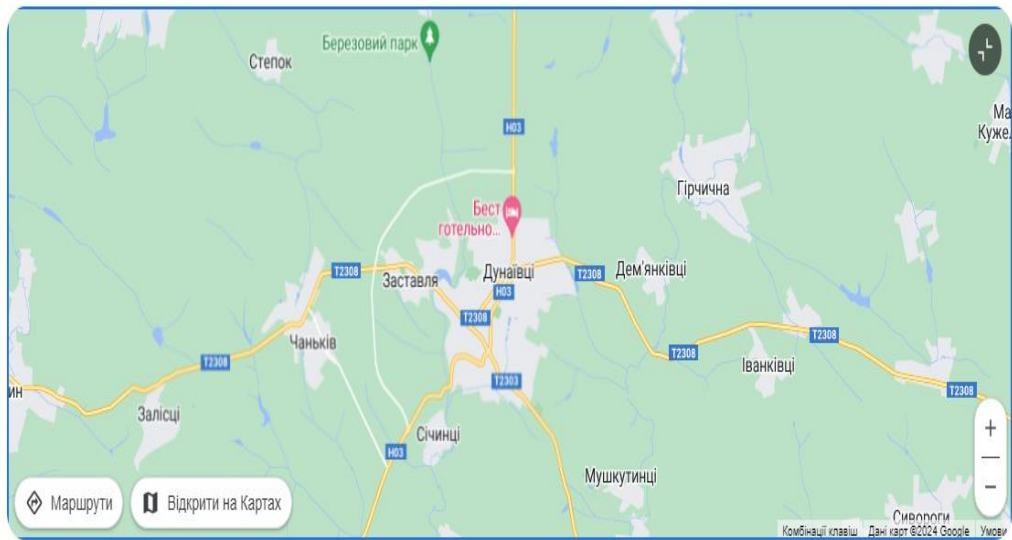


Рис. 2.2 Місце розташування сел. Дунайівці

III. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

3.1 Аналіз сучасних методів геодезичних зніманих при виконанні топографо-геодезичних робіт М 1:500

Для створення інженерно-топографічного плану масштабу 1:500 для забудованих територій використовуються різноманітні методи сучасного топографо-геодезичного знімання. Серед них - традиційне тахеометричне знімання, яке виконується за допомогою електронних тахеометрів, а також використання супутникових GNSS-методів, таких як кінематичне знімання у реальному часі (RTK) та кінематичне знімання з подальшою пост-обробкою даних (PPK). Крім того, використовуються методи дистанційного знімання, зокрема знімання за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

3.1.1 Тахеометричне знімання

Техніка тахеометричного знімання застосовується для створення планів невеликих ділянок та трас лінійних споруд, а також для знімання забудованих територій. Використання електронних тахеометрів, як оптичних пристроїв, дозволяє безпосередньо отримувати перевищення та горизонтальні координати, уникнувши додаткових обчислень. Під час роботи з тахеометрами використовуються спеціальні рейки та віхи для віддалемірних відбивачів. Густота пунктів знімального обґрунтування підвищується за допомогою прокладання тахеометричних ходів за теодолітно-нівелірними або тахеометричними маршрутами. При зніманні масштабу 1:500, лінії в тахеометричних ходах вимірюються одним повним прийомом. Похибки в вимірюванні кутів у напівприйомах не повинні перевищувати 20" при використанні оптичних теодолітів та 1' при вимірюванні кутів за допомогою теодоліту Т30. Кутові нев'язки в тахеометричних ходах не повинні перевищувати:

$$f_b = \pm\sqrt{n}, \quad (3.1)$$

де n – кількість кутів у ході.

Таблиця 3.1.1 - Вимоги при тахеометричному зніманні

Масштаб знімання	Максимальна довжина ходу, м	Максимальна довжина ліній, м	Максимальна кількість ліній у ході, шт
1:5000	10000	1000	50
1:2000	5000	700	30
1:1000	3000	500	25
1:500	2000	350	20

Допустимі лінійні нев'язки в тахеометричних ходах при вимірюванні ліній оптичними тахеометрами та теодолітами визначають за формулою:

$$f_s = \frac{S}{400\sqrt{n}}, \quad (3.2)$$

де S – довжина ходу,

n – кількість ліній у ході.

При вимірюванні ліній електронними тахеометрами та оптичними теодолітами, використовуючи світловіддалемірні насадки, відносна лінійна похибка не повинна перевищувати 1/2000. При цьому абсолютні лінійні похибки не повинні перевищувати 2,0 м для знімання в масштабі 1:5000, 1,0 м - для масштабу 1:2000, 0,6 м - для масштабу 1:1000, та 0,3 м - для масштабу 1:500. У випадку, коли довжина ліній перевищує 500 метрів, слід враховувати поправку за рефракцію. Допустима висотна нев'язка, м, не повинна перевищувати:

$$f_h = 0.04 \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (3.3)$$

де S – довжина ходу,

n – кількість ліній у ході.

Віддалі від точок тахеометричних ходів (знімальних станцій) до пікетів і віддаль між пікетами, коли застосовують електронні тахеометри та оптичні теодоліти повинні перевищувати величин, наведених у таблиці 3.1.2.

Таблиця 3.1.2 - Відстані від приладу до рейки та між пікетами при тахеометричному зніманні

Масштаб знімання	Висота перерізу рельєфу, м	Максимальна відстань, м		
		Між пікетами	Від приладу до рейки при зніманні рельєфу	Від приладу до рейки при зніманні контурів
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

Під час проведення тахеометричного знімання необхідно ретельно контролювати стабільність орієнтування приладу, а результати цього контролю можуть бути занесені до журналу або зареєстровані в терміналі цифрових даних електронних тахеометрів. Зміна значення орієнтирного напрямку за період знімання на одній станції не повинна перевищувати 1,5' при використанні оптичних тахеометрів та теодолітів і 20" при застосуванні електронних тахеометрів та оптичних теодолітів зі світловіддалемірними насадками. Щоб уникнути прогалин (вікон) у тахеометричному зніманні, рекомендується визначати кілька пікетів з кожної станції, які визначені із

сусідніх станцій. При зніманні рівнинних ділянок рекомендується визначати перевищення за допомогою горизонтального променя. Горизонтальність візирної осі забезпечується встановленням по вертикальному колу відліку, який дорівнює місцю нуля. Відстані до пікетних точок, виміряні на станції, також фіксуються в польовому журналі або реєструються в терміналі даних електронних тахеометрів. Паралельно з записами у польовому журналі під час знімання оптичними приладами на кожній станції складаються абриси. Ці абриси відтворюються умовними знаками, приблизно дотримуючись масштабу знімання, на окремих аркушах для кожної станції, що орієнтовані за ходом та показують напрям орієнтування лімба. У цих абрисах відображаються структурні лінії рельєфу (тальвеги, вододіли, перегини схилів і т.д.) і схематично представлений рельєф (горизонталями). При виконанні знімання за допомогою електронних тахеометрів та польових комп'ютерів з необхідним програмним забезпеченням, створюються безпосередньо в полі електронні плани місцевості (у режимі "розумного знімання"). Пікетні точки повинні бути розташовані без прогалів і рівномірно покривати територію знімання. Для досягнення цієї мети проводять детальний огляд місцевості, яка підлягає зніманню з даної станції, і порівнюють дані огляду з абрисами сусідніх точок.

Техніка тахеометричного знімання полягає в тому, що з відомої станції визначають координати (положення) рейкових точок (пікетів) за допомогою полярного способу, враховуючи кут β між орієнтирним напрямком і обраною точкою, а також відстань D від станції до цієї точки. Висотні різниці h та горизонтальне розташування d обчислюються за виміряною відстанню D та виміряним вертикальним кутом v .

Техніка тахеометричного зйомки передбачає послідовне виконання таких етапів: підготовчі роботи (розгортання геодезичної основи), зйомка ситуації та рельєфу, а також камеральні операції (визначення координат точок геодезичної основи, розрахунок горизонтальних розміщень, висот та перевищень знімальних точок, створення картографічного зображення

місцевості). У деяких випадках тахеометричні ходи та зйомку місцевості проводять одночасно, починаючи роботу на кожній точці з визначення необхідних даних для обчислення координат геодезичної основи, а потім переходячи до даних, необхідних для встановлення планового та висотного положення об'єктів, що знаходяться на місцевості.

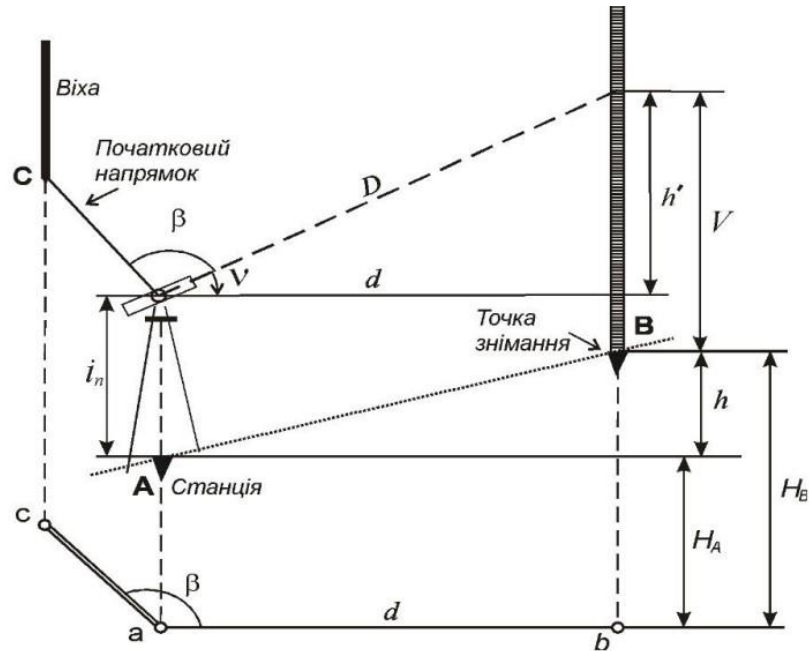


Рис. 3.1.1 – Геометричні елементи тахеометричного знімання

Переваги тахеометричного знімання з використанням електронних тахеометрів включають можливість проведення польових робіт навіть при несприятливих погодних умовах, які не підходять для інших методів знімання, а також можливість здійснювати знімання практично на будь-якій місцевості, навіть з найскладнішим рельєфом та щільною забудовою.

Проте є деякі недоліки такого виду знімань:

- залежність від розташування пунктів Державної геодезичної мережі у непосредній близькості до місця виконання робіт, що не завжди доступно;
- польові вимірювання піддаються впливу людського фактору та можуть містити грубі похибки, які у камеральних умовах ускладнюють можливість порівняння результатів робіт з місцевістю;
- можлива поява мертвих зон;

- процес робіт завжди вимагає наявності двох співробітників для супроводження.

3.1.2 Супутникові GNSS-спостереження в режимі реального часу (Real Time Kinematic)

Основна мета навігації полягає у встановленні географічних координат і часових параметрів наземних, водних та повітряних об'єктів. Системи супутникової навігації мають забезпечувати користувача точною інформацією про його місцезнаходження незалежно від погодних умов, часу доби і року, рельєфу місцевості та інших факторів. Зараз для досягнення безперервності і високої точності навігаційних вимірювань широко використовуються глобальні навігаційні системи GNSS, які повністю охоплюють земну поверхню.

Глобальні системи позиціонування складаються з трьох основних сегментів:

- Космічний сегмент, який включає в себе усі активні та резервні супутники.
- Наземний сегмент управління, який складається з головної керуючої станції і групи контрольних-вимірювальних станцій, що з'єднані між собою каналами зв'язку.
- Сегмент користувачів, який включає цивільні та військові приймачі GPS.

Космічний сегмент американської супутникової навігаційної системи GPS складається з 24 активних супутників, розташованих у 6 різних орбітах. Ці орбіти розташовані на висоті приблизно 20-15 тисяч кілометрів над поверхнею Землі та мають певний нахил до екватору. Основним завданням навігаційних супутників є генерація і випромінювання сигналів, необхідних для виконання навігаційних вимірювань приймачем GPS і контролю бортових систем супутника. Для цього вони мають радіоприймальне та радіопередавальне обладнання, сонячні та акумуляторні батареї, атомні

еталони часу і частоти для точного вимірювання часу передачі сигналів від навігаційних супутників до приймачів.

Структура просторового сегмента спроектована таким чином, щоб у будь-якій точці земної поверхні забезпечити споживача принаймні чотирма супутниками. Три з них є необхідними для визначення точних координат приймача у тривимірному просторі (позиція приймача розраховується як перетин трьох сфер), а четвертий необхідний для корекції часу приймача, оскільки приймачі не мають вбудованих атомних годинників (рис. 3.1.2)

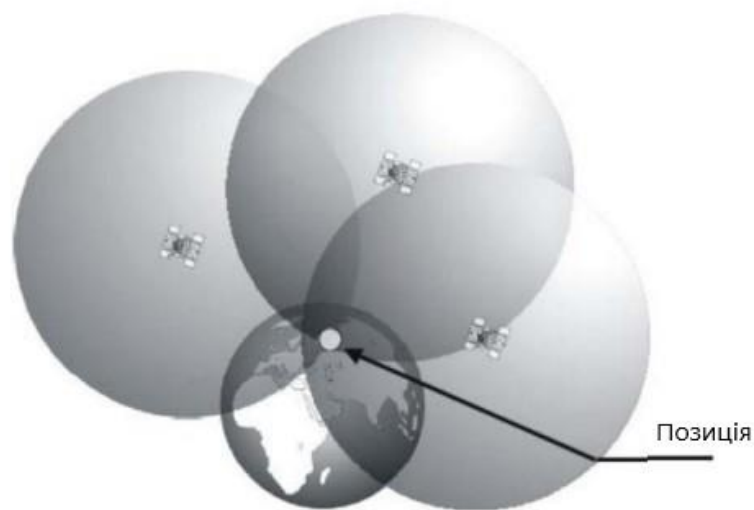


Рис. 3.1.2 – Визначення позиції приймача

Отже, незважаючи на можливу похибку годинника приймача, позиція користувача обчислюється з точністю до 100 метрів.

Наземний сегмент контролю і управління включає контрольно-вимірювальні засоби, які слідкують за траєкторіями руху та станом бортових систем навігаційних супутників. Коли супутник опиняється у зоні видимості контрольної станції, вона приймає його радіосигнали, які обробляються та передаються на головну керуючу станцію. На центральній станції здійснюється аналіз інформації від всіх вимірювальних станцій, а також обчислення координат і корекційних даних, які потім передаються в бортові системи супутника. Однією з важливих функцій наземного сегмента

управління є передача навігаційних повідомлень користувачам. Ці повідомлення містять прогнозовані параметри орбіт і їх похідні, відомі як ефемериди, а також альманах, який містить приблизні орбітальні дані про всю мережу навігаційних супутників, що дозволяє користувачам вибрати потрібне сузір'я для точних навігаційних вимірювань.

Обладнання користувача складається з радіоприймача та обчислювача. Радіоприймач отримує радіосигнали від навігаційних супутників і проводить їх первинну обробку, після чого обчислювач використовує ці дані для виділення навігаційної інформації та розрахунку просторово-часових координат. Принцип розрахунку положення користувача в просторі полягає в тому, щоб визначити поточні координати супутників та їх відстані до приймача GPS. Ці відстані, відомі як псевдовідстані, вимірюються за допомогою вимірювання часової затримки радіосигналу від кожного супутника. Потім обчислюються географічні координати користувача, які представляють точку перетину сфер з радіусами, що відповідають вимірним псевдо відстаням від приймача до супутників.

У сучасному світі широко використовуються методи навігаційних визначень, що базуються на вимірі розташування за сегментами далекомірною коду і методи, які використовують фазу несучого сигналу. Усі супутники, які використовуються глобальною навігаційною системою GPS, випромінюють радіосигнали у двох діапазонах частот: L1 (1575,42 МГц) і L2 (1227,6 МГц). Частота L1 призначена для цивільних GPS-приймачів, тоді як частота L2 використовується військовими і спецслужбами США. Сигнали, які передаються навігаційними супутниками, формуються за допомогою фазової маніпуляції сигналів частот L1 і L2 за допомогою псевдовипадкового коду і відомі як далекомірні коди.

Фазова маніпуляція полягає в перекиданні фази несучого сигналу на 180 градусів у певні моменти часу, які визначаються далекомірними кодами. Це відбувається в моменти часу, коли далекомірний код змінюється з 0 на 1 або з 1 на 0. У передаваному сигналі використовуються два типи таких кодів.

Перший - це код C/A (coarse/acquisition - груба оцінка), доступний цивільним користувачам, який надає можливість отримати лише приблизну оцінку місцезнаходження приймача. Цей код передається на частоті L1 за допомогою фазової маніпуляції псевдовипадкової послідовності. Другий код - P-код (precision code - «точний код»), забезпечує користувача більш точними координатами його місцезнаходження, але доступ до нього мають лише служби. Цей код передається на частоті L2 за допомогою псевдовипадкової послідовності.

Сигнал, випромінюваний супутником, призначений для визначення відстані від GPS-приймача до джерела цих сигналів, тобто до самого навігаційного супутника. Щоб розрахувати необхідний транзитний час сигналу, який дорівнює часу поширення радіосигналу від супутника до користувача, використовують швидкість поширення електромагнітної хвилі, яка дорівнює швидкості світла. Таке обчислення дозволяє отримати оцінку цієї відстані, тобто псевдовідстань. Для визначення часу поширення радіосигналу порівнюють запізнювання псевдовипадкового коду супутника з кодом, який отримується в приймачі. У всіх використовуваних супутниках є власні псевдовипадкові коди: C/A код і P-код. У найпростіших випадках обробки C/A коду приймач знаходить час поширення радіосигналу шляхом віднімання свого поточного стану тимчасового регістра від даних, що містяться в регістрі супутника. При обробці P-коду враховуються кореляційні властивості випромінюваної послідовності.

У фазових вимірах не вимірюється час поширення сигналу від супутника до приймача, але замість цього фіксується зрушення фази несучої частоти сигналу супутника. Однак існує проблема розрізнення неоднозначності, оскільки приймач вимірює лише дробову частину повного зсуву фази ϕ , яка пов'язана з відстанню від супутника до приймача, а не весь зсув, що перевищує 2π . Зрушення фаз вимірюється в приймачі як різниця між отриманим від супутника сигналом і опорним сигналом, який створюється в самому приймачі.

Під час використання режиму Real Time Kinematic (RTK), апаратура користувача повинна містити щонайменше два навігаційних приймача. Один з них - базова станція, яка функціонує як коригуюча станція. Іншим є рухомий об'єкт (Ровер). Базова станція, яка має точно відомі координати, розраховує диференціальні поправки - різниці між реальними відстанями до супутників і вимірюваними за допомогою навігаційних вимірювань псевдовідстанями, і передає ці поправки бездротовим зв'язком на рухливий об'єкт - Ровер, який враховує отримані поправки при визначенні свого місцезнаходження.

Точність таких навігаційних вимірювань може бути на рівні декількох сантиметрів. Однак отримані результати залежать від відстані між рухомим об'єктом і базовою станцією. Якщо об'єкт знаходиться на великій відстані від коригуючої станції, то дані можуть бути спотворені або навіть не бути доступними для користувача. Зона обслуговування коригуючої станції може бути достатньо великою. Крім того, використання таких диференціальних систем дозволяє працювати ефективно у будь-який час і погоду, що дозволяє проводити необхідні роботи своєчасно.

Як приклад подано один із методів вимірювань - мережевого RTK, при якому формується базовий алгоритм створення поправок відносно декількох референтних станцій за допомогою мережевого обладнання провайдера послуг (рис. 3.1.3).

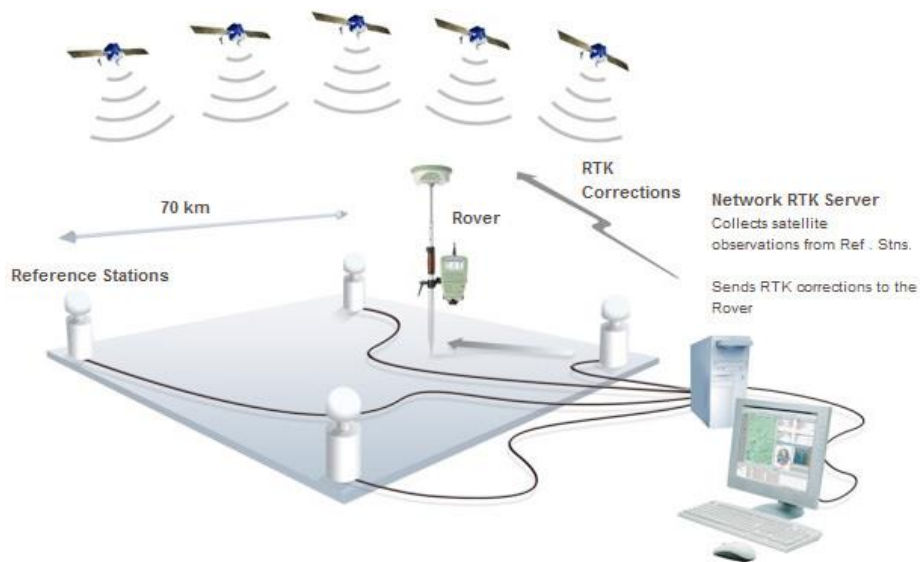


Рис. 3.1.3 – Принцип мережевого RTK

Системи диференціальної навігації, що ґрунтуються на псевдофазових вимірах, відзначаються високою точністю позиціонування, яка досягає кількох сантиметрів. Передача коригувальних даних (диференціальних поправок) від базової станції споживачеві може відбуватися через телефонний зв'язок, радіозв'язок або за допомогою систем супутникового зв'язку.

Переваги GNSS-спостережень в режимі реального часу (Real Time Kinematic) включають:

- можливість працювати у будь-який час;
- уникнення грубих помилок у вимірюваннях;
- значне підвищення точності роботи;
- контроль точності безпосередньо під час вимірювань;
- зменшення витрат на транспорт і персонал;
- збільшення продуктивності праці;
- відсутність потреби у постобробці отриманих даних при роботі в реальному часі.

Недоліки супутникових GNSS-спостережень в режимі реального часу (Real Time Kinematic) включають:

- високу вартість приймачів, здатних працювати в такому режимі;

- залежність від місцевості (наявність будівель та велика рослинність може ускладнити вимірювання).

3.1.3 Методи дистанційного знімання

Дистанційне зондування землі - це спосіб отримання інформації про земну поверхню та розташовані на ній об'єкти шляхом реєстрації електромагнітного випромінювання, яке відбивається від них, без безпосереднього контакту. До матеріалів дистанційного зондування належать будь-які дані, отримані за допомогою сенсорів, сканерів, оптичних пристроїв, радарів та фотоапаратів, встановлених на супутниках, літаках, безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та інших засобах. Основні методи дистанційного зондування при виконанні топографо-геодезичних робіт включають:

1. Аерофотознімання;
2. Космічне знімання;
3. Наземне фотограмметричне знімання.

Аерофотозніманням називається фотографування земної поверхні з літального апарату з метою створення топографічних карт або для вирішення народногосподарських завдань. Виконання аерофотознімальних робіт передбачає відповідність завданню, технічним умовам польоту і фотографування, включаючи аеронавігаційне керівництво польотом та фотографування місцевості відповідно до технічного проекту. Планове знімання здійснюється з використанням гіростабілізації аерофотоапаратів. Залежно від поставленого завдання, розмірів ділянки місцевості і кількості та розташування аерофотознімків, планове аерофотознімання може бути кадровим (отримують один або декілька одиночних знімків невеликих ділянок місцевості), маршрутним (для фотографування лінійних об'єктів, таких як дороги, річки, берегова лінія моря, за яким одержують знімки з взаємним перекриттям зображення смуги місцевості вздовж лінії польоту)

або багатомаршрутним (для фотографування місцевості двома або декількома паралельними маршрутами, які між собою перекриваються).

Основні технічні вимоги до аерофотознімання включають малу непрямолінійність маршрутів, яка характеризується відношенням прогину осі маршруту до його довжини і не повинна перевищувати 2% при зйомках у масштабах, менших 1:5000 з висоти 750 м і вище, а також 3% при зніманні у масштабах 1:5000 і більше з висоти нижче 750 м. На кожному маршруті сусідні фотознімки перекриваються один одним, що означає, що на заданій частині зображення місцевості, яка відповідає встановленому відсотку поздовжнього перекриття, відображається та сама ділянка. Відповідно, фотознімки сусідніх маршрутів також перекриваються один з одним з встановленим відсотком поперечного перекриття.

Поздовжнє перекриття P_x аерофотознімків повинно складати в середньому 60% (мінімальне перекриття 56%), що здійснює потрібне поздовжнього перекриття не менше ніж на 12% (рис. 3.1.4).

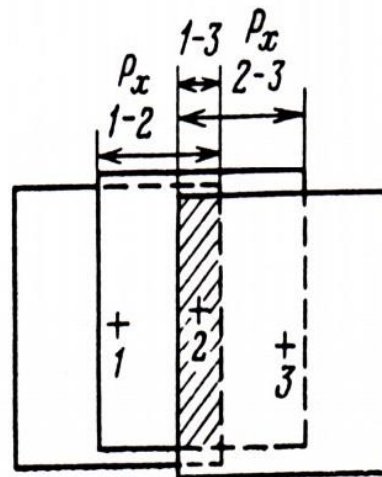


Рис. 3.1.4 – Схема поздовжнього перекриття

Поперечне перекриття P_y аерофотознімків суміжних маршрутів (рис.3.1.5) має бути в середньому 30 – 40% з допустимим мінімальним значенням 20% і максимальним, яке не перевищує середнє на 10 – 20%.

Необхідне поздовжнє перекриття трьох послідовних фотознімків встановлюється для визначення розміру перекриття між сусідніми

стереопарами. У цій області встановлюються зв'язуючі точки, які забезпечують передачу координат з одного стереопари до іншого.

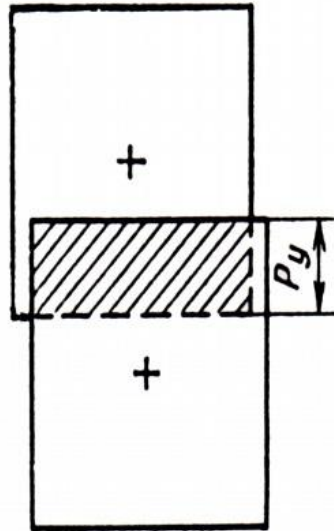


Рис. 3.1.5 – Схема поперечного перекриття

У поперечному перекритті встановлюються точки польової прив'язки аерофотознімків, які дозволяють зв'язувати точки для передачі координат з одного маршруту на інший.

Непаралельність базису фотографування на боках фотознімка, так звана "ялинка", не повинна перевищувати для фокусних відстаней фотокамер від 100 мм і менше, для фокусних відстаней від 200 до 350 мм, а також для фокусних відстаней від 500 мм (рис. 3.1.6).

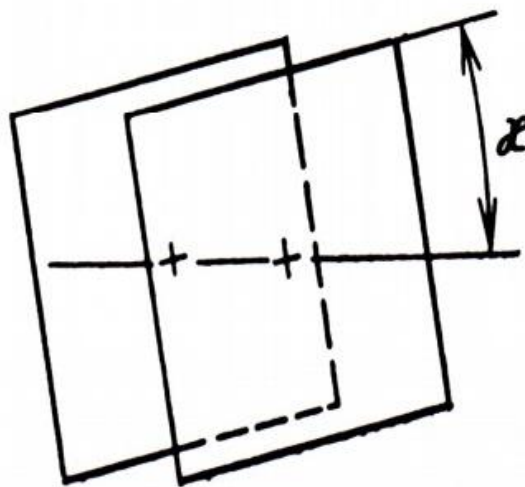


Рис. 3.1.6 – Схема непаралельності базису фотографування сторони аерофотознімка

Фотографування - це знімання поверхні в усьому видимому спектрі або його певній частині, а також в інфрачервоному діапазоні. Воно широко застосовується у повітряному та космічному зніманні для отримання даних для створення та оновлення карт.

Сучасне аерофотознімання для створення фотопланів більших масштабів, таких як 1:2000 - 1:500, зазвичай проводиться за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Використання БПЛА дозволяє отримувати дані швидше і з меншими витратами ресурсів. Отримані дані обробляються у спеціалізованому програмному забезпеченні. Ці дані використовуються для створення топографічних, цифрових та ортофотопланів, що дозволяють детально вивчити рельєф місцевості та розробити проекти будівництва з урахуванням раціонального використання та охорони навколишнього середовища, а також прогнозувати зміни природного середовища під впливом будівництва та експлуатації підприємств. Найбільш поширеним типом безпілотних літальних апаратів є дрон.

Головним завданням космічного знімання є всебічне вивчення Землі, її природних ресурсів, динаміки природних та соціально-економічних явищ, а також охорона довкілля, вивчення та освоєння планет і космічного простору. Методика дистанційного зондування з космосу полягає у реєстрації результатів спостережень і створенні на цій основі різних картографічних документів незалежно від засобів знімання, які використовуються.



Рис. 3.1.7 – Геодезичний квадрокоптер серії Phantom

Космічне знімання використовується для створення топографічних карт середніх масштабів у віддалених та недоступних районах. Ці космічні знімки розглядаються як альтернативний матеріал до аерофотознімків і дозволяють створювати початкові топографічні карти, які потім можна доповнити або замінити більш традиційними варіантами. Космічне знімання використовується для оновлення топографічних карт, забезпечуючи оперативне оновлення карт для районів, які активно розвиваються. Крім того, космічне знімання в різних масштабах дозволяє негайно використовувати фотознімки без очікування оновлення великомасштабних карт, що сприяє оперативності та актуальності інформації. Космічне знімання вирішує кілька завдань. По-перше, воно допомагає встановити оптимальну послідовність оновлення карт для різних районів з урахуванням їх трансформації та економічного розвитку. По-друге, воно допомагає виявити ступінь застаріння карт і визначити терміни для повного оновлення або внесення змін до існуючих карт шляхом камерального аналізу. Крім того, космічне знімання дає можливість оновлювати карту всього масштабного ряду або в потрібному

порядку від дрібних до великих масштабів, в залежності від їх використання для господарських цілей. Також космічне знімання використовується для створення фотокарт, які є тиражними копіями фотоплану з позначеними основними елементами місцевості, такими як населені пункти, водні об'єкти, транспортні маршрути, а також з нанесеною координатною сіткою. Крім того, космічне знімання використовується для створення та оновлення загальногеографічних та тематичних карт середніх і дрібних масштабів, а також для комплексного дослідження та картографування природних умов і ресурсів.

Наземне фотограмметричне знімання використовується в таких галузях, як будівництво та архітектура, реставрація та документація споруд, геологія, археологія, спелеологія і інші. Сучасний метод наземного фотограмметричного знімання найбільш поширений у використанні лазерного сканування. Для реалізації методу лазерного сканування у наземній фотограмметрії необхідне спеціальне технічне обладнання та відповідне програмне забезпечення. Скануючий прилад – це наземний стаціонарний лазерний сканер, який випромінює пульсуючий лазерний промінь у двох напрямках – вертикальному (кут нахилу оптичної осі ξ) та горизонтальному (кут повороту приладу навколо вертикальної осі α).

Лазерний промінь, що сканується, відбивається від точки об'єкта, потім потрапляє на кубічну призму, яка обертається з відносною великою швидкістю. Після цього промінь відбивається від призми та направляється до наступної точки об'єкта, рухаючись вздовж профілю вертикального кута ξ . Під час цього процесу верхня частина сканера рухається на певний кут $\Delta\alpha$, і лазерний промінь починає сканувати точки наступного профілю (рис. 3.1.8).

Наземного лазерне сканування дає можливість застосовувати сучасні методи для конструювання та моделювання різних об'єктів незалежно від складності їх зовнішньої форми та освітлення.

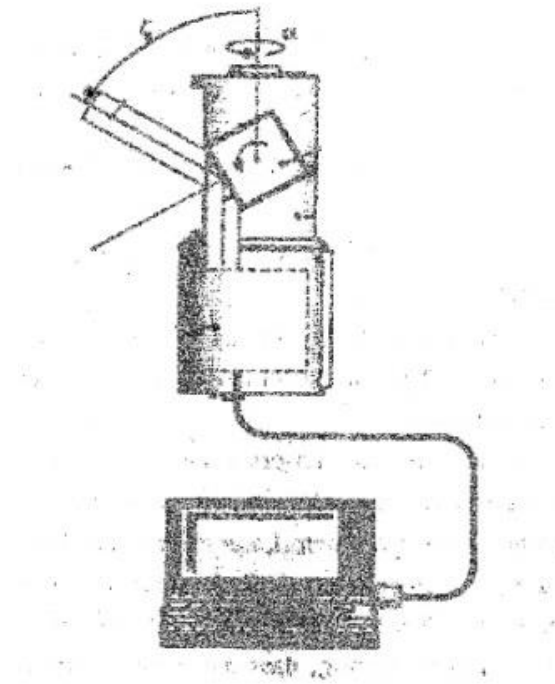


Рис. 3.1.8 – Принципова схема лазерного сканеру

Лазерний інструмент дозволяє проникнути та зафіксувати ділянки об'єкта, які є недосяжними для знімання цифровими камерами. Цей метод ефективно вирішує проблему "мертвих зон" у фотограмметрії. Однак у більшості випадків наземні лазерні сканери комбінуються з фотокамерами для того, щоб поєднати високу графічну точність лазерного зображення з глибиною змісту фотознімка.

Методи дистанційного знімання мають ряд переваг, включаючи можливість отримання найсвіжіших даних зображення місцевості в короткі строки, виключення людського втручання, що мінімізує грубі помилки при вимірюваннях, високу просторову роздільну здатність знімків для точного розпізнавання, дешифрування та векторизації отриманих даних, а також можливість доступу до неприступних об'єктів.

Серед недоліків методів дистанційного знімання можна відзначити залежність від погодних умов, обмеження застосування безпілотних літальних апаратів у деяких районах України, а також недостатню

ефективність для отримання планів масштабу 1:500 у забудованих місцевостях.

3.1.4 Комбіновані методи геодезичних знімів

При використанні комбінованого методу знімів застосовують поєднання двох або більше стандартних методів. Сучасні топографо-геодезичні роботи неможливі без використання систем супутникового позиціонування, що стає пріоритетним у сучасних економічних умовах. Сучасні технології у геодезичних вимірюваннях і дослідженнях пропонують широкий спектр приладів, які забезпечують вирішення інженерних завдань. У сучасній практиці комбінований метод топографічних знімів широко використовує поєднання електронних тахеометрів з GNSS-приймачами різних модифікацій. Також при великих обсягах робіт може застосовуватися комбінація з дистанційним зондуванням.

У незвичайних умовах, де не можливо проводити RTK-вимірювання, застосовується статичний метод GPS-знімів для створення планово-висотного обґрунтування. Статичний метод є основним під час побудови систем геодезичного маршруту і застосовується найчастіше. Для статичної технології приймачі розміщуються на точках геодезичної мережі та вимірюваних пунктах. Час виконання спостережень залежить переважно від заданої точності та віддалі між пунктами.

З досвіду різних організацій відомо, що для локальних сесій достатньо 30–90 хвилин. Для вимірювання геодезичної локальної сесії з довжиною сторін до 15-20 км достатньо виконати спостереження протягом 1 години. На практиці точність такої технології становить $5 \text{ мм} \pm 1 \text{ мм}$ на 1 км довжини вектору. Під час вимірювань статичними методами важливо правильно підібрати приймачі. Для відстаней понад 100 км рекомендується використовувати приймачі з частотами L1 та L2. На коротких лініях, за умови доброї геометрії розташування супутників, можна отримати високу

точність за невеликого часу спостережень. Важливим для супутникових спостережень є геометричний фактор, який впливає на точність вимірювань. Цей метод демонструє значну гнучкість у виконанні геодезичних вимірювань та сприяє якіснішому виконанню топографо-геодезичних досліджень. Недоліками цього методу можуть бути часткові недоліки кожного окремого методу в залежності від умов проведення робіт.

3.2 Метод Real Time Kinematic (RTK) при ТЗ М 1:500

Для вирішення питання про використання методу Real Time Kinematic (RTK) під час топографічної зйомки масштабу 1:500 для проекту реконструкції системи енергопостачання в селі сел. Дунаївці Новодунаївецького району Хмельницької області було ретельно проаналізовано різні фактори, які впливають на проведення цих робіт у даному регіоні та у даному періоді. Топографо-геодезичні роботи були проведені у листопаді-грудні 2018 року. У разі сприятливих погодних умов (температура повітря близько до нуля, відсутність опадів), відсутності перешкод в місцевості (наприклад, високих будівель, листя на деревах, антен високої потужності для телебачення та радіо), можливості виконання проекту за менший час порівняно з традиційними методами зйомки, а також можливості проведення польових вимірювань однією особою було вирішено використовувати метод Real Time Kinematic (RTK) з використанням диференціальних навігаційних поправок.

Існує кілька типів диференціальних навігаційних поправок, таких як постпроцесінг, DGPS та RTK, які відрізняються точністю вимірювань та часом, необхідним для їх отримання. Основною перевагою режиму RTK є можливість точної обробки сигналу в реальному часі. В режимі постобработки можна досягти найбільшої точності (до півсантиметра), але для цього потрібно багато часу на збір та обробку даних. Режим DGPS дозволяє проводити роботи практично в реальному часі з точністю до одного

метра. RTK дозволяє отримувати поправки в реальному часі з точністю близько одного сантиметра в плані та двох сантиметрів по висоті.

У комплект супутникового обладнання для RTK зйомки входить двочастотний приймач GNSS South S82T разом з антеною та польовим контролером. У зв'язку з тим, що на території України працюють постійно діючі референтні GNSS-станції, що жорстко закріплені та мають відомі координати, другий комплект GNSS-приймача не потрібний. Отже, роверний приймач South S82T було достатньо використовувати для визначення координат об'єктів зйомки.

Постійно діючі станції зв'язані з державною геодезичною мережею (пунктами ДГМ) та включені до банку геодезичних даних. Для отримання точних координат у режимі реального часу, кожний комплект включає в себе UHF (радіо діапазон) або GSM / GPRS модеми, завдання яких - отримувати супутникову та службову інформацію, передану від базової станції.

Рис. 3.2.1 – Пункти постійно діючих базових станцій

Рис. 3.2.2 – Схема прив'язки (контроль) базових станцій до пунктів ДГМ

Використання RTK здійснюється через мережі базових станцій (VRS) або при підключенні до окремих базових станцій. RTK-мережа - це система постійно діючих GNSS базових станцій, дані з яких використовуються для формування RTK-поправок у реальному часі. Цей підхід отримав назву "Мережеве RTK". Мережі можуть бути малими локальними, що складаються з декількох базових станцій, або великими національними проектами, що охоплюють всю країну. ПрАТ "Систем Солюшнс" було обрано як провайдера обробки даних та надання послуг з використанням RTK-поправок, оскільки вона має найбільшу мережу базових станцій в Україні.

RTK-поправки можуть формуватися різними методами, такими як Master-Auxiliary corrections (MAX), індивідуальні MAX (i-MAX), віртуальна базова станція (VRS) та метод площадних поправок Flächen-Korrektur-Parameter (FKP).

Принцип роботи в режимі RTK полягає в тому, що базова станція розташована на точці з відомими координатами і передає поправки на роверний приймач. Зазвичай використовується одностороння лінія зв'язку.

Основні принципи роботи в режимі RTK базова станція і ровер включають:

- приймання сигналів від одного й того самого сузір'я супутників;

- базова станція передає свої координати і супутникові вимірювання на ровер, що спільно здійснює обробку та вимірювання з базовою станцією і визначає координати в реальному часі.

Координати визначаються за допомогою спеціальних алгоритмів, які дозволяють надійно та ефективно працювати на відстані до 50 км від базової станції. Однак, односторонні базові станції мають свої переваги та недоліки. Незважаючи на відносно простий принцип роботи, вони потребують придбання, налаштування та установку, а також можуть зазнавати зменшення точності при віддаленні від ровера. Це зменшення точності здебільшого пов'язане з атмосферними впливами. У випадку збільшення відстані від базової станції збільшується різниця в атмосферних умовах над ровером і базовою станцією, що ускладнює процес розшифровки фазових вимірювань і призводить до зменшення точності.

Мережевий метод RTK вимагає розташування базових станцій на відстані не більше 70 км одна від одної. Вони постійно діють та утворюють мережу RTK. Однією з вимог до цього методу є постійна передача супутникових даних всіма базовими станціями на центральний сервер, де використовується спеціалізоване програмне забезпечення. Мета мережевого RTK полягає в мінімізації впливу помилок, що залежать від відстані, на визначення координат в межах території, що покривається мережею базових станцій. Під час роботи мережевого RTK ровер і центральний сервер спостерігають за тим же сузір'ям супутників. Використовуючи відповідний алгоритм, центральний сервер дозволяє розшифровувати фазові вимірювання на базових станціях мережі, формує RTK поправки та передає їх роверу. Коли ровер отримує RTK дані, він розраховує своє місце розташування за допомогою відповідного алгоритму. Точність цього процесу залежить від використаного методу мережевого RTK та специфічних умов на місцевості.

В методах MAX і VRS виконується мінімізація помилок за допомогою різних концепцій, при цьому процес моделювання може виконуватися або центральним сервером, або безпосередньо ровером. У порівнянні з ними,

метод площадних поправок (ФКР) використовує інший підхід, вимагаючи від ровера передавати свої наближені координати на центр управління мережею, де розраховуються поправки та коефіцієнти з урахуванням помилок, залежних від відстані. Однак такий метод може бути обмеженим у покритті області та не завжди гарантує належну якість позиціонування.

Мережевий метод RTK має свої переваги, включаючи відсутність необхідності у встановленні тимчасових базових станцій, рівноточність визначення координат ровера, забезпечення високоточних результатів на значних відстанях між базовими станціями та ровером, та використання меншої кількості станцій для покриття тієї ж території. Однак для забезпечення належної якості, методи формування RTK-поправок мають бути стандартизованими та ґрунтованими на опублікованих алгоритмах, що дозволяє роверам отримувати інформацію безперешкодно та у відповідності до міжнародних стандартів.

Ровер, здатний вибирати дані з декількох базових станцій та методику корекції для зменшення помилок, може керувати процесом отримання рішення, що дозволяє постійно оцінювати точність та ефективність корекції. Це дає можливість роверу вибирати оптимальну стратегію корекції та отримувати більш точні результати. У той же час, коли сервер обробляє рішення для кількох роверів, використовується одна стратегія для всіх, що може обмежити можливості роверів у максимально ефективному використанні доступних даних супутникового зв'язку.

Тому важливим є приймання даних мережею та роверами від систем GPS і Galileo. Умови їх взаємодії передбачають:

- спостереження одних і тих самих супутників;
- необхідність для ровера і сервера (з допомогою базових станцій) спостерігати за загальним набором супутників;
- розв'язання мережевої неоднозначності.

На основі відповідного алгоритму сервер дозволяє мережеву неоднозначність та зменшує супутникові дані до цієї загальної

неоднозначності для формування RTK-поправок. Сервер генерує та передає поправки роверу в стандартному та нестандартному форматах RTK-рішення. Ровер використовує ці поправки для обчислення власних координат у реальному часі, що заявлені виробниками та підтверджені досвідом роботи. Таким чином, для цього виду робіт був обраний режим мережевого RTK, оскільки він виявився найбільш доцільним при доступному розташуванні базових постійно діючих станцій "Khmelnyskyi", "Dunaivtsi" and "Podilsk".

3.3 Аналіз особливостей RTK-вимірювань

1. Під час аналізу науково-технічних джерел щодо використання технології RTK у визначенні геодезичних показників, особлива увага була приділена точності та факторам, що на неї впливають. Початково розглянемо «Інструкцію з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)», не містить інформації щодо точності безпосередньо RTK вимірювань, оскільки він небув поширений у використанні. Однак під час аналізу точності супутникових визначень варто врахувати наступне:

2. У загальному випадку, для розвитку знімального обґрунтування, використання супутникової технології (апаратури та методів) не має суттєвих обмежень, оскільки точність цієї технології відповідає вимогам, що пред'являються. При виборі місць для розташування пунктів знімальної мережі, майже завжди можна забезпечити можливість безперешкодного проведення супутникових спостережень. Тому для знімальних масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 розвиток знімальної основи може бути проведений за допомогою супутникової апаратури та методів. Використання глобальних навігаційних супутникових систем дозволяє зображати всі об'єкти на топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 з необхідною достовірністю та точністю.

2. Явище багатокільності (багатопромінність) описується коли радіосигнал від супутника накладається на сигнали, відбиті від оточуючих об'єктів. Ці об'єкти (знаходячись на відстані менше 50 м) можуть створювати ефект багатокільності, що знижує точність супутникових вимірювань. До таких об'єктів належать штучні споруди та великі металеві предмети. Для уникнення цього ефекту під час робіт важливо уникати потрапляння точок знімальної основи в зони, близькі до великих металевих об'єктів (наприклад, опори високовольтних ліній електропередачі). Загальною практикою є врахування цього фактору при плануванні та виконанні геодезичних робіт. Радіоперешкоди, які розташовані на відстані менше 1 км від приймача, а також підвісні високовольтні лінії електропередачі на відстані менше 50 м від приймача створюють перешкоди сигналу та знижують точність супутникових визначень. Тому необхідно уникати розміщення таких супутникових приймачів біля зазначених об'єктів;

3. Вплив зміни супутникового сузір'я на точність супутникових визначень характеризується фактором зниження точності DOP (dilution of precision). Цей фактор відображає співвідношення між геометричною конфігурацією супутників і точністю визначення місцезнаходження. DOP є безрозмірною величиною, що змінюється відповідно до розташування супутників. Найвища точність супутникових визначень досягається при найменших значеннях DOP. Оптимальна конфігурація супутників відбувається, коли один з них знаходиться у зеніті, а решта розташовані рівномірно по колу з центром у точці, так, що їх висота над горизонтом становить 20° . Насамперед, уникайте ситуацій, коли супутники групуються в обмеженій частині неба. Планування робіт передбачає врахування таких моментів, зокрема за допомогою фактору PDOP. Загалом, не рекомендується проводити супутникові вимірювання при значеннях PDOP більше 7. В процесі робіт PDOP відображається на дисплеї контролера, і якщо воно перевищує допустиме значення, необхідно планувати новий сеанс.

4. Абсолютні вимірювання здійснюються за принципом просторової зворотної лінійної засічки, що базується на вимірах псевдовіддалостей до 4 і більше супутників з однієї точки, де розташований супутниковий приймач. Точність абсолютних вимірювань обмежена рядом факторів, зокрема, похибками ефемерид супутників. Стандартна точність абсолютних вимірювань зазвичай не перевищує 5 метрів, що не дозволяє їх використовувати для розвитку знімальної основи та зйомки ситуації і рельєфу. У зв'язку з цим у цій Інструкції не розглядаються абсолютні методи вимірювань. Замість цього, використовуються методи відносних вимірювань, які ґрунтуються на компенсації систематичних похибок шляхом одночасного вимірювання кодових і фазових псевдовіддалостей до супутників з двох точок.

3.4 Підготовка системи до роботи та виконання топографо-геодезичних робіт

Зйомка вуличної мережі сел. Дунаївці Новодунаївського району Хмельницької області здійснювалася GNSS приймачем марки South S82T в режимі RTK. Застосували контролер South S10. Робочий стан обладнання подано на рис. 3.4.1, де показано прикріплення приймача до телескопічної вісі.



Рис. 3.4.1 – Робочий стан обладнання

Реконструкцію мережі енеозбереження проводимо за допомогою топографо-геодезичної зйомки М 1:500 відповідно до схеми (рис. 3.4.2).

Рис. 3.4.2 – Схема вуличної мережі із прив'язкою до базових станцій

Для виконання зйомки в режимі RTK потрібні два приймачі: ровер (рухливий) і база (референсна станція), яка включає приймач і встановлена над точкою з відомими координатами. У нашому випадку базовими станціями є "Khmelnyskyi", "Dunaivtsi" та "Podilsk" з мережі System.net ПрАТ «Сисем солюшнс». Необхідною умовою для зйомки в режимі RTK є наявність SIM-карт у приймачах з активованими послугами передачі даних. Передача даних між ровером і базою здійснюється через канали зв'язку GPRS. Для отримання поправок від мережі необхідно передбачити підключення до Інтернету та налаштувати нову точку доступу Інтернету (APN). Для більшості операторів, включаючи Kievstar, який використовувався в якості мобільного оператора, APN = «internet». Для з'єднання ровера з базовою станцією і сервером використовується протокол передачі поправок NTRIP. Після цього визначається точка монтування (Mounting point), яка визначає тип мережевого рішення, з якого приймач отримує RTK-поправки. Мережа System.NET пропонує доступ до трьох мережевих рішень – automax, max, vrs, і одного режиму роботи від одиночної базової станції – nearest. У нашому випадку обрано тип рішення automax – мережеву технологію формування поправок від декількох базових станцій. Мережа перманентних базових станцій System.NET працює в системі координат УСК-2000, але згідно технічного завдання, топографо-геодезична зйомка виконується в місцевій системі координат Хмельницької області МСК-14. Для коректного прийняття системи координат і налаштування параметрів картографічної проекції, виконані наступні налаштування подані у таблицях:

Таблиця 3.1 - Картографічна проекція - поперечна проекція Меркатора

Ширина зони	Осьовий меридіан	Зона	Початок широт	X	Y	Масштаб
6 ⁰	33 ⁰	6	0 ⁰	0.000м	xx00000.000	1

Таблиця 3.2 - Зворотне стиснення

Еліпсоїд Красовського	Велика піввісь еліпсоїда	Зворотне стиснення, 1 / f
a	xxxx245,000м	= 298.3

Таблиця 3.3 - Параметри трансформації системи координат

зсув dX	зсув dY	зсув dZ	поворот RX, RY, RZ	M = 0.000
-xx.000 м	+xx.000 м	+ xx.000 м	0.000	

Після вказаних налаштувань включаємо приймач. Необхідно виконати підключення приладів і запустити зйомку за допомогою контролера. За допомогою програмного забезпечення Carlson SurvCE контролера проводилася зйомка точок місцевості. У каталозі програми був створений файл проекту у форматі crd. В додатку «Зберегти точки» були визначені координати і висоти визначених точок. При збереженні кожної точки зйомки на дисплей контролера виводилася наступна інформація:

- кінцевий результат у вигляді координати і висоти;
- статус визначення;
- HSDV – похибка вимірювань за координатами;
- VSDV – похибка вимірювань по висоті;
- SATS – кількість супутників;

Зниження точності:

- Position dilution of precision (PDOP) – по розташуванню;
- Horizontal dilution of precision (HDOP) – в горизонтальній площині;
- Vertical dilution of precision (VDOP) – в вертикальній площині.

У налаштуваннях для параметрів HSDV і VSDV було встановлено значення 0,050 для "фіксованого" режиму, що відповідає відкиданню "фіксованих" значень визначених величин. Якщо під час зйомки значення параметра HSDV або VSDV перевищувало встановлене значення, зйомка припинялася. Також було встановлено обмеження для показників впливу

геометричних факторів PDOP, HDOP, VDOP на рівні 3.0. Після проведення позиціонування та обробки програма автоматично оцінює точність рішення з внутрішньої збіжності. Кінцевий результат отримано після експорту файлу проекту у форматі .crd в формат .txt у каталозі контролера. Уривок параметрів, визначених під час зйомки, наведений в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. - Параметри зйомки місцевості в ПК Carlson SurvCE

Номер точки	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	0.010	0.012	fixed	10	1.765	1.244	1.248
2	0.014	0.016	fixed	12	1.325	1.765	1.897
3	0.012	0.014	fixed	14	1.685	1.548	1.874
4	0.016	0.018	fixed	16	1.874	1.415	1.328
5	0.020	0.015	fixed	8	1.654	1.325	1.785

Перед початком знімань провели контроль координатних поправок на пунктах ДГМ диференційного поля. Для здійснення цього контролю були вибрані пункти ДГМ «Дунаївці», «Пункт Пд.» та «Узбіччя». За результатами обстеження всі пункти є в задовільному стані та можуть бути використані для проведення геодезичних вимірів. Результати контрольних вимірювань наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Результати контрольних вимірювань на пунктах ДГМ

Назва пункту	Координати з Банку геодезичних даних			Координати, отримані за результатами RTK-вимірювань			Розбіжність, м		
	X	Y	H	X	Y	H	dx	dy	dh
Дунаївці	xxxx 278.125	xx034.456	109.147	xxxx278.137	xxxx034.431	109.162	0.012	0.025	0.015
Пункт Пд.	xxxx 448.254	xxxx 846.478	175.457	xxxx448.278	xxxx846.460	175.478	0.024	0.018	0.021
Узбіччя	xxxx 757.658	xxxx 680.254	169.124	xxxx757.645	xxxx680.271	169.143	0.013	0.017	0.019

Таким чином, можна зробити висновок, що оператор ПрАТ «Систем Солюшнс» транслює диференційні коригування координат достатньо точно, оскільки максимальна різниця у координатах, визначених методом RTK, не перевищує 0,02 м. Цього є достатньо для проведення топографо-геодезичних вишукувань масштабу 1:500.

Оскільки координати точок зйомки були отримані у реальному часі, обробка польових вимірювань GNSS (розрахунок та вирівнювання) не проводилася. Координати були експортовані з контролера у файл формату *.txt і потім імпортовані в програмний засіб AutoCAD, за допомогою якого був створений цифровий формат топографічного плану вулиць села Дунаївці. Креслення ситуації місцевості проводилися відповідно до умовних позначень для топографічних планів масштабів 1:500, 1:2000, 1:1000, 1:500. За результатами польових вимірювань було отримано 3158 точок. Загальна площа геодезичних вишукувань становила 13,4587 гектара. Лінійна довжина виміряних вулиць склала 9354 метри. Паралельно з плановою та висотною зйомкою проводилася зйомка підземних комунікацій. Під час зйомки обстежувалися оглядові колодязі підземних мереж, вимірювалися діаметри та матеріали труб і прокладок, а також глибини їх залягань. План підземних комунікацій був суміщений з топографічним планом місцевості як невід’ємна його складова.

Фрагмент топографічного плану масштабу 1:500 в умовних позначеннях подано на рис. 3.4.3.

Рис. 3.4.3 – Фрагмент плану вуличної мережі (із векторами від баз знімання)

Після проведення інженерно-геодезичних вишукувань був складений науково-технічний звіт, головною частиною якого є топографічний план масштабу 1:500 з перетином рельєфу 0,5 м.

Також звіт передбачає розділи:

- Пояснювальна записка.

У якій подано загальні відомості про:

- проведені роботи,
 - інформацію про виконавців,
 - короткий опис фізико-географічних особливостей ділянки,
 - опис топографо-геодезичного дослідження,
 - методику та технології виконаних робіт,
 - дані про контроль та приймання робіт,
 - висновки.
- Копія технічного завдання на виконання робіт з описом стадії проектування, назвою робіт, деталізацією знімків, системою координат та висот.
- Ситуаційна схема ділянки робіт. зазначено межі зйомки і позначки вуличної мережі.
- Топографічні плани.
- Копії кваліфікаційних сертифікатів.

Науково-технічний звіт подано у трьох примірниках наступникам договорантам: один - для виконавця робіт, другий - замовнику (Дунаївецька селищна рада), третій - проектної організації.

3.5 Опис проектованої системи енергозбереження

Система енергозбереження у сільській мережі села Дунаївці включає демонтаж електричних дротових ліній 0,4 кВ з дерев'яними опорами та їх заміну на нові залізобетонні конструкції з самонесучими ізольованими проводами (СП). Перехід до використання цих проводів підвищує ефективність роботи та збільшує термін служби мережі порівняно з неізольованими кабелями.

Самонесучий ізолюваний провід (СПП) використовується у електричних мережах напругою до 35 кВ. Він складається з алюмінієвого провідника з ізоляційною оболонкою, а також несучої жилки, яка виступає як нульовий елемент.

Існують різні види СПП, позначені маркуванням від 1 до 5, що відрізняються конструкцією та кількістю струмопровідних жил. Призначення СПП-3 полягає у роботі при напрузі від 10 до 35 кВ, в той час як інші види призначені для напруги 0,4-1 кВ. У маркуванні СПП-1 та СПП-2 може зустрічатися буква "А", що вказує на ізолювану несучу жилу. Крім того, існує версія СПП-5н, яка має більшу термостійкість зовнішньої оболонки.

Проектом визначено монтаж проводу типу СПП-2 (рис. 3.5.1).

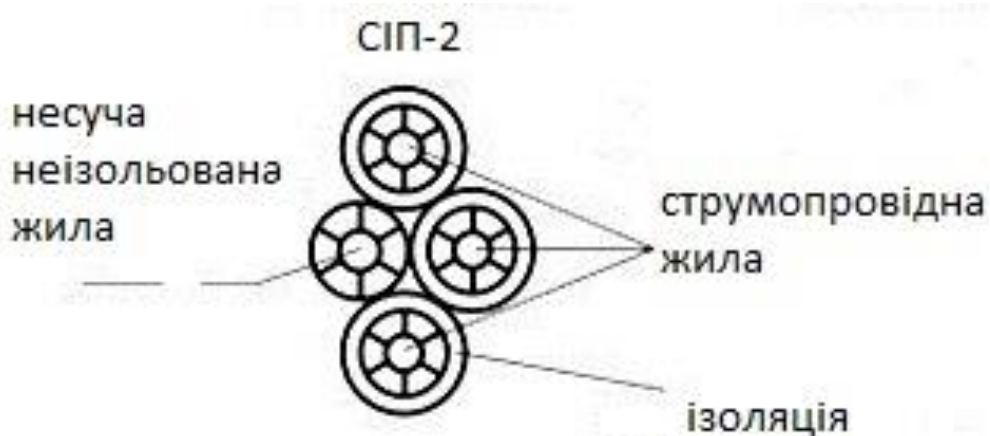


Рис. 3.5.1 – Переріз проводу типу СПП-2

Мережі напругою 0,4 кВ можуть бути здійснені за допомогою трьох- або чотирьохфазних дротів. Конструкція лінії включає в себе 1-5 ізолюваних проводів, які обмотані навколо несучого провідника з алюмінієвого сплаву. Несучий провідник використовується як нейтральний. Він може бути як голим, так і ізолюваним. Нейтральний провід заземлений на трансформаторній підстанції і на кінці кожної гілки або лінії довжиною понад 200 м, або на відстані не більше 200 м від кінця лінії або гілки, де підключене навантаження.

Енергозбереження цієї конструкції полягає в ускладненні можливості незаконних підключень для крадіжки електроенергії, зменшенні втрат потужності передачі електроенергії та зниженні експлуатаційних витрат до 80%. Це призводить до значних економічних покращень у сфері енерговитрат населеного пункту.

IV. ХАРАКТЕРИСТИКА SOUTH S82Т З КОНТРОЛЕРОМ SOUTH S10

Зйомки в режимі RTK у с. Дунаївці Кам'янець-Подільського району Хмельницької області здійснювалися за допомогою приймача South S82Т і контролера South S10. South S10 – це польовий контролер. Він має невеликі габарити і незначну вагу менше 300 г разом із батареєю. Вони з'єднані з 3,5 дюймовим сенсорним екраном діагоналю, мають високий рівень захисту (рис. 4.1).

Рис. 4.1 – Зовнішній вигляд South S10

Контролер оснащений динаміком. При метрологічній перевірці встановлено, що відповідає стандарту IP65. Є пилонепроникним та з нормованою захищеністю. Оснащений мікрофоном і 3-мегапіксельною фотокамерою. Роботу забезпечує процесор з частотою 624 МГц та операційна система Windows Mobile 6.5.

Обсяг оперативної пам'яті в South S10 складає 256 Мбайт, а загальний обсяг пам'яті для зберігання даних може бути розширений до 8 Гбайт. Разом з високою продуктивністю, це дозволяє контролеру ефективно

опрацьовувати великі обсяги інформації. У комплекті з довгим часом роботи це робить його відмінним вибором для обробки значних обсягів даних.

Контролер має вбудований 20-канальний GPS-приймач з точністю позиціонування 1-3 метри, підтримку зовнішньої антени та протоколу NMEA. Обмін даними можливий за допомогою вбудованого GSM-модему, який підтримує протоколи EDGE / HSDPA, а також через бездротові канали зв'язку Bluetooth і Wi-Fi.

Контролер South S10 обладнаний програмним забезпеченням Carlson SurvCE, яке призначене для збору геодезичних даних в польових умовах. Це потужний і гнучкий програмний продукт, який підтримує широкий спектр сучасного супутникового обладнання при роботі у статичному, кінематичному та реальному часі. (рис. 4.2).

Рис. 4.2 – Програмне забезпечення Carlson SurvCE. Зовнішній вигляд головного меню

Роверний приймач South S82T об'єднує компактний та легкий корпус із вбудованою 220-канальною GNSS платою для точного та швидкого отримання супутникового сигналу. Він також володіє вбудованим УКВ прийомо передавальним радіомодулем, GSM/GPRS модулем для підключення до мережі та прямого зв'язку, а також Bluetooth модулем для бездротових підключень.

Всі ці компоненти - модем, акумулятор, зовнішня пам'ять - розміщені в одному корпусі, який має форму сплюснутої призми. На передній панелі знаходяться дві кнопки керування та шість світлових індикаторів.

Керування та налаштування приймача можливе через контролер або вручну за допомогою кнопок на зовнішній панелі. Для включення/виключення приладу використовується кнопка живлення "I".

Приймач активується та деактивується після тримання цієї кнопки до появи трьох звукових сигналів. Кнопка "F" призначена для налаштування необхідних режимів роботи приймача.

Основні характеристики South S82T:

Таблиця 4.1 - Характеристики приймача South S82T

1	Кількість каналів (GPS, SBAS, GALILEO, COMPASS)	220
2	Висота	96 мм
3	Діаметр	184 мм
4	Вага	1,2 кг
5	Внутрішній УКВ-приймач	450-470 МГц
6	Вбудований Bluetooth-пристрій	2,4 ГГц
7	Дальність	до 50м
8	Внутрішня пам'ять	4 ГБ
9	Ступінь пило-волого захисту	IP67
10	Вбудований GSM/GPRS модем	
11	Вхід/вихід повідомлень в форматах	CMR+, CMRx, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1
12	Вихід навігаційних повідомлень в форматі	NMEA 0183
13	Робочий діапазон температур	від -25С до +60С
14	Можливе падіння приймача з висоти	до 2 м
15	Порт зв'язку даних	COM

В таблиці 4.2. подано точність визначення координат (СКП):

Таблиця 4.2 - Точність визначення координат (СКП)

Режим вимірювань	Точність в плані, м	Точність по висоті, м
Кодовий DGPS	$\pm 0.25 + 1 \text{ ppm}$	$\pm 0.50 + 1 \text{ ppm}$
RTK	$\pm 0.01 + 1 \text{ ppm}$	$\pm 0.02 + 1 \text{ ppm}$
Статичні вимірювання	$\pm 0.005 + 0,5 \text{ ppm}$	$\pm 0.005 + 1 \text{ ppm}$

V. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Геодезичні роботи виконуються в різних умовах та на різних територіях. Для попередження нещасних випадків і травм у цих умовах всі роботи повинні виконуватися з дотриманням спеціальних правил й інструкцій з техніки безпеки. З метою ознайомлення всіх без винятку працюючих із цими правилами проводяться спеціальні інструктажі.

Перед початком польових робіт іде ознайомлення з робочим проектом безпечної організації роботи в польових умовах. Попередньо проводиться обслідування району робіт з уточненням його особливостей на місці, та складається проект геодезичних ходів і схема безпечних маршрутів.

До початку виконання польових геодезичних робіт на території с. Дунаївці, необхідно встановити схеми розміщення та глибину залягання мереж інженерних комунікацій (кабелів електромережі, зв'язку, трубопроводів газу, каналізації, води та ін.). Також необхідно з'ясувати схему високовольтних ЛЕМ (ліній електропередачі) і межі та розміри смуги безпеки. Маючи ці дані, необхідно скласти робочий проект, в якому подається організаційно-технічне розпорядження виконавцю з конкретними вказівками дотримання правил безпечного ведення робіт на цьому об'єкті.

Для перевезення геодезичних приладів, прилад повинен бути акуратно вкладений у свій футляр. Під час укладення не можна прикладати великих зусиль, прилад повинен входити у гніздо вільно. Усі додатки повинні знаходитися у своїх чашечках або місцях і не хитатися у футлярі під час трясіння і перевезення, що може призвести до пошкоджень приладів.

Перш ніж ставити прилад на штатив, потрібно штатив надійно закріпити на поверхні землі розставивши ніжки. Поставивши прилад на штатив, необхідно негайно прикріпити його становим гвинтом. Інструменти не слід залишати під прямими променями сонця ні на штативі, ні у футлярі. Прилад може отримати значну деформацію, і у нього порушиться надане під

час юстування положення частин. Тому застосування парасолі над приладом обов'язкове.

Під час роботи з приладом усі частини повинні рухатися легко і плавно. У випадку затримок, заїдання не можна прикладати різких зусиль, а необхідно дошукуватися до причини затримки та усунути її. Не можна залишати у полі прилад без нагляду.

При роботі біля автомобільних доріг необхідно уникати тривалого перебування на проїжджій частині. Точки стояння приладів необхідно розташовувати по можливості на узбіччях, ділянка робіт з кожного боку на відстані 120-180 м огорожується попереджувальним знаком «інші безпеки», а на місці роботи безпосередньо ставлять огорожі червоного кольору. При роботі на проїзних частинах треба надягати спеціальні (жовтогарячі) жилети.

Зйомка існуючих підземних комунікацій, як правило, пов'язана з їхнім обстеженням. При обстеженні знімають кришки колодязів й у колодязів ставлять триногу зі знаком «Небезпека». Перед спуском людей у колодязь перевіряють, немає чи в ньому газу та інших токсичних речовин. Під час роботи стежать за відкритими люками, не допускаючи до них сторонніх людей.

Забороняється виконувати роботи при сильному вітрі, тумані, дощі, сильному морозі та при наближенні грози.

Камеральні роботи при геодезичних спостереженнях включають обробку матеріалів по планово-висотному обґрунтуванні території, обчислення координат і висот точок, складання схем, графіків, таблиць. Попередня обробка результатів та обчислення виконується за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення. При роботі з комп'ютером слід дотримуватися правил безпеки які вказані в документації комп'ютера.

Площа приміщення де виконуються камеральні роботи, проектується з розрахунку 4м² на одне робоче місце і 15м² об'єму робочого місця. Вхід і вихід в приміщенні має бути безпечним, вільним при пересуванні і

забезпечувати пропускну спроможність в аварійних ситуаціях. Розміщення обладнання повинно забезпечувати сприятливі і безпечні умови праці.

Приміщення має відповідати нормативним метеорологічним умовам виробничого середовища: температура повинна бути 21-25С⁰, відносна вологість 40-60. При роботі в замкнених приміщеннях необхідно створювати умови для нормальної адаптації зору. Для створення нормальних умов у приміщеннях для роботи, необхідно щоб штучне освітлення становило 300 лк, природне КЕО-15 (згідно СНП 11-4-79), та використовувалась природна вентиляція.

Згідно з Законом України «Про охорону праці» (ст. 23) служба охорони праці створюється власником або уповноваженим ним органом на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій в процесі праці.

Власник з урахуванням специфіки виробництва опрацьовує та затверджує Положення про службу охорони праці підприємства (установи, організації) керуючись Типовим положенням, розробленим та затвердженим Держнаглядом охорони праці. Відповідно до Типового положення служба охорони праці створюється на підприємствах, у виробничих і науково-виробничих об'єднаннях, корпоративних, колективних та інших організаціях виробничої сфери з числом працюючих 50 і більше чоловік. В інших випадках функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які пройшли перевірку знань з охорони праці. В установах, організаціях невиробничої сфери та в навчальних закладах власниками також створюються служби охорони праці.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства. За своїм посадовим становищем та умовами оплати праці керівник служби охорони праці прирівнюється до керівників основних

виробничо-технічних служб підприємства. Служба охорони праці в залежності від чисельності працюючих може функціонувати як самостійний структурний підрозділ або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом. Служба охорони праці формується із спеціалістів, які мають вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років. Спеціалісти з середньою спеціальною освітою приймаються в службу охорони праці у виняткових випадках.

Працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам установ, підприємств, організацій та їх структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації підприємства.

Служба охорони праці вирішує завдання:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників;
- професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці виконує такі основні функції:

1. Опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;
2. Проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

3. Складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ «Охорона праці» у колективному договорі;

4. Проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці.

Служба охорони праці організовує:

- забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці;
- паспортизацію цехів, діляниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці;
- облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій;
- підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці;
- розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці;
- роботу методичного кабінету охорони праці, пропаганду безпечних та нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, оглядів, конкурсів, бесід, лекцій, розповсюдження засобів наочної агітації, оформлення інформаційних стендів;
- допомогу комісії з питань охорони праці підприємства в опрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій;
- підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці.

Спеціалісти служби охорони праці мають право представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці, безперешкодно в будь-який час відвідувати виробничі

об'єкти, структурні підрозділи підприємства, зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих. Також працівники мають право одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення (письмово чи усно) з питань охорони праці, перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на об'єктах підприємства, видавати керівникам перевіреного об'єкту, цеху, виробництва обов'язковий для виконання припис.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- з усіма вихованцями, учнями, студентами та іншими особами, які навчаються в середніх, позашкільних, професійно-технічних, вищих закладах освіти при оформленні або зарахуванні до закладу освіти.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого, який буде виконувати нову для нього роботу, з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Проводиться з вихованцями, учнями та студентами середніх, позашкільних, професійно-технічних, вищих закладів освіти:

- на початку занять у кожному кабінеті, лабораторії, де навчальний процес пов'язаний з небезпечними або шкідливими хімічними,

фізичними, біологічними факторами, у гуртках, перед уроками трудового навчання, фізкультури, перед спортивними змаганнями, вправами на спортивних снарядах, при проведенні заходів за межами території закладів освіти;

- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів;
- на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми) – із загальних вимог безпеки, пов'язаних з тематикою і особливостями проведення цих занять.

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці б терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше: на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на три місяці, для решти робіт – 1 раз на шість місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них, при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці, при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж, при виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником, при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів, для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів, з вихованцями, учнями, студентами – в кабінетах, лабораторіях, майстернях при порушеннях ними вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою, при ліквідації аварії, стихійного лиха, при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Усі працівники, яких приймають на постійну чи тимчасову роботу і при подальшій роботі, повинні проходити на підприємстві навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, подання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою. Відмітка про проведення первинного та позапланового інструктажів робиться в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Відповідно до ст.49 Закону України "Про охорону праці" за порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

Дисциплінарна відповідальність полягає у накладанні дисциплінарних стягнень, передбачених чинним законодавством. Відповідно до ст.147 КЗпП

встановлено такі дисциплінарні стягнення: догана, звільнення з роботи. Право накладати дисциплінарні стягнення на працівників має орган, який користується правом прийняття на роботу цього працівника. Дисциплінарне стягнення може бути накладене за ініціативою органів, що здійснюють державний і громадський контроль за охороною праці. За кожне порушення може бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. При обранні дисциплінарного стягнення необхідно враховувати ступінь тяжкості вчиненого проступку і заподіяну ним шкоду, обставини, за яких вчинено проступок, попередню роботу працівника.

Адміністративна відповідальність накладається на посадових осіб, винних в порушеннях законодавства про охорону праці у вигляді грошового штрафу. Право накладати адміністративні стягнення з причин, зазначених у ст.49 Закону України "Про охорону праці" мають службові особи Держнагляд охорон праці. Адміністративній відповідальності підлягають особи, які досягли на момент вчинення адміністративного правопорушення шістнадцятирічного віку.

Матеріальна відповідальність включає відповідальність як працівника, так і власника (підприємства). У ст.130 КЗпП зазначається, що працівники несуть матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну підприємству (установі) через порушення покладених на них обов'язків, в тому числі, і внаслідок порушення правил охорони праці. Матеріальна відповідальність встановлюється лише за пряму шкоду і за умови, коли така шкода заподіяна підприємству протиправними діями (бездіяльністю) працівника. Відповідальність, як правило, обмежується певною частиною заробітку працівника і не повинна перевищувати повного розміру заподіяної шкоди. Матеріальна відповідальність може бути накладена незалежно від притягнення працівника до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності. Власник підприємства (установи) або уповноважена ним особа (орган) несе матеріальну відповідальність за заподіяну шкоду працівникові незалежно від наявності вини, якщо не доведе,

що шкода заподіяна внаслідок непереборної сили або умислу потерпілого. Збитки у зв'язку з порушеннями законодавства про охорону праці можуть включати відшкодування потерпілому втраченого заробітку, одноразову допомогу, додаткові витрати на лікування, протезування, якщо потерпілим залишився живим, а також витрати на поховання в разі смерті потерпілого, одноразову допомогу на сім'ю та на утриманців.

Кримінальна відповідальність настає, якщо порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці створило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Суб'єктом кримінальної відповідальності з питань охорони праці може бути будь-яка службова особа підприємства, установи, організації незалежно від форм власності, а також громадянин - власник підприємства чи уповноважена ним особа. Кримінальна відповідальність визначається у судовому порядку.

Для організації робіт щодо ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійних лих утворюються Державні комісії з надзвичайних ситуацій – ДКНС. ДКНС діють при Кабінеті Міністрів країни, в областях, містах, регіонах як на постійній основі, так і у випадку виникнення НС. До їх функцій належить забезпечення постійної готовності до дій аварійно-рятувальних служб, контроль за розробкою та реалізацією заходів із запобігання можливим аваріям і катастрофам. Усі завдання з ліквідації НС виконуються по черзі у максимально короткі терміни.

У першу чергу вирішуються завдання щодо термінового захисту населення, запобігання розвитку чи зменшенню впливу НС і завдання з підготовки та виконання рятувальних та інших невідкладних робіт. З цією метою виконуються сповіщення населення про небезпеку чи загрозу безпеки, евакуація людей та тварин із небезпечних зон, використання засобів профілактики захворювань, травматизму, надання медичної та іншої допомоги;

локалізація аварій, зупинення чи зміна технологічного процесу, попередження і гасіння пожеж, приведення в готовність органів управління,

сил і засобів для рятувальних робіт, ведення розвідки в осередках ураження, оцінка ситуації, що склалася.

Рятувальні та інші невідкладні роботи починаються одразу ж у міру готовності сил та засобів для їх проведення, ведуться безперервно з необхідною заміною рятувальників і ліквідаторів при дотриманні техніки безпеки та заходів перестороги. Організація їх проведення буде розглядатися нижче.

Наступними вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення в районах, що постраждали внаслідок аварії, катастрофи чи стихійного лиха. Проводиться відновлення зруйнованого житла, спорудження тимчасових будівель (намети, землянки, навіси тощо), відновлення енерго та водозабезпечення, ліній зв'язку, об'єктів комунального обслуговування. Також здійснюються санітарне очищення осередку ураження, забезпечення людей продуктами харчування, предметами першої необхідності та ін. Одночасно розпочинаються роботи з відновлення функціонування уражених об'єктів.

Багато видів НС можна прогнозувати, що дає можливість завчасно спланувати основні заходи з ліквідації їх наслідків. Проведення робіт за підготовленим планом (відкоригованим згідно з реальною ситуацією) дасть змогу значно прискорити ці роботи, зменшити масштаб наслідків аварії, катастрофи. Ліквідація наслідків НС буде організована найефективніше, якщо керуватися такими принципами:

- висока швидкість розгортання сил і засобів для проведення рятувальних робіт. З цією метою усі формування, і насамперед рятувальні, аварійно-технічні, протипожежні, медичні, негайно приступають до рятування потерпілих. Першими включаються в рятувальні роботи формування, що прибули на об'єкти у першу зміну. Потім темп ведення робіт нарощується за рахунок введення наступних змін; тривалість робочих змін встановлюється, виходячи із реальної ситуації і рівня радіації на місцевості; мінімальна тривалість роботи – 2 год., максимальна – 12 год.;

- потрібно у перші 3-4 години подати повітря у завалені чи пошкоджені будинки; у перші 12-14 годин - надати першу медичну допомогу основній масі уражених, завершити основні рятувальні роботи до кінця першої доби. Тому роботи ведуть безперервно;

- використання сил і засобів на основних ділянках території міста, об'єкта, де можуть перебувати основні маси потерпілих, котрі опинилися у важких умовах;

- роботи в осередку ураження (зараження) ведуться з використанням засобів механізації і лише за їх відсутності - вручну. Потрібно вжити усіх заходів, щоб технічні засоби були підтягнуті до місця праці та забезпечені паливом;

- формування використовуються в осередку ураження (зараження) з врахуванням їх фаху. Таке використання формувань може забезпечити високу продуктивність і швидке завершення робіт. Виконання робіт не за фахом допускається лише у надзвичайних випадках;

- під час роботи в осередку ураження (зараження) суворо дотримуються заходів безпеки і особливо при діях в небезпечних зонах і на заражених ділянках.

Метою проведення рятувальних та інших невідкладних рятувальних робіт в осередках масового ураження є рятування людей та надання медичної допомоги потерпілим, локалізація аварій та усунення пошкоджень, котрі перешкоджають проведенню рятувальних та відновлювальних робіт.

Великий обсяг роботи в осередках ураження неможливо провести за короткий час без використання різноманітної техніки. Тільки широка механізація усіх видів робіт дає змогу своєчасно здійснити рятування потерпілих. Для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт можуть використовуватися всі типи будівельних та дорожніх машин, механізмів, техніки комунального господарства району, міста.

В першу чергу проводяться роботи з влаштування проїздів і проходів до зруйнованих захисних споруд, пошкоджених і зруйнованих будинків, де

можуть перебувати люди, а також у місцях аварій, котрі перешкоджають або утруднюють проведення рятувальних робіт. Проїзди встановлюються завширшки 3-3,5 м для однобічного та 6-6,5 м для двобічного руху. При однобічному русі через кожні 150-200 м. передбачаються роз'їзди завдовжки 15- 20 м.

Для влаштування проїздів, проходів використовуються формування механізації, які мають автокрани і бульдозери. Придані протипожежні формування висуваються до об'єктів робіт, одночасно з ними починають локалізацію та гасіння пожеж там, де перебувають люди.

Пошук та рятування людей розпочинається відразу після введення рятувальних груп на об'єкт. Особовий склад формувань розшукує сховища та укриття, встановлює зв'язок з тими, хто переховується в захисних спорудах з використанням засобів зв'язку, що збереглися, через повітрязабірні отвори, а також шляхом перестукування крізь двері, стіни, труби водопостачання та опалення. В першу чергу в сховище подається повітря, для чого розчищають повітрязабірні канали, роблять отвори у стінах та перекриттях.

Під час розбирання завалу потрібно діяти обережно, в першу чергу намагатися вивільнити голову та груди потерпілого. Витягання таких людей через влаштовані проходи може здійснюватися на руках, на плащах, брезенті, плівці, на ковдрі, волоком, за допомогою нош. Людям надають першу медичну допомогу та зосереджують в безпечних місцях.

Основний спосіб локалізації аварій та пошкоджень на комунально-енергетичних і технологічних мережах – відключення зруйнованих ділянок в будинках.

При гасінні пожеж використовуються запасні та водонапірні резервуари.

При пошкодженні системи тепlopостачання всередині будинків та при загрозі ураження людей гарячою водою, парою чи гарячим повітрям її

ізолюють від зовнішньої мережі засувками,, якщо вони доступні і непошкоджені.

Усунення аварій на газових мережах здійснюється вимиканням окремих ділянок на газорозподільних та газгольдерних станціях, а також за допомогою засувок чи гідрозатворів. Щілини на трубах обмотуються щільним (брзентовим) бинтом або листовою гумою з накладанням хомутів. При займанні газу знижується його тиск у мережі, а полум'я гаситься піском, землею і глиною. Усі роботи з усунення газових аварій проводяться в ізолювальних протигазах і з використанням вибухобезпечних ламп.

Аварії на електромережах усуваються тільки після їх знеструмлення та заземлення об'єктів, котрі можуть опинитися під напругою.

Аварії на каналізаційних мережах усуваються вимиканням пошкоджених ділянок та відведенням стічних вод.

Невідкладні роботи у випадку руйнування технологічних трубопроводів проводяться з метою запобігання вибухам і пожежам шляхом вимикання насосів, перекриття трубопроводів.

Руйнування елементів будинків та споруд, котрі загрожують обвалом, здійснюють за допомогою лебідки, троса і трактора або вибуховим способом. Укріплення стін проводиться шляхом установки підпірних балок.

При затопленнях для проведення Р та ІНР здійснюють рятувальні загони і групи, а також відомчі спеціалізовані загони і підрозділи з плавзасобами, санітарні дружини і пости, гідрометеорологічні пости, розвідувальні групи, зведені загони механізації робіт, формування будівельних організацій, охорони громадського порядку. Рятувальні роботи при затопленнях скеровуються на пошук людей на затопленій території, посадку їх на плавзасоби та евакуацію у безпечні місця.

Рятувальні групи, котрі діють на швидкохідних плавзасобах та вертольотах, визначають місця скупчення людей на затопленій території, їх стан та періодично подають звукові сигнали. Невеликим групам людей, котрі перебувають у воді, викидають рятувальні круги, гумові кулі, дошки,

жердини тощо. Потім витягують їх на плавзасоби і евакуюють у безпечне місце. Для рятування і виведення із затопленої території великої кількості людей використовують теплоходи, баржі, баркаси, катери та інші плавзасоби. Посадку на них людей здійснюють з берега.

При рятуванні людей, які перебувають у проломі льоду, подають кінець мотузки, дошки, драбини тощо і витягують у безпечне місце. Наближатися до людей, котрі перебувають в ополонці, потрібно плазом з розкинутими руками і ногами, спираючись на дошки чи інші предмети.

Медичну допомогу надають рятувальні підрозділи чи санітарні дружини безпосередньо в зоні затоплення (перша медична допомога) і після доставки на причал (перша лікарська допомога).

Боротьбу з затопленням у період льодоходу ведуть шляхом усунення загат, що виникають на річках.

Під час проведення робіт забороняється користуватися несправним інвентарем, перевантажувати плавзасоби, проводити вибухові роботи поблизу ліній електропередач, підводних комунікацій, промислових та інших об'єктів без попереднього погодження з відповідними організаціями.

Рятувальні та аварійно-технічні групи рятують людей та евакуюють їх у безпечні райони, влаштовують проїзди, очищають оглядові колодязі та камери на комунально-енергетичних мережах, відновлюють шляхи, гідротехнічні споруди.

При зсувах в першу чергу проводять розшук уражених людей і витягування їх із завалів та зруйнованих будинків, надають їм першу медичну допомогу. Аварійно-технічні групи влаштовують проїзди в завалах, локалізують наслідки зсувів. Після зупинення зсуву формування дорожніх та містобудівельних організацій розпочинають роботи з відновлення доріг, ліній, засобів зв'язку, спорудження водовідних каналів, очищення доріг та вулиць від заносів і завалів.

При ліквідації зсувів особовий склад формувань і населення повинні суворо дотримуватися заходів перестороги. Небезпечні ділянки огорожують

спеціальними знаками. При роботі у нічний час траншеї, канави та інші небезпечні місця огорожують та позначають світловими сигналами.

При бурях, ураганах проводяться запобіжні, рятувальні та аварійно-рятувальні роботи. В районах, де найчастіше виникають урагани, будівлі та споруди будують з міцних матеріалів з мінімальною вітрильністю, встановлюють найміцніші опори ліній електропередач та зв'язку. Будують заглиблені сховища. До підходу ураганного вітру закріплюють техніку, окремі будівлі, у виробничих приміщеннях та житлових будинках зачиняють двері, вікна, вимикають електромережу, газ, воду, населення ховається в захисних спорудах.

Після урагану рятувальні формування разом з усім працездатним населенням проводять рятувальні та аварійно-відновлювальні роботи, рятують людей із завалених захисних та інших споруд, надають їм допомогу, відновлюють пошкоджені будівлі, лінії електропередач та зв'язку, газо - та водогону, ремонтують техніку, проводять інші аварійно-відновлювальні роботи.

Гасіння торф'яних підземних пожеж, коли горить шар торфу значної товщини, надзвичайно складне. Торф може горіти в усіх напрямках незалежно від напрямку та сили вітру, а в підґрунтових горизонтах він горить і під час помірного дощу та снігопаду.

Із зон можливого поширення пожежі евакуюються люди та матеріальні цінності. В першу чергу розшукують людей, котрі опинились в палаючих будинках, спорудах, районах. Розшук людей здійснюється з огляду на небезпеку парами: один розшукує, а другий страхує його за допомогою мотузки, перебуваючи в менш небезпечному місці. За умов сильного задимлення та скупчення чадного газу слід працювати в ізолювальних протигазах.

VI. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Людина усе їй необхідне для життєдіяльності отримує з природи: повітря, воду, сировину для промисловості. Людське суспільство як частина природи може бути тільки в постійній взаємодії з нею. Людина має значний вплив на навколишнє середовище, що змінює її, причому далеко не завжди в кращу сторону, тому збереження природного середовища і охорона природи - одна з найгостріших проблем, що стоять перед людством в сучасних умовах.

Раціональне використання землі, лісу, атмосфери і водних ресурсів в Україні визначено Конституцією України. В даний час у сфері охорони навколишнього середовища діє цілий ряд нормативних актів: Закон України «Про охорону навколишньої природного середовища», Постанова Уряду України «Про затвердження порядку визначення плати і її граничних розмірів за забруднення навколишньої природного середовища».

Поняття «навколишнє середовище» включає соціальні, природні і штучно створені фізичні, хімічні та біологічні фактори, тобто все те, що впливає на життя і діяльність людини. Складовою частиною навколишнього середовища є природне середовище. Перед суспільством стоїть завдання не тільки зберегти природу, а й запобігти негативним наслідкам господарської діяльності людини в майбутньому.

Досить тривалий час панувала хибна думка, ніби багатства природи невичерпні, а тому, мовляв, можна і не турбуватись про їх відтворення і відновлення.

Виникає питання: чому сьогодні так гостро ставиться питання щодо охорони природи і раціонального використання її ресурсів? Це насамперед пов'язано з тим, що природним ресурсам планети і в Україні зокрема, вже завдано величезної шкоди. За останнє століття близько двох мільярдів гектарів земель – 15 відсотків усієї земної суші – зруйновано водою і вітровою ерозією. За всю історію людського суспільства на земній кулі

знищено дві третини лісів. Нині підприємства викидають у води і повітряне середовище стільки забруднюючих речовин, що завдають серйозної шкоди населенню і природному середовищу на великих відстанях. Щорічно у моря і океани викидається один – три мільйони тонн нафтопродуктів. Тривогу викликає викидання промислових відходів у річки й озера.

У результаті промислової діяльності природа потерпає від постійних змін. Кількість відходів на протязі тривалого часу збільшувалась пропорційно росту виробництва і населення.

З кожним днем все частіше використовуються речовини синтетичного і мінерального походження. Відходи синтетичних миючих засобів не засвоюються розкладаючими мікроорганізмами, вони накопичуються в водоймах куди вони потрапляють зі стічними водами і забруднюють їх. При спалюванні нафтового палива в атмосферу разом з димовими газами, окрім оксидів вуглецю (CO_2 , CO) викидаються оксиди сірки (SO_2), які взаємодіють з вологою і киснем повітря і утворюють сірчану кислоту – утворюються так звані «кислотні дощі». Під впливом кислотних дощів відбувається швидке підкислення води у річках, озерах, ставках та інших водоймах. Під впливом кислотних дощів збільшилась кислотність ґрунтів. Таких прикладів можна навести дуже багато.

З цією метою, виходячи з реального екологічного стану території України, необхідно враховувати такі основні критерії і чинники:

- погіршення здоров'я людей через значну забрудненість довкілля;
- втрати, що призводять до зниження продуктивності народного господарства, зумовлені збитками або руйнуванням фізичного капіталу і природних ресурсів;
- погіршення стану або загроза завдати непоправної шкоди біологічному та ландшафтному різноманіттю і, зокрема лукам, пасовищам, озерам, водоймам, річкам, землям, лісовим, прибережним і морським екосистемам, гірським районам;
- еколого-економічну ефективність природоохоронних заходів.

До основних пріоритетів охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів належать:

- гарантування екологічної безпеки ядерних об'єктів і радіаційного захисту населення та довкілля, зведення до мінімуму шкідливого впливу наслідків аварії на Чорнобильській АЕС;
- поліпшення екологічного стану басейнів рік України та якості питної води;
- стабілізація та поліпшення екологічного стану в містах і промислових центрах Донецько-Придніпровського регіону;
- будівництво нових та реконструкція діючих потужностей комунальних очисних каналізаційних споруд;
- запобігання забрудненню Чорного та Азовського морів і поліпшення їх екологічного стану;
- формування збалансованої системи природокористування та адекватна структурна перебудова виробничого потенціалу економіки, екологізація технологій у промисловості, енергетиці, будівництві, сільському господарстві, на транспорті;
- збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, заповідна справа.

Для досягнення цього передбачається вирішення таких завдань:

- зменшення до мінімуму рівня радіаційного забруднення;
- захист повітряного басейну від забруднення, насамперед у великих містах і промислових центрах;
- захист і збереження земельних ресурсів від забруднення, виснаження і нераціонального використання;
- збереження і розширення територій з природним станом ландшафту, посилення природоохоронної діяльності на заповідних і рекреаційних територіях;
- підвищення стійкості та екологічних функцій лісів;

- знешкодження, утилізація та захоронення промислових та побутових відходів;
- запобігання забрудненню морських і внутрішніх вод, зменшення та припинення скиду забруднених стічних вод у водні об'єкти, захист підземних вод від забруднення;
- збереження та відродження малих річок, здійснення управління водними ресурсами на основі басейнового принципу;
- завершення створення державної системи моніторингу навколишнього природного середовища;
- створення системи прогнозування, запобігання та оперативних дій у разі надзвичайних ситуацій природного і природно-техногенного походження;
- забезпечення екологічного супроводу процесу конверсії військово-промислового комплексу;
- здійснення заходів щодо екологічного контролю за діяльністю Збройних Сил України;
- розробка механізмів реалізації схем природокористування;
- впровадження дійових економічних складових впливу на систему природокористування;
- створення системи екологічної освіти, виховання та інформування.

Як підсумок, Україна повинна приділяти велику увагу охороні навколишнього середовища. Виділялося багато коштів на ліквідацію наслідків паводкових ситуацій у Карпатському та передкарпатському регіоні. Розроблено багато законодавчих актів направлених на захист довкілля. Застосовуються штрафні санкції щодо підприємств які забруднюють навколишнє середовище.

ВИСНОВОК

Використання сучасних технологій при виконанні геодезичних робіт для проведення реконструкцій різних видів лінійних об'єктів є актуальними. Отримання швидкої інформації про розташування та про лягання даних комунікацій дозволить здешевити роботи та виконати їх у значно коротші терміни.

При виконанні досліджень саме розглянуто сучасні методи GNSS-спостережень для відновлення мережі енергозбереження у населеному пункті. Описано, які практичні навички з топографо-геодезичних робіт повинні мати виконавці робіт, використовуючи методи GNSS. Зокрема, із застосуванням методу визначення місця розташування комунікацій в реальному часі з високою точністю RTK (Real Time Kinematic), та використання сучасних приладів і програмного забезпечення. Робота охопила аналіз методів та процесів виконання робіт в населених пунктах на забудованих територіях, та вибору методу та засобу вимірювання і дозволило запропонувати найбільш ефективний для зйомки вуличної мережі села Дунаївці в Новодунаєвецькому районі Хмельницької області.

Подано порядок проведення польових та камеральних робіт з використанням GNSS-обладнання та програмного забезпечення Carlson SurvCE. Робота також розглядає сучасні напрямки та тенденції розвитку засобів автоматизації геодезичних вимірювань і обробки даних.

Визначені переваги сучасного методу GNSS-спостережень і складено цифровий план місцевості на основі RTK-вимірювань. Робота включає опрацювання теоретичного матеріалу різних методів геодезичних вимірювань, що застосовувалися на практиці, і закріплення практичних знань і вмінь у складанні цифрових планів місцевості з використанням сучасних методів GNSS-спостережень. Як наслідок отримано топографо-геодезичну основу масштабу 1:500 вуличної мережі села Дунаївці для реалізації проекту реконструкції системи енергозбереження.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Державні будівельні норми «Інженерні вишукування для будівництва» (ДБН А.2.1-1:2014) RTL: https://dbn.at.ua/_ld/11/1167_DBNInzhenernivu.pdf
2. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998р. № 353-XIV RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/353-14>
3. Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи, затверджений Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 19.02.2003р. RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0014-09>
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (Наказ Головного Управління Геодезії Картографії та Кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998р. №56). RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0393-98>
5. Закон України Про національну інфраструктуру геопросторових даних від 31.12.2023р. RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/554-20>
6. Зуска А.В. Інженерна геодезія: навч. посіб. / А.В. Зуска. Дніпро: НГУ, 2016. 209 с.
7. Ратушняк Г.С. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 1: навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, О.Д. Панкевич, Ю.С. Бікс, Т.Ю. Вовк. Вінниця: ВНТУ, 2014. 98 с.
8. Історія розвитку геодезії в Україні М.: Наука.- 1983, 160 с.
9. Баран П.І. Інженерна геодезія. Київ, ПАТ «Віпол», 2012 р.
10. Войтенко С.П. «Інженерна геодезія», Київ, «Знання», 2012 р
11. Вилка С.Г. Інженерна геодезія : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 371 с.

12. Винограденко С. О., Макєєва Л. М., Степаненко Т. О. В49 Практикум з геодезії / С. О. Винограденко, Л. М. Макєєва, Т. О. Степаненко; Державний біотехнологічний університет. – Харків, 2022. – 75 с.

13. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних німальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок» від 13 липня 1998р. №1075. RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1075-98-%D0%BF>

14. Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання застосування геодезичної референцної системи координат» від 22 вересня 2004р. №1259. RTL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1259-2004-%D0%BF>

15. Савчук С. Г., Ланьо О. В. «Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі UA EUPOS/ZAKPOS за технологією SPARSE VRS». RTL: <http://surl.li/rstnq>

16. Тартачинський Р.М., Дейнека Ю.П., Смирнова О.М. Практикум з інженерної геодезії. Оцінка точності проектів спеціальних геодезичних мереж. Львів, «СТІП», 2001

17. Тартачинський Р.М. Основи інженерної геодезії. Львів, 1999

18. Топографія. Лабораторний практикум / Уклад.: І.В. Калинич, М.Р. Ничвид, І.І. Калинич. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2020. 176 с.

19. Тельнов В.Г. Геодезія. Навчальний посібник. – Дніпро: НТУ, 2019. – 317 с.

20. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (Видавництво Міністерства екології та природних ресурсів України, Київ, 2001р.). RTL: [https://nvkarta.com/project/library/uploads/geography/map-standart/\[standards\]\[topography\]\[2001\]-umovni-znaky-5000.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/geography/map-standart/[standards][topography][2001]-umovni-znaky-5000.pdf)