УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра вишукувань та проєктування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

# Сучасні технології топографо-геодезичного забезпечення проєктування та будівництва енергомереж

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

**ВПГЗ.315.193.2026.ПЗ.**

Розробила: здобувачка освіти групи 103-ГЗ-Д22
Ткачова Валерія Віталіївна
Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій
(роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)

Керівник: асистент Сорочук Н.І.

Нормоконтроль: к.т.н, доц. Орел Є.Ф

Зав. кафедри: д.т.н., проф. Угненко Є.Б

Рецензент: директор МПП «Автодорсервіс»,
к.т.н., доцент кафедри будівництва
та цивільної інженерії Луцького
національного технічного університету
Процюк В.О.

2026

ВПГЗ

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Факультет** будівельний
**Кафедра** вишукувань та проєктування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою
**Освітній рівень:** бакалавр
**Спеціальність** 193 «Геодезія та землеустрій»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувачка кафедри,
професор, доктор техн. наук
_____ Євгенія УГНЕНКО
«_____»_____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ**
**НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Ткачової Валерії Віталіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Сучасні технології топографо-геодезичного забезпечення проєктування та будівництва енергомереж»
керівник роботи Сорочук Наталія Ігорівна затверджені розпорядженням по будівельному факультету від "18" травня 2026 року № 5.

2. Строк подання студентом проєкту «15» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проєкту 1. Методологія топографо-геодезичного забезпечення проєктування та будівництва ЛЕП; 2. Матеріали комплексних інженерно-геодезичних вишукувань; 3. Акти огляду стану об'єктів; 4. Нормативно-технічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Сучасний стан геодезичного забезпечення енергетичних об'єктів. 2. Технологія та організація топографо-геодезичних вишукувань. 3. Інженерно-геодезичний контроль та графічне моделювання процесу будівництва енергомереж. 4. Геопросторове забезпечення вибору траси та проєктування об'єктів енергопостачання. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1 Мета і завдання кваліфікаційної роботи бакалавра 2 Об'єкт, предмет, актуальність роботи. 3. Методичні основи виконання топографо-геодезичних робіт. 4. Схема проведення інженерно-геодезичних робіт. 5. Схема розміщення пунктів державної геодезичної мережі. 6. Картографічне забезпечення земельної ділянки. 7. Викопіювання з публічної кадастрової карти України території під будівництво ЛЕП. 8. Фрагменти топографічної карти в СК-63. 9. Виконання польових топографо-

геодезичних робіт. 10. Схема GNSS спостереження при визначенні координат характерних точок. 11. Створення інтелектуальної галузевої моделі в AutoCAD Map 3D 2014. 12. Топографічний план майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі. 13. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання «18» травня 2026 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Вступ. | 20.05.2026 | виконано |
| 2 | Сучасний стан геодезичного забезпечення енергетичних об’єктів | 22.05.2026 | виконано |
| 3 | Технологія та організація топографо-геодезичних вишукувань | 25.05.2026 | виконано |
| 4 | Інженерно-геодезичний контроль та графічне моделювання процесу будівництва енергомереж | 27.05.2026 | виконано |
| 5 | Геопросторове забезпечення вибору траси та проєктування об'єктів енергопостачання | 30.06.2026 | виконано |
| 6 | Висновки | 05.06.2026 | виконано |
| 7 | Оформлення пояснювальної записки. | 10.06.2026 | виконано |
| 8 | Оформлення графічного матеріалу. | 15.06.2026 | виконано |

**Здобувачка освіти** _____ Валерія ТКАЧОВА

**Керівник проекту (роботи)** _____ Наталія СОРОЧУК

ВІТЗ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 96 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 30 рисунків, 12 таблиць, 40 літературних джерел.

Ключові слова: ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД, ЛІНІЇ ЕНЕРГОМЕРЕЖ, ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ, ПРОЄКТУВАННЯ.

Об’єктом дослідження є процес топографо-геодезичного супроводу об’єктів енергетичної інфраструктури на різних стадіях їх життєвого циклу. Предмет дослідження: сучасні методи, прилади та програмні комплекси для збору, обробки й візуалізації геопросторових даних, що використовуються під час трасування, проєктування та проведення контрольно-виконавчих знімань енергомереж. Метою роботи є обґрунтування та впровадження комплексної методики топографо-геодезичного забезпечення на основі сучасних цифрових технологій для підвищення точності, оперативності та ефективності процесів проєктування і будівництва ліній електропередачі. У кваліфікаційній роботі розглянуто сучасний стан геодезичного забезпечення енергетичних об’єктів. Визначено роль технології та організації топографо-геодезичних вишукувань. Проаналізовані питання інженерно-геодезичного контролю та графічного моделювання процесу будівництва енергомереж. Зроблено огляд інноваційних технологій у геодезії. Виконано порівняльний аналіз методики геодезичних вимірювань. У ході роботи досліджено природно-економічну характеристику об’єкта. Розглянуто геопросторове забезпечення вибору траси та проєктування об'єктів енергопостачання. Рекомендовано впровадження прогресивних технологій і методів організації топографо-геодезичних робіт.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 96 pages of A4 explanatory note, including 30 figures, 12 tables, 40 references.

Keywords: TOPOGRAPHICAL AND GEODESICAL SUPPORT, POWER NETWORK LINES, GEODESICAL MEASUREMENT, DESIGN.

The object of the study is the process of topographic and geodetic support of energy infrastructure facilities at different stages of their life cycle. Subject of the study: modern methods, devices and software complexes for collecting, processing and visualizing geospatial data used during tracing, designing and conducting control and executive surveys of energy networks. The purpose of the work is to substantiate and implement a comprehensive methodology for topographic and geodetic support based on modern digital technologies to increase the accuracy and efficiency of the design and construction processes of power transmission lines. The qualification work considers the current state of geodetic support of energy facilities. The role of technology and organization of topographic and geodetic surveys is determined. The issues of engineering and geodetic control and graphic modeling of the process of building energy networks are analyzed. A review of innovative technologies in geodesy is made. A comparative analysis of the methodology of geodetic measurements is performed. The work investigated the natural and economic characteristics of the facility. The geospatial support for route selection and design of power supply facilities was considered.

РЕПО

ЗМІСТ


Вступ 7

1 Стан та перспективи геодезичного забезпечення енергетичного будівництва 9

1.1 Аналіз структури та особливостей об’єктів енергомереж як об'єктів геодезичних вишукувань 9

1.2 Огляд чинної нормативно-технічної бази для будівництва ЛЕП 13

1.3 Порівняльний аналіз традиційних методів та сучасних геодезичних технологій 18

2 Технологія та організація топографо-геодезичних вишукувань 23

3 Інженерно-геодезичний контроль та графічне моделювання процесу будівництва енергомереж 37

3.1 Геоморфологічна та кліматична характеристика району дослідження 37

3.2 Забезпечення об’єкта будівництва геодезичними даними 44

3.3 Візуалізація просторових даних земельної ділянки 53

4 Геопросторове забезпечення вибору траси та проєктування об'єктів енергопостачання 63

4.1 Технологія виконання комплексу геодезичних робіт на стадії проєктування 63

4.2 Польовий етап інженерно-геодезичних вишукувань 67


ВПГЗ

4.3 Аналітична обробка результатів вимірювань та картографічне моделювання території 77
4.4 Модернізація технологічних процесів та методів управління геодезичними роботами 85
Висновки 89
Список використаних джерел 92

ВПГЗ

# ВСТУП

**Актуальність роботи.** Сучасний стан енергетичного сектору України вимагає радикальної зміни підходів до інженерно-геодезичних вишукувань. Через масштабні руйнування та необхідність екстреного відновлення критичної інфраструктури, традиційні методи польових робіт уже не здатні забезпечити необхідну швидкість та повноту даних. Саме тому впровадження цифрових технологій стає не просто технічним оновленням, а стратегічною необхідністю.

Цифровізація енергетики передбачає відмову від статичних паперових планів на користь динамічних цифрових моделей та ГІС-систем. Сучасне проєктування ЛЕП сьогодні неможливе без точних цифрових моделей місцевості, які створюються за допомогою повітряного лазерного сканування та фотограмметрії. Це дозволяє ще на етапі розробки проєкту врахувати кожен сантиметр перепадів висот, точно розрахувати габарити провисання дротів та оптимально розставити опори, що значно економить матеріальні ресурси та кошти.

Особливого значення актуальність теми набуває в контексті відновлення пошкоджених об’єктів у стислі терміни. Використання безпілотних технологій та супутникових методів позиціонування (GNSS) дозволяє отримувати вичерпну інформацію про стан мереж навіть у важкодоступних районах або на територіях з обмеженим доступом. Окрім швидкості, такі методи гарантують безпеку персоналу, дозволяючи виконувати обміри дистанційно, без наближення до струмоведучих частин під напругою.

Таким чином, модернізація геодезичного супроводу є ключовим елементом створення інтелектуальних мереж майбутнього. Перехід до автоматизованого збору даних та формування «цифрових двійників» енергооб’єктів забезпечує надійність експлуатації енергосистеми та її відповідність міжнародним технічним стандартам, що є критично важливим для інтеграції України в європейський енергетичний простір.

**Метою роботи** є обґрунтування та впровадження комплексної методики топографо-геодезичного забезпечення на основі сучасних цифрових технологій (БПЛА, лазерного сканування та GNSS-спостережень) для підвищення точності, оперативності та ефективності процесів проєктування і будівництва ліній електропередачі.

Завдання роботи:

- проаналізувати сучасний стан геодезичного забезпечення енергетичних об’єктів;

- визначити характеристики геодезичних приладів;

- виконати порівняльний аналіз методики геодезичних вимірювань;

- дослідити природно-економічну характеристику об’єкта;

- розглянути методику послідовності великомасштабного топографічного знімання території під будівництво ЛЕП;

- розробити рекомендації з впровадження прогресивних технологій і методів організації топографо-геодезичних робіт.

Об’єкт дослідження — процес топографо-геодезичного супроводу об’єктів енергетичної інфраструктури на різних стадіях їх життєвого циклу.

Предмет дослідження — сучасні методи, прилади та програмні комплекси для збору, обробки й візуалізації геопросторових даних, що використовуються під час трасування, проєктування та проведення контрольно-виконавчих знімань енергомереж.

# 1 Стан та перспективи геодезичного забезпечення енергетичного будівництва

## 1.1 Аналіз структури та особливостей об’єктів енергомереж як об'єктів геодезичних вишукувань

Об’єкти енергетичної інфраструктури, зокрема лінії електропередачі (ЛЕП) та трансформаторні підстанції, належать до категорії складних лінійних та площинних споруд. Їхня специфіка як об’єктів геодезичних вишукувань обумовлена значною протяжністю, перетином різних ландшафтних зон та необхідністю суворого дотримання геометричних параметрів для забезпечення енергетичної безпеки.

Геодезичні роботи на таких об'єктах мають враховувати не лише топографічні характеристики місцевості, а й динамічні фактори: провисання дротів під впливом температури, вітрові навантаження та вплив електромагнітного поля на точність роботи приладів. На відміну від цивільного будівництва, енергомережі потребують безперервного моніторингу на великих відстанях, що вимагає створення високоточної опорної геодезичної мережі, яка б забезпечувала єдність вимірювань по всій довжині траси.

Просторова специфіка та лінійна протяжність.

Першою і найважливішою особливістю енергомереж як об’єктів вишукувань є їхня екстремальна лінійна протяжність. Лінії електропередачі (ЛЕП) напругою 110–750 кВ можуть простягатися на сотні кілометрів, перетинаючи декілька адміністративних районів, областей, а іноді й державних кордонів. Для геодезиста це створює проблему накопичення похибок у побудові планово-висотної основи. На відміну від будівництва окремої будівлі, де мережа локальна, при трасуванні ЛЕП необхідно враховувати кривизну земної поверхні (редукційні поправки) та працювати в єдиній державній системі координат на величезних відстанях. Кожна опора має бути точно прив’язана до траси, оскільки навіть незначне відхилення від проєктної осі на початковому етапі може призвести до порушення габаритів та виходу лінії за межі відведеного землевідводу на фініші.

Складність конструктивних елементів.

ВПЗ

Енергетичні об’єкти мають складну внутрішню структуру. З одного боку, це лінійна частина (проводи, троси, опори), з іншого — вузлові об’єкти (підстанції, розподільчі пристрої).

- Опори ЛЕП: Це не просто вертикальні конструкції, а складні ферми або багатогранні стійки. Геодезичний контроль тут включає перевірку вертикальності, орієнтації траверс відносно осі лінії та контроль мікрорельєфу під фундаменти.
- Провідникова система: Унікальною особливістю енергомереж є те, що об’єктом вимірювань є гнучкий провід, що знаходиться у підвішеному стані. Фіксація його положення (стріли провисання) є критичною для забезпечення безпеки. Геодезист повинен враховувати температуру повітря в момент замірів, оскільки через температурне розширення метал подовжується, і провід опускається нижче до землі.

Геометричні обмеження та габарити безпеки.

Вишукування для енергетики — це перш за все робота з допусками та охоронними зонами. Існують жорсткі нормативи щодо мінімальних відстаней від проводів до поверхні землі, будівель, лісових насаджень та інших інженерних комунікацій (доріг, трубопроводів). Геодезист зобов’язаний виконати детальне знімання всього коридору траси, зазвичай шириною від 20 до 100 метрів. Важливо зафіксувати найвищі точки рельєфу та всі існуючі перешкоди в зоні максимального провисання проводу. Будь-яка неточність у визначенні висотної позначки пагорба під лінією може призвести до виникнення електричного пробою та аварійного відключення цілої області.

Вплив фізичних полів та техногенних факторів.

Робота на діючих об’єктах енергетики пов’язана з впливом потужних електромагнітних полів. Це створює специфічні умови для роботи сучасного геодезичного обладнання. Наприклад, поблизу потужних трансформаторів або під ЛЕП надвисокої напруги можуть виникати перешкоди для прийому супутникового сигналу GNSS-приймачами, що змушує геодезистів комбінувати супутникові методи з традиційною тахеометрією. Крім того, існує фактор наведеної напруги на металевих інструментах, що вимагає використання діелектричних аксесуарів або

ВПЗ

безконтактних методів вимірювань. Саме тому лазерне сканування, яке дозволяє знімати об’єкт з безпечної відстані, стає пріоритетним методом у цій галузі.

Динаміка середовища та моніторинг деформацій.

Енергомережі часто проходять через зони зі складними геологічними умовами: заплави річок, схили, зони залягання ґрунтових вод або райони з активними зсувними процесами. Особливістю таких об’єктів є необхідність постійного моніторингу стабільності фундаментів опор. Будь-який крен висотної опори може призвести до зміни тяжіння проводів і, як наслідок, до руйнування цілого каскаду опор («ефект доміно»). Геодезичні вишукування в таких випадках стають циклічними: спостереження проводяться регулярно для виявлення мікродеформацій ще до того, як вони стануть критичними.

Земельно-кадастровий та правовий аспект.

Об’єкти енергетики є «важкими» об’єктами з точки зору земельного права. Оскільки лінія перетинає землі різних власників (державні, комунальні, приватні), геодезичне забезпечення включає величезний блок робіт з винесення меж землевідводів. Кожна опора має бути юридично закріплена за конкретним кадастровим номером. Геодезист формує координати поворотних точок межі охоронної зони, де заборонено будівництво та висадка дерев. Будь-яка помилка в координатах призводить до судових позовів від власників паїв або лісових господарств.

Найважливішим показником при геодезичних вишукуваннях є найменша відстань від проводів ПЛ (повітряних ліній) до поверхні землі або об’єктів, яка має дотримуватися при максимальному провисанні проводу (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Нормативні відстані (габарити) при геодезичному проектуванні та контролі ЛЕП

| **Об’єкт, до якого вимірюється відстань** | **Напруга ЛЕП до 110 кВ** | **Напруга ЛЕП 150–220 кВ** | **Напруга ЛЕП 330 кВ** | **Напруга ЛЕП 750 кВ** |
|---|---|---|---|---|
| **До поверхні землі у населеній місцевості** | 7,0 м | 8,0 м | 8,0 м | 12,0 м |

ВПЗ

| Об’єкт, до якого вимірюється відстань | Напруга ЛЕП до 110 кВ | Напруга ЛЕП 150–220 кВ | Напруга ЛЕП 330 кВ | Напруга ЛЕП 750 кВ |
|---|---|---|---|---|
| **До поверхні землі у ненаселеній місцевості** | 6,0 м | 7,0 м | 7,5 м | 10,0 м |
| **До поверхні землі у важкодоступній місцевості** | 5,0 м | 6,0 м | 6,5 м | 9,0 м |
| **До пішохідних доріжок та тротуарів** | 6,0 м | 7,0 м | 7,5 м | 10,0 м |
| **До голівки рейки залізниць (не електрифікованих)** | 7,5 м | 8,5 м | 9,0 м | 12,0 м |
| **До найвищої точки автомобільної дороги** | 7,0 м | 8,0 м | 8,5 м | 12,0 м |
| **До верхніх частин будівель (по вертикалі)** | 4,0 м | 5,0 м | 6,0 м | 10,0 м |

При проведенні польових геодезичних робіт ці параметри є визначальними. Геодезист повинен не просто зафіксувати позначку землі під лінією, а знайти критичну точку — місце найбільшого зближення проводу з об’єктом.

1. Вплив рельєфу: якщо траса проходить через пагорб або насип, геодезичне знімання має бути виконане з підвищеною деталізацією (крок знімання 1–5 метрів), щоб не пропустити локальне підвищення, яке може порушити вищевказані норми.

2. Температурна корекція: оскільки в таблиці наведені дані для максимального провисання, геодезист при виконанні замірів у зимовий період зобов’язаний вводити розрахункові поправки. Тобто фактична відстань, виміряна тахеометром у мороз, має бути значно більшою за табличну, щоб при літній спеці (коли провід розтягнеться) вона не стала меншою за критичну.

ВІГЗ

3. Перетини з комунікаціями: особлива увага приділяється місцям перетину ЛЕП з іншими лініями зв’язку або енергетики. У таких випадках геодезист фіксує «вікно» — вертикальну відстань між нижнім проводом верхньої лінії та верхнім дротом нижньої лінії. Похибка у визначенні цієї відстані навіть у 20–30 см може бути критичною.

Аналіз показує, що об’єкти енергомереж вимагають від геодезії не просто фіксації координат, а створення багатовимірної моделі складного технічного комплексу, що працює в агресивному середовищі. Поєднання лінійної протяжності, жорстких вимог до висотних габаритів, впливу електромагнітних полів та складної кадастрової структури робить енергетичне будівництво однією з найскладніших галузей для інженерно-геодезичних робіт, що обумовлює необхідність переходу від традиційних методів до автоматизованих цифрових технологій.

## 1.2. Огляд чинної нормативно-технічної бази для будівництва ЛЕП

Процес проектування, будівництва та експлуатації ліній електропередачі (ЛЕП) в Україні регулюється розгалуженою системою нормативно-правових актів. Ця база є багаторівневою та охоплює питання містобудування, енергетичної безпеки, охорони праці, земельного права та безпосередньо метрології і геодезії. Своєчасний та повний аналіз цих норм є критично важливим для геодезичного забезпечення, оскільки будь-яка невідповідність стандартам може призвести до відмови у введенні об’єкта в експлуатацію.

Загальнодержавний та законодавчий рівень.

Основою для виконання будь-яких інженерно-геодезичних робіт є Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність». Він визначає правові засади діяльності у цій сфері та встановлює державні стандарти до геодезичних мереж. Для об’єктів енергетики ключовим також є Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об’єктів». Цей документ регламентує розміри охоронних зон навколо ЛЕП та встановлює

обмеження на використання земель у межах цих зон, що безпосередньо впливає на точність та обсяги кадастрових зйомок, які виконує геодезист.

Державні будівельні норми (ДБН) та стандарти (ДСТУ).

Основний технічний фундамент геодезичних вишукувань закладено у ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва». Цей стандарт детально описує:

- Склад і обсяг інженерно-геодезичних вишукувань для різних стадій проектування (ТЕО, Проект, Робоча документація).
- Вимоги до точності створення планово-висотної основи.
- Правила знімання підземних та наземних комунікацій.

Окреме місце посідає ДСТУ Б А.2.4-6:2009 «Склад та правила оформлення робочої документації лінійних об'єктів», який визначає, як саме мають бути відображені геодезичні дані на планах та профілях ЛЕП. Ці норми вимагають від геодезиста не лише фіксації точок, а й правильної графічної інтерпретації об'єктів для сумісності з проектами інженерів-електриків.

Галузеві стандарти енергетики: ПУЕ та ГКД.

Найбільш специфічним і важливим документом для геодезиста в енергетиці є ПУЕ (Правила улаштування електроустановок). Розділ 2.5 «Повітряні лінії електропередачі напругою понад 1 кВ до 750 кВ» є базовим для визначення всіх геометричних параметрів траси. ПУЕ диктує геодезисту:

1. Нормативні відстані (габарити): Мінімально допустимі відстані від проводів до землі, будівель, інших ЛЕП, залізниць та водних об'єктів.
2. Вимоги до кутів повороту траси: Розрахунок зусиль на кутові опори залежить від точності вимірювання кутів повороту геодезичними методами.
3. Кліматичні умови: Норми ПУЕ вимагають врахування ожеледно-вітрових навантажень, що при геодезичному моніторингу вимагає фіксації фактичних стріл провисання при різних погодних умовах.

Також діють нормативні документи колишнього Міністерства енергетики та вугільної промисловості, такі як ГКД 34.20.507-2003 «Експлуатація електричних мереж. Побудова та ведення ГІС». Цей документ є особливо актуальним для теми

цифрової модернізації, оскільки він встановлює вимоги до цифрових моделей об’єктів, які збираються за допомогою сучасних тахеометрів та лазерних сканерів.

Норми точності та метрологічний контроль

Важливою частиною нормативної бази є інструкції з виконання конкретних видів робіт, наприклад, Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). Хоча документ є досить старим, він досі залишається чинним у частині вимог до середньоквадратичних помилок визначення координат і висот точок.

Для супутникових методів (GNSS) використовуються методичні вказівки щодо роботи в мережах активних референцних станцій, що регулюють використання режиму RTK (Real Time Kinematic) при створенні знімальної основи для будівництва енергооб'єктів.

Проблематика сучасної нормативної бази

Аналіз поточної ситуації показує певну невідповідність між темпами розвитку технологій та оновленням нормативів. Більшість діючих ДБН та інструкцій орієнтовані на «класичні» методи вимірювань (теодоліти, нівеліри).

- Відсутність стандартів на хмари точок: Наразі в Україні бракує чіткого державного стандарту, який би регламентував точність та формат передачі даних лазерного сканування як юридично значущого результату вишукувань.
- БПЛА та фотограмметрія: Використання дронів для проектування ЛЕП часто спирається на внутрішні інструкції приватних компаній або міжнародні стандарти (наприклад, ISO), оскільки державна база ще не повністю адаптувала процедури сертифікації таких даних для критичної інфраструктури.

Перспективи гармонізації з міжнародними стандартами

У зв’язку з курсом на інтеграцію української енергосистеми до європейської мережі ENTSO-E, відбувається поступова адаптація національних норм до стандартів IEC (International Electrotechnical Commission) та CENELEC. Це стосується впровадження BIM-технологій (ISO 19650), де геодезичне забезпечення розглядається як створення інтелектуальної цифрової основи для всього життєвого циклу об’єкта.

Перелік основних нормативно-правових актів та національних стандартів у сфері енергетичного будівництва:

1. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» — визначає правові, економічні та організаційні засади діяльності у сфері геодезії.

2. Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об’єктів» — регулює правові умови відведення земель та встановлення охоронних зон ЛЕП.

3. ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва» — головний документ, що регламентує склад, обсяг та методику проведення геодезичних робіт.

4. ДБН В.2.5-16:2011 «Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж» — встановлює нормативи площ під опори та підстанції, що необхідно для кадастрових робіт.

5. ПУЕ:2017 «Правила улаштування електроустановок» — ключовий галузевий документ, що визначає всі геометричні вимоги до габаритів та конструкцій ЛЕП.

6. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 «Склад та правила оформлення робочої документації лінійних об'єктів» — стандарт, що визначає вимоги до креслень, планів та поздовжніх профілів трас.

7. ДСТУ ISO 19650-1:2020 «Організація та цифровізація інформації щодо будівель та інженерних споруд, включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM)» — базовий стандарт для впровадження цифрових двійників енергомереж.

8. ДСТУ 8724:2017 «Геодезія. Терміни та визначення понять» — встановлює єдину термінологію для наукової роботи.

9. ГКНТА-2.04-02-98 «Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» — визначає технічні допуски та вимоги до точності координат і висот.

10. ГКНТА-1.04.01-99 «Основні положення створення державної геодезичної мережі України» — регламентує вимоги до створення опорних мереж, від яких ведеться будівництво ЛЕП.

11. ГКД 34.20.507-2003 «Експлуатація електричних мереж. Побудова та ведення ГІС» — галузевий стандарт щодо формування цифрових просторових баз даних енергооб'єктів.

12. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» — встановлює вимоги безпеки, зокрема допустимі відстані від геодезичних приладів до частин під напругою.

13. ДСТУ Б В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві. Допуски» — визначає граничні відхилення при винесенні проекту в натуру та монтажі конструкцій.

14. ДСТУ 9121:2021 «Безпілотні авіаційні системи. Терміни та визначення понять» — новий стандарт, необхідний для легалізації використання БПЛА у вишукуваннях.

15. Постанова Кабінету Міністрів України № 209 «Про затвердження Правил охорони електричних мереж» — регламентує режим використання земель у межах геодезично встановлених охоронних зон.

Чинна нормативно-технічна база України забезпечує необхідний мінімум точності та безпеки, проте вона потребує суттєвої модернізації в частині легалізації цифрових методів збору даних. Для успішної реалізації проекту дипломної роботи необхідно керуватися поєднанням класичних вимог ПУЕ та ДБН із сучасними світовими практиками цифрового моделювання інженерних споруд.

## 1.3 Порівняльний аналіз традиційних методів та сучасних геодезичних технологій

Традиційні методи геодезичного забезпечення, що базуються на використанні електронних тахеометрів та геометричного нівелювання, тривалий час залишалися

стандартом галузі. Вони забезпечують високу точність окремих точок, проте мають суттєві недоліки: низьку швидкість при роботі на великих площах, високу вартість людино-годин та небезпеку для персоналу під час вишукувань поблизу діючих енергоустановок.

На зміну їм приходять сучасні технології, що кардинально змінюють продуктивність праці:

- супутникові методи (GNSS): використання мереж активних базових станцій у режимі RTK дозволяє отримувати координати в реальному часі з сантиметровою точністю, що в рази прискорює створення розбивочної основи.
- лазерне сканування (наземне та повітряне): дозволяє отримати мільйони точок вимірювань за лічені хвилини, фіксуючи повну геометрію об’єкта (опори, ізолятори, провисання дроту) без фізичного контакту з ними.

Традиційні методи базуються на використанні електронних тахеометрів та методів геометричного нівелювання. Головною особливістю цих методів є дискретність вимірювань: геодезист самостійно обирає «характерні» точки місцевості (пікети), які, на його думку, найкраще описують рельєф та споруди.

Переваги традиційних методів:

- Висока точність вимірювання окремих векторів (до міліметрів).
- Незалежність від супутникового сигналу та щільної забудови (можливість роботи в цехах підстанцій).
- Пряма відповідність більшості застарілих нормативних інструкцій.

Критичні недоліки:

- Низька інформативність: між знятими точками (пікетами) рельєф інтерпулюється математично, що може призвести до пропуску важливих деталей (наприклад, невеликого горба, який порушує габарит ЛЕП).
- Трудомісткість: для зйомки 1 км траси тахеометром у складних умовах потрібен повний робочий день бригади.
- Людський фактор: ризик помилки при веденні абрису або неправильному виборі точок.

Супутникові технології (GNSS): швидкість та мережева єдність. Впровадження глобальних навігаційних супутникових систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou) зробило революцію у створенні опорних мереж для ЛЕП. Найбільш ефективним у 2026 році є метод RTK (Real Time Kinematic) — кінематика в реальному часі.

Порівняльний аспект: на відміну від традиційної полігонометрії, де потрібно забезпечити пряму видимість між пунктами, GNSS дозволяє розвивати мережу на відстані десятків кілометрів без необхідності рубати просіки в лісах. Це скорочує термін створення розбивочної основи для енергомереж на 70-80%.

Однак, супутникові методи мають обмеження: вони вимагають відкритого небосхилу. У густому лісі або серед щільних металоконструкцій підстанцій точність різко падає, що вимагає комбінування GNSS з тахеометрією.

Наземне та повітряне лазерне сканування (TLS/ALS). Лазерне сканування представляє нову концепцію — «хмару точок». Замість 100 пікетів на ділянці, сканер отримує мільйони точок за лічені хвилини.

Наземне сканування (TLS) незамінне при реконструкції підстанцій. Воно дозволяє створити ідеальну цифрову копію складних порталів, трансформаторів та систем шин. Точність сканування дозволяє виявити деформації опор, які непомітні неозброєним оком.

Повітряне лазерне сканування (LiDAR) встановлюється на БПЛА. Це «золотий стандарт» для вишукувань ЛЕП. Лазерний промінь здатний проходити крізь листя дерев, що дозволяє отримати справжню цифрову модель рельєфу (ЦМР) навіть у лісистій місцевості, а також точно зафіксувати стрілу провисання кожного проводу в прольоті.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) та фотограмметрія. БПЛА стали найбільш мобільними та дешевими засобами модернізації вишукувань. Сучасні дрони з RTK-модулями дозволяють отримувати ортофотоплани з роздільною здатністю 1-2 см на піксель.

Порівняння з наземним зніманням:

1. Охоплення: дрон за один політ (20-30 хв) знімає територію, яку бригада з тахеометром обходила б тиждень.

2. Візуалізація: замість сухого креслення проектувальник отримує деталізовану 3D-модель з текстурами, де видно стан ізоляторів, наявність сміття чи сторонніх об'єктів в охоронній зоні.

3. Безпека: відпадає потреба геодезисту підніматися на круті схили або заходити в небезпечні зони.

Для наочності порівняння основних методів наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Зведена порівняльна таблиця характеристик основних методів

| **Характеристика** | **Електронна тахеометрія** | **GNSS (RTK)** | **Лазерне сканування** | **Аерофотознімання (БПЛА)** |
|---|---|---|---|---|
| **Швидкість збору даних** | Низька | Середня | Висока | Дуже висока |
| **Деталізація об’єкта** | Точкова (дискретна) | Точкова | Суцільна (хмара точок) | Суцільна (фотомодель) |
| **Точність (план/висота)** | 2–5 мм | 10–20 мм | 5–10 мм | 30–50 мм |
| **Вплив рослинності** | Заважає | Не впливає (на відкритому) | Проникає (LiDAR) | Не проникає |
| **Потреба в абрисі** | Обов'язкова | Обов'язкова | Не потрібна | Частково |
| **Вартість обладнання** | Низька | Середня | Дуже висока | Середня/Висока |

Економічна ефективність та перспективи впровадження.

Хоча вартість комплекту для лазерного сканування або професійного дрона може в 5–10 разів перевищувати ціну тахеометра, загальна економіка проєкту змінюється на користь сучасних технологій:

- зменшення витрат на польовий етап: замість 3-х осіб у бригаді достатньо 1-го оператора БПЛА;

- мінімізація помилок проєктування: завдяки суцільній деталізації виключаються ситуації, коли при монтажі опор виявляється неврахована комунікація чи складка рельєфу;

- інтеграція в BIM: дані сканування є готовою основою для будівельного інформаційного моделювання, що є стандартом 2026 року.

Традиційні методи геодезії не зникають, але змінюють свою роль — вони стають допоміжними для точної прив’язки та контролю на складних вузлах. Основним вектором розвитку є перехід до дистанційних, високопродуктивних методів (БПЛА та LiDAR), які забезпечують створення «цифрового двійника» енергетичної мережі. Це дозволяє не лише якісно спроєктувати об’єкт, а й ефективно керувати ним протягом усього періоду експлуатації.

## 2 Технологія та організація топографо-геодезичних вишукувань

Сьогодення диктує тенденції розвитку топографо-геодезичної та картографічної діяльності обумовлюються розвитком інформаційних технологій, особливо, глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) визначення місцезнаходження об'єктів, аерокосмічних систем високої роздільної здатності для отримання інформації про Землю, створення високопродуктивних засобів отримання просторової інформації про Землю в режимі реального часу на основі систем оптико-електронного сканування місцевості, супутникової радіолокації, неметричні фотокамери, піктографічне знімання для створення реалістичних моделей місцевості, лазерної локації наземного та повітряного базування, цифрового аерофотознімання включаючи безпілотні літальні апарати, цифрових методів обробки зображень та геопросторової інформації, широкого використання геоінформаційних систем і телекомунікаційних технологій як основного засобу забезпечення доступу суспільства до геопросторових даних та інформації.

Даний вплив інформаційних технологій на розвиток топографо- геодезичної та картографічної діяльності визначив необхідність переходу від інфраструктури картографічного виробництва до розбудови інфраструктур геопросторових даних.

Наземні методи знімання. До сучасних наземних методів топографічних знімань відносяться:

- горизонтальні та вертикальні знімання: планові, висотні, планово-висотні;
- наземна фотограмметричне знімання та лазерне сканування;
- тахеометричне знімання;
- знімання за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС);
- мобільні картографічні системи та інерціальні навігаційні системи.

Горизонтальні, вертикальні та тахеометричне знімання. Сучасні моделі високоточних електронних та роботизованих теодолітів, тахеометрів, нівелірів дозволяють відповідно виконувати кутові вимірювання з точністю до $0{,}5^{//} – 1^{//}$, $2^{//}$, вимірювання відстаней до 1 міліметра чи кількох міліметрів на один кілометр та

ВГЗ

вимірювання перевищенн на 1 км подвійного ходу від 0,3 до 1 мм в залежності від виду рейки, що використовується. Безумовно, це впливає на величини допусків при розвитку знімальних геодезичних мереж та при всіх видів тахеометричних знімань.

Знімання за методами ГНСС. Розвиток глобальних супутникових геодезичних систем (ГНСС) типу GPS (США), ГЛОНАСС (Росія) та нових Бейдоу (Китай), Galileo (Європейський Союз), IRNSS (Індійська), QZSS (Японська) здійснило революцію в геодезичних методах вимірювань. ГНСС – інфраструктура, яка включає плеяду орбітальних супутникових станцій з глобальним покриттям, які працюють у поєднанні з мережею наземних станцій і супутникових систем диференціальної корекції дозволяє визначати географічне положення, відстань, напрям, швидкість руху і місцевий час приймача-користувача в будь-якому місці земної поверхні чи в повітрі за допомогою опрацювання сигналів отриманих від супутників у космосі. Особливої уваги заслуговує кінематичне знімання у режимі реального часу (Real Time Kinematic – RTK) та кінематичної постобробки (Post-Processed Kinematic – PPK), оскільки ці методи дозволяють виконувати знімання великої кількості точок за менший відрізок часу з горизонтальною точністю 1 см + 2 ppm та вертикальною 2 см + 2 ppm. Розвитку цих методів сприяє розбудова в Україні мереж активних перманентних станцій ГНСС [8].

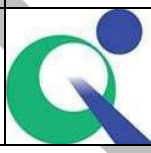
В Україні технологічне обладнання та програмний продукт для забезпечення визначення координат у RTK режимі є на сучасному рівні.

Створено п’ять окремих сервісів для передачі поправок у реальному часі (Zakpos, СКНЗУ, TNT-TPI, System-net, Geoterrace). Кожна з них використовує спеціальне програмне забезпечення фірм Leica, Trimble, Topcon та наземні GNSS станції. Мережа Zakpos та System-net повністю автоматизовані.

Системи супутникової навігації представлена в таблиці 2.1.

ВПЗ

Таблиця 2.1 - Система супутникової навігації

| № | Супутникова система | Логотип | Посилання |
|---|---|---|---|
| 1 | **GPS** Американська супутникова система |  | https://www.gps.gov |
| 2 | **Galileo** Європейська супутникова система |  | https://galileognss.eu |
| 3 | **ГЛОНАСС** Російська супутникова система |  | https://www.glonass-iac.ru/en/ |
| 4 | **Beidou** Китайська супутникова система |  | http://en.beidou.gov.cn |
| 5 | **QZSS** Японська супутникова система |  | https://qzss.go.jp/en/ |

Комбіновані методи створення знімальних мереж та наземних знімань. Поєднання електронних тахеометрів з ГНСС (Smart Station) спричинило потребу в значній зміні до самих підходів проектування схем геодезичних знімальних мереж. Комп'ютерне оброблення геодезичних мереж повністю перейшло на застосування строгих параметричних методів вирівнювань з визначенням повних кореляційних матриць та тотальною оцінкою точності всіх елементів мережі. Традиційна побудова геодезичних мереж методами полігонометрії, тріангуляції, трилатерації зазнала трансформації у побудову

ВТЗ

лінійно-кутових мереж у поєднанні з вимірюваннями методами ГНСС. Це потребує кардинальних змін у розробленні схем розвитку знімальних геодезичних мереж, перегляду всієї точнісної моделі та допусків до них.

Українська постійнодіюча ГНСС-мережа складається зі станцій, що входять до державних, міжнародних та комерційних мереж (станом на 2021 р.):

- ГНСС-станції Головної астрономічної обсерваторії НАН України;
- ГНСС-станції мережі System.NET, спостереження яких надсилаються до IGS та EPN Операційним центром ГАО НАН України;
- ГНСС-станції Системи координатно-часового і навігаційного забезпечення України, спостереження яких надсилаються до EPN Операційним центром ГАО НАН України.
- ГНСС-станції, які вже не знаходяться під управлінням ГАО [8].
- ГНСС-станції, які демонтовано або зупинено.

Станом на 10 листопада 2021 р. активних українських ГНСС-станцій становить 417 [8].

Методи наземної фотограмметрії. Технологія наземного фототеодолітного знімання, яка широко використовувалась для отримання топографічних планів місцевості (особливо для відкритих місцевостей зі складними формами рельєфу) у заданому масштабі, при архітектурних обмірах пам’ятників історії та культури поступається відносно новій технології наземного лазерного сканування (НЛС) та комбінації цифрової фотограмметрії з НЛС (рисунок 2.1).

ВІТЗ

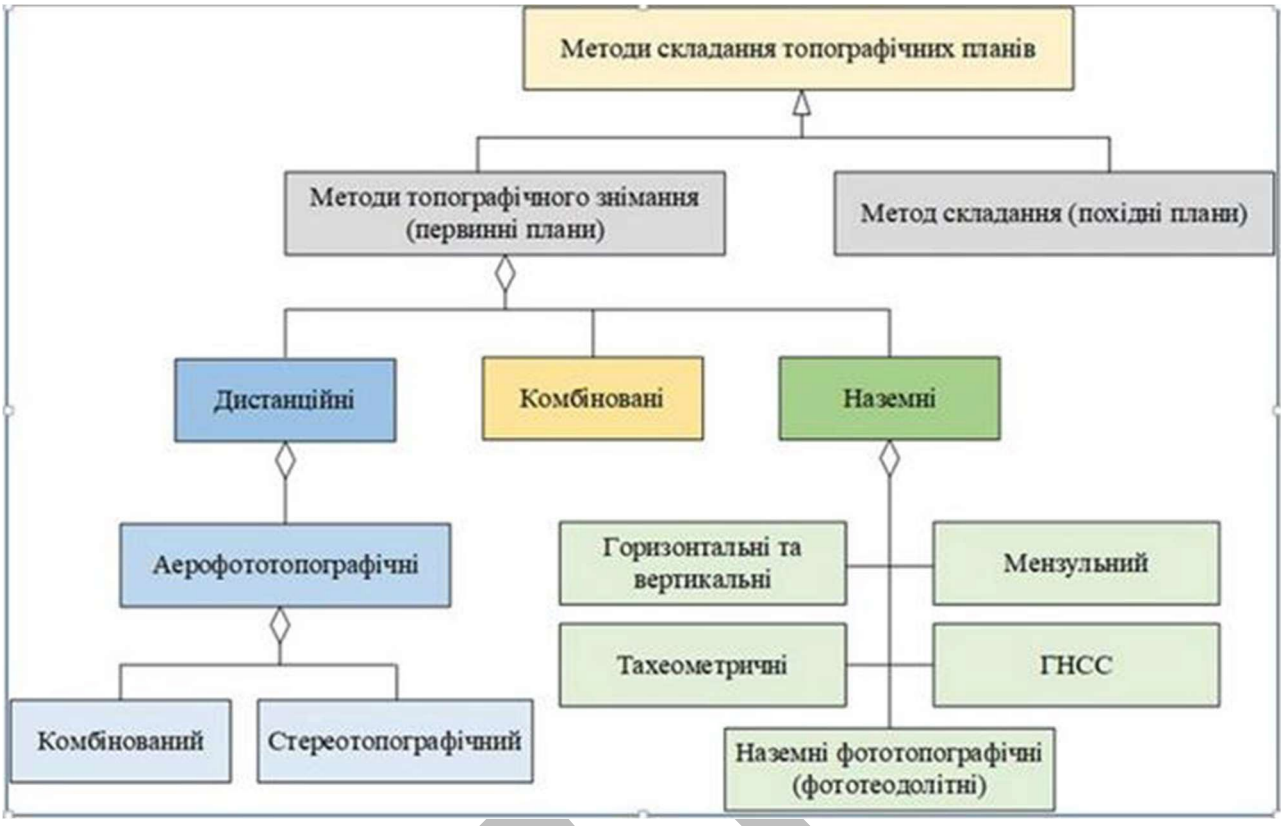



Рисунок 2.1 - Схема створення топографічних планів

Методи наземного лазерного сканування та мобільні картографічні системи. Методи наземного лазерного сканування відомі з початку 90-х років минулого століття, потужно розвиваються останні десять років і полягають у вимірюванні з високою швидкістю відстаней від сканера до точок об'єкта та реєстрації відповідних напрямків (вертикальних і горизонтальних кутів), тож величини, що вимірюються аналогічні як і при тахеометричному зніманні. Проте на відміну від останнього результатом роботи наземного лазерного сканування є хмара точок (тривимірне зображення – скан) всього об’єкта, а не окремо виміряні точки. Тому в результаті наземного лазерного сканування отримуються надлишкові виміри, для опрацювання і зберігання яких необхідні потужні комп’ютерні ресурси [9].

За призначенням метод НЛС поділяють на: системи мобільного лазерного сканування, які застосовують для сканування лінійних об’єктів (тунелів, залізниць, автодоріг) та системи стаціонарного лазерного

ВП

сканування, які використовуються (залежно від значення відстані) для вирішення багатьох прикладних завдань, таких як моніторинг, топографічне знімання, в промисловості, цивільному будівництві, відтворенні об'єктів тощо. Система мобільного лазерного сканування є різновидом мобільної системи картографування (МСК – з англ. Mobile Mapping System). МСК складається з наступних блоків:

- лазерних сканерів або цифрових камер для визначення координат об'єктів інфраструктури;
- ГНСС та інерційної навігаційної системи (ІНС) для орієнтування мобільної картографічної системи. ІНС забезпечує високоточне орієнтування МСК в тих випадках, коли неможливе використання ГНСС (тунелі, щільна забудова).

Мобільною платформою основних блоків може бути автомобіль або безпілотний літальний апарат (БПЛА). Точність геопросторових даних отриманих в результаті мобільного лазерного сканування при створенні автомобільних ГІС коливається від десятка сантиметрів до метра, а при скануванні залізничних колій досягає від декількох міліметрів до сантиметрів. Поєднання методів цифрової фотограмметрії та наземного лазерного сканування стало можливим завдяки досягненням в приладобудуванні. Серед сучасних приладів, які об'єднують кілька методів збирання геопросторових даних можна відмітити:

- наземні лазерні сканери з інтегрованою цифровою камерою (та на додаток інколи з відеокамерою);
- електронні роботизовані тахеометри з функцією сканування;
- електронні роботизовані фототахеометри з функцією сканування;
- наземні лазерні сканери з окремою цифровою камерою;
- мобільні картографічні системи.

ВІТЗ

МКС поєднує методи наземної фотограмметрії, наземного лазерного сканування, ГНСС та інерційних навігаційних систем. Сучасні електронні роботизовані тахеометри, лазерні трекери можна вважати простим 3D лазерним сканером, які призначені для вимірювання одиничних точок. Зазначені методи вимірювання можуть бути об'єднані, використовуючи переваги кожного. Лазерні сканери та тахеометри можуть бути оснащені цифровими камерами для отримання справжніх кольорових зображень вимірюваного об'єкта або для опрацювання зображень, наприклад, автоматичного вимірювання цілей або реконструкції поверхні за допомогою опрацювання стереозображень. Також 3D хмари точок, отримані в результаті наземного лазерного сканування можуть бути об’єднані з інформацією зображення різними способами, наприклад, для візуалізації, ідентифікації і вимірювання точок об'єкта, створення ортофотопланів або з метою реєстрації[8].

Дистанційні методи знімання. Вдосконалення технологій збирання геопросторових даних можна відзначити не тільки як у наземних, так і дистанційних зніманнях: аерофотограмметрії та космічному зніманні з високою роздільною здатністю, завдяки чому рівень точності оперативності та отриманих даних зростає. Залежно від висоти знімання території вирізняють: космічне, аерознімання та знімання безпілотними літальними апаратами (БПЛА – unmanned aerial vehicles (UAVs) [9].

Традиційно до дистанційних або аерокосмічних методів відносяться ті методи, які дозволяють отримати інформацію про об’єкти земної поверхні, явища і процеси з космосу чи повітря і ґрунтуються на неземній реєстрації електромагнітного випромінювання земної поверхні в різних діапазонах спектра [4]. Ці методи можна класифікувати: за методами знімання і аналізу даних, за способом одержання даних та за типом сенсора. До методів знімання і аналізу даних належать: стереознімання, багатозональне,багаточасове, багаторівневе, багато поляризоване знімання, комбінований та дисциплінарний методи, – які детально описані в праці.

За способом одержання даних методи поділяються на:

- І. Фотографічні знімання виконуються переважно кадровими (існують ще панорамні і щілинні) аерокосмічними фотографічними знімальними системами у видимому та близькому інфрачервоному діапазоні. В результаті створюються чорно-білі, кольорові, спектрозональні і багатоспектральні фотозображення на

засадах центрального проектування. Фотографічні зображення мають високе розрізнення і використовуються для створення ортофотопланів, топографічних планів у великих і середніх масштабах.

- II. Аерофотознімання – один з елементів технології картографування, яка передбачає комп'ютерне опрацювання аерофотознімків, які попередньо сканують на фотограмметричному сканері з високого розрізнення. Недоліком фотографічного знімання є низька оперативність отримання інформації. У космічному зніманні фотографічні знімальні системи замінили сканувальні системи на ПЗЗ-пристроях, радіолокаційні та інші види систем[8].
- III. Телевізійні знімання переважно кадровими знімальними системами (у видимому та близькому інфрачервоному діапазоні), що відтворюють зображення земної поверхні в режимі реального часу як на екрані приймача, так і з магнітних цифрових записів на засадах центрального проектування. Телевізійні зображення мають невисоке просторове розрізнення, тому їх переважно використовують для швидкого оцінювання явищ та процесів, спричинених надзвичайними ситуаціями природного і техногенного характеру.
- IV. Оптико-електронні знімання виконуються матричними, лінійковими цифровими знімальними системами, а також багато спектральними і гіперспектральними сканерами (приймачами сигналів є пристрої із зарядовим зв'язком – так звані ППЗ), розміщених на космічних літальних апаратах та літаках, в оптичному та інфрачервоному діапазоні до 14 мкм. Цифрові зображення будуються оптичним способом у межах ПЗЗ лінійки або матриці на засадах центрального проектування. Якщо використовують ПЗЗ-лінійки, то зображення будується у межах рядка на засадах центрального проектування вздовж рядка. Цифрові зображення отримуються в режимі реального часу і відрізняються високим просторовим розрізненням, що дозволяє їх використовувати для вирішення багатьох прикладних завдань.
- V. Оптико-механічне знімання або сканування виконуються оптико-механічними та багатоспектральними сканерами, інфрачервоними (сканувальними радіометрами), матричними та лінійковими знімальними системами в оптичному, середньому та дальньому інфрачервоному діапазоні. На відміну від фотографічних, телевізійних та оптико-електронних систем, в яких зображення будується в кадрі одночасно, у сканувальних знімальних системах спочатку сканується об'єкт, елементи зображення отримують послідовно, після чого вони приводяться у формат кадру. Панорама зображення складається з рядків і отримується в результаті лінійного проектування, конічної розгортки, панорамної розгортки, в дуже рідкісних випадках застосовується центральне проектування і центральне проектування вздовж рядка.
- VI. Інфрачервоні (теплові) знімання виконуються інфрачервоними аерокосмічними знімальними системами, тепловізорами, сканувальними радіометрами в середньому та дальньому інфрачервоному діапазоні спектра. Зображення створюються за рахунок власного випромінювання об"єктів і частково відбитого від них інфрачервоним випромінюванням інших джерел на засадах панорамного проектування. Перевагою цих знімань є можливість застосовувати їх як в денний так і в нічний час доби. Хоча знімки, які отримані в

ВПЗ

нічний період доби правдивіше характеризують теплове зображення об’єктів, тому що значна кількість відбитого випромінювання вдень значно зменшує теплове зображення. Результати знімання можна використовувати не лише для розпізнавання об’єктів, а й для вивчення динаміки процесів і явищ (розвиток міст, в завданнях охорони довкілля) завдяки додатковим дешифрувальним можливостям. Зокрема інфрачервоні зображення мають значні переваги над іншими знімками щодо дешифрування гідрографічних мереж (чітко виокремлюються берегові лінії, теплові неоднорідності водної поверхні тощо), також при вивченні дна шельфу.

- VII. Радіотеплові знімання виконуються в міліметровому діапазоні радіохвиль мікрохвильовими радіометрами (відносяться до пасивних знімальних систем), які фіксують радіотеплове випромінювання землі. Перевагами цього виду знімання є можливість отримання зображення навіть через хмари, снігове, льодовикове покриття, вдень і вночі. Недоліком цього виду знімання є отримання зображень з порівняно низьким просторовим розрізненням: сотні й десятки метрів за авіаційного знімання та кілометри в разі космічного знімання. Зображення отримується в результаті лінійного проектування та конічної згортки. Результати радіотеплових знімань використовують для дослідження стану забруднення вод, геологічного картографування, дослідження стану морів і океанів, в навігації, стану снігового покриву та інших галузях науки і економіки. Також радіотеплові зображення можуть бути корисними під час розпізнавання об’єктів з низькими температурами.
- VIII. Лазерне сканування відносяться до активних методів зондування та виконуються лазерними знімальними системами, які встановлюють на борту літака, аероплану, гелікоптеру, безпілотних літальних апаратів, у видимому та близькому інфрачервоному діапазоні. Зображення земної поверхні одержують у вигляді хмари точок земної поверхні за рахунок відбитого випромінювання від поверхні землі. Методика відзначається високою продуктивністю та ґрунтується на лазерному вимірюванні від відстані до приладу до точки на місцевості, координати якої визначаються увибраній системі координат. Лазерне сканування застосовують з метою побудови цифрових моделей рельєфу навіть для важкодоступних та недоступних територій, за наявної рослинності та несприятливих погодних умов, створення ортофотозображень та мозаїк, картографування територій та в завданнях оцінювання явищ та процесів, спричинених надзвичайними ситуаціями природного і техногенного характеру. До переваг методу відносять: незалежність від погоди і освітленості, висока продуктивність при менших фінансових витратах в порівнянні з іншими методами, такими як традиційний фотограмметричний.
- IX. Радіолокаційні знімання виконуються в сантиметровому або метровому діапазоні радіохвиль за допомогою радіолокаційних систем бічного огляду та радіолокаційних систем з синтезованою апертурою (відносяться до активних знімальних систем). Зазначені системи є сканувальними пристроями, в

ВПО

яких сканування відбувається по один бік від носія перпендикулярно до лінії польоту, тому щоб зняти дві смуги відносно траєкторії польоту необхідно встановити дві антени. Перевагами знімання є можливість отримання зображень в умовах, коли об’єкти закриті хмарами, туманом, димовими завісами тощо в будь-який час доби. Зображення отримується в результаті тангенціальної розгортки. Застосовують в завданнях екологічного моніторингу, визначення деформацій земної поверхні та для побудови цифрових моделей рельєфу[10].

За типом сенсора аерокосмічні методи поділяються на активні і пасивні. При активному зондуванні використовується вимушене випромінювання об'єктів, ініційоване штучним джерелом спрямованої дії; при пасивному використовується власне, природне відбите або вторинне випромінювання об'єктів на поверхні Землі, обумовлене сонячною активністю.

До пасивних відносять: аерофотознімання, гіперспектральні та мультиспекральні знімання, знімання з безпілотних літальних апаратів. При чому БПЛА впевнено завойовують популярність серед виробників геопросторових даних завдяки відносно недорогої вартості знімального обладнання та великої швидкості отримання і опрацювання даних на території інтересу для створення: ортофотопланів, 3-D моделей місцевості і рельфу, крупномасштабних топографічних планів тощо.

До активних відносять лазерне сканування (LIDAR) та радіолокаційне знімання (Radar), яке в свою чергу поділяється на: радіолокаційне знімання за допомогою системи бічного огляду з реальною антеною (SideLookingAirborneradar – SLAR), радіолокаційне знімання за допомогою системи із синтезованою апертурою антени (Synthetic-aperturеradar – SAR), інтерферометрію (InSAR) [8].

Радіолокаційне знімання за допомогою системи бічного огляду з реальною антеною (РБО) використовувалося для геологічних, геоморфологічних досліджень та для картографування тих регіонів, які завжди закриті хмарами. Ці знімання з часом замінили радіолокаційні знімання за допомогою системи із синтезованою апертурою антени (РСА). РСА формують зображення, зондуючи поверхню когерентними надвисокочастотними радіосигналами та приймаючи відбите випромінювання послідовно, за траєкторією польоту носія.

Спосіб побудови зображення дозволяє істотно збільшити просторове розрізнення зображень до метрів на земній поверхні.

ВІЗ

Метод інтерферометрії ґрунтується на використанні пари радіолокаційних зображень і заснований на різниці фаз двох чи більше відбитих від поверхні землі когерентних радіолокаційних сигналів з метою отримання точної інформації про рельєф та невеликі зсуви об'єктів місцевості[10].

Інтерферометрія поділяється на: однопрохідну інтерферометрію, двопрохідну, диференціальну, які відрізняються лише технологією сканування для отримання пари радіолокаційних зображень. Дані отримані в результаті такого знімання відносяться до класу середньої розрізненості і не використовують для топографічного картографування, проте в 2000-х роках в результаті виконання топографічного проекту Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) було отримано цифрову модель рельєфу Землі з точністю 30 м[12].

Методика диференціальної інтерферометрії показує дивовижну перевагу в моніторингу землетрусів, вулканів, зсувів та інших поверхневих деформацій, але при моніторингу повільної деформації поверхні, наприклад, осідання поверхні міста, вона зазнає впливу часової декореляції, космічної декореляції і атмосферної затримки. Тому для вирішення цієї проблеми в 1999 році з'явилися PSI методи, першим з них був метод інтерферометрії стійких відбивачів (Permanent Scatterer SAR Interferometry – PSInSAR), обґрунтований і запатентований Міланським технічним університетом. Цей іноваційний метод є похідним від методу диференціальної інтерферометрії. Методика PSInSAR – це методика часових рядів при якій додається кількість часу для кожної радарної цілі. Метод PSInSAR використовує багато зображень SAR, мінімум 20-25 знімків, що охоплюють одну і ту ж територію, при цьому атмосферні та орбітальні помилки по-суті усунені. Чим більша кількість зображень, тим надійніші результати. Одне із зображень вибирається як основне зображення, інші стають підпорядкованими зображеннями для уточнення інформації на основному зображенні і виправлення помилок. Тоді на прийнятій вибраній моделі вибирають достатню кількість точок, так званих, стійких відбивачів (point-wise permanent scatterers – PS це переважно штучні споруди, будівлі, металеві предмети, пілони, антени, відкриті гірські породи), які мають високу відбивну здатність і використовуються в ролі стійких відбивачів радарного

ВГЗ

сигналу. Результатом проведення аналізу фаз точок стають деформації PS точок. У кінці використовується метод інтерполяції для визначення деформації всієї досліджуваної території. В даний час, методика PSInSAR широко застосовується лише для моніторингу осідання поверхні в містах, оскільки отримують деформації поверхні з точністю до міліметрів[16].

Для виявлення деформацій земної поверхні незабудованих територій було винайдено метод SqueeSAR, який є вдосконаленим методом PSInSAR. В аналізі приймають участь як PS точки, які відповідають техногенним об'єктам, так і точки розподілених відбивачів (distributedscatterers – DS), які відповідають однорідним поверхням, селевим потокам, необробленим землям, пустельним районам тощо. Цей підхід забезпечує додаткові дані в умовах низького відбивання в однорідних областях. Деформація поверхні методом SqueeSAR визначається з точністю до міліметрів. Недоліком цього методу є те, що супутникові сигнали не повертаються ділянками зі значним рослинним покривом, отже, немає даних деформацій земної поверхні.

Opensource та crowsourcing технології збирання геопросторових даних.

До відкритих геопросторових даних, які можуть бути використаними для вирішення топографічних завдань, які збираються або оновлюються методом crowsourcing (краудсорсинг) належать такі відомі проекти як: Open Street Map, GeoNames, Geo-wiki, Ushahidi, Waze та ін. Деякі з них створюються на основі використання мобільних картографічних систем та оновлюються застосуванням відносно недорогих супутникових пристроїв для визначення координат місцеположення об'єктів, розвитку мобільного зв'язку та появі функції геолокації в смартфонах. Тому кожен користувач смартфона, під'єднаному до мережі Інтернет може стати добровільним збирачем даних (волонтером) для вище перерахованих проектів відкритих даних [8]. Таким чином використання відкритих геопросторових даних та їх оновлення методами краудсорсинг по суті справи постійно діючою системою моніторингу характеризується високим рівнем актуальності та достовірністю. Точність відкритих даних потребує ретельної перевірки, про що необхідно зазначати в метаданих про них. Високий рівень розвитку і використання

ВІПЗ

відкритих даних став настільки великий, що вже не можна з ним не рахуватися [18].

Огляд наземних, дистанційних методів, opensource та crowsourcing технологій збирання геопросторових даних показує, що чинна нормативна документація в топографо-геодезичній та картографічній галузі ідеологічно та технологічно виявляється застарілою. Рівень розвитку і застосування сучасних технологій збирання геопросторових даних значно випереджає нормативну базу щодо них в Україні. Зважаючи на сучасне різноманіття зазначених вище методів збирання геопросторових даних, постає питання дослідження технологічних схем, точності, достовірності та оперативності знімань для перегляду нормативно-технічної документації забезпечення топографічного картографування, продукція якого б відповідала сучасним досягненням розвитку геоінформаційних технологій, вимогам і потребам інформаційного суспільства.

На сьогоднішній день топографічна зйомка виконується такими методами:

- наземним;
- дистанційним;
- комбінованим.

Наземна топографічна зйомка включає:

- тахеометричну зйомку;
- зйомку методами ГНСС;
- наземне лазерне сканування;
- фототеодолітну зйомку.

Дистанційна топографічна зйомка включає:

- аерофототопографічну зйомку та зйомку з використанням безпілотних літальних апаратів;
- авіаційне лазерне сканування;
- космічну зйомку.

ВІПЗ

# 3. Інженерно-геодезичний контроль та графічне моделювання процесу будівництва енергомереж

## 3.1 Геоморфологічна та кліматична характеристика району дослідження

Роботи по інженерно-геодезичним вишукуванням виконуються для проектування майданчика тимчасової замірно-сепараційної установки (далі ТЗСУ) Миролюбівської площі, лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області.

З 10.12.2020 року Лозівська міська територіальна громада з адміністративним центром в місті обласного значення Лозова та утвореними 19 старостинськими округами має:

- населення 90606 чоловік;
- населених пунктів 91;
- площу території 1424,9 км$^2$;
- 45 закладів освіти та 57 закладів культури [38].

Лозова – місто обласного значення Харківської області. Площа складає 18,1 км$^2$. Тут мешкають понад 67,6 тис. чоловік. Це одна з найбільших станцій України. Провідна галузь економіки міста – промисловість, яка представлена підприємствами машинобудування, обробки металу та підприємствами переробної галузі[49].

Чисельність наявного населення Лозівської міської територіальної громади станом (офіційні статистичні дані на 01.01.2020р.) – 90606 чол. (3,0% від населення Харківської області). Міське населення – 71518 чол. (78,9%), сільське населення – 19088 чол. (21,1%) [38].

Лозова місто обласного значення Харківської області, адміністративний центр Лозівської міської територіальної громади,

ВІТЗ

розташоване в її південній частині. Територія міста складає 0,057% території Харківської області. Відстань від міста Лозова до обласного центру м. Харкова – 150 км, до столиці України м. Києва – близько 500 км. На півночі межує з Первомайською громадою, на північному сході – Балаклiївський район, на півдні і південному заході – Близнюківський район, на сході – Сахновщанський райони Харківської області і на південному заході – Павлоградський район Дніпропетровської області [38].

Схема розташування Лозівської міської територіальної громади представлено на рисунку 3.1.

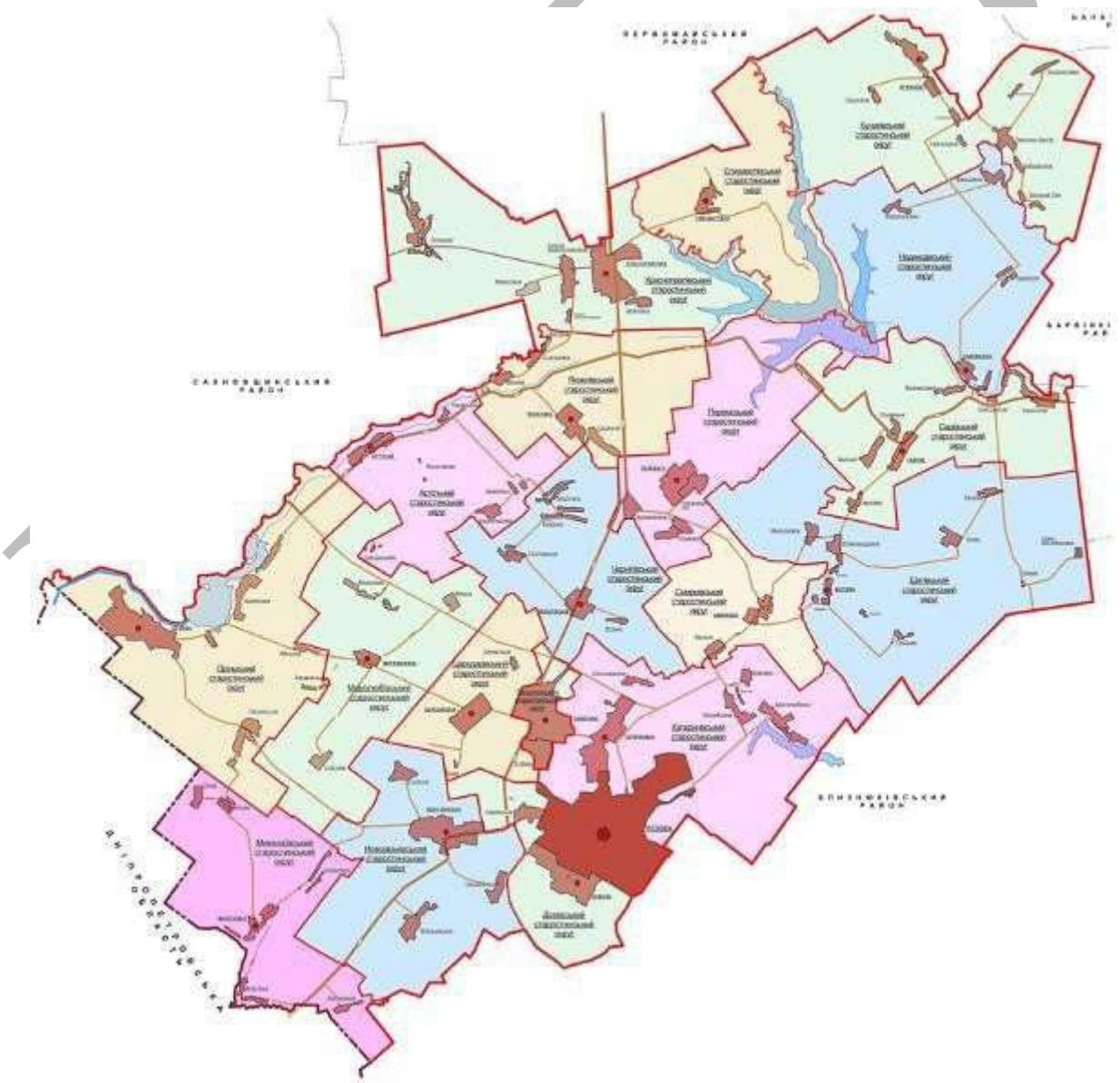


Рисунок 3.1 - Схема Лозівської територіальної громади

Чисельність населення Надеждівського старостинського округу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Чисельність населення Надеждівського старостинського округу

| № | Назва старостинського округу Лозівської міської ради Харківської області | Назва населеного пункту, що входить до ТГ | чисельність | |
|---|---|---|---|---|
| 16 | Надеждівський СО | с Надеждівка | 414 | 710 |
| | | с Привілля | 63 | |
| | | с Миролюбівка | 75 | |
| | | с Федорівка | 158 | |

Схема розташування Надеждівського старостинського округу Лозівської міської територіальної громади представлено на рисунку 3.2.




Рисунок 3.2 - Схема Надеждівського старостинського округу Лозівської територіальної громади

Майданчик ТЗСУ Миролюбівської площі планується розмістити на землях с/г призначення. Прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі планується здійснити через заболочені балки, вздовж існуючої дороги з твердим

покриттям, польової ґрунтової дороги, а також через частину (а саме вулицю) населеного пункту с. Миролюбівка до точки підключення.

Орієнтовна площа ділянки, що підлягає зйомці становить 25 га згідно карти схеми території Надеждівського старостинського округу для розміщення проектних об'єктів, яка представлена на рисунку 3.3.




Рисунок 3.3 - Схема проведення інженерно-геодезичних робіт

Миролюбівка – село в Україні, у Лозівському районі Харківської області. Населення становить 75 осіб. Орган місцевого самоврядування – Надеждівська сільська рада. Село Миролюбівка знаходиться на відстані 1 км від Краснопавлівського водосховища. По селу протікає струмок що пересихає із загатами.

Схема розташування села Миролюбівка Надеждівського старостинського округу Лозівської територіальної громади наведена на рисунку 3.4.

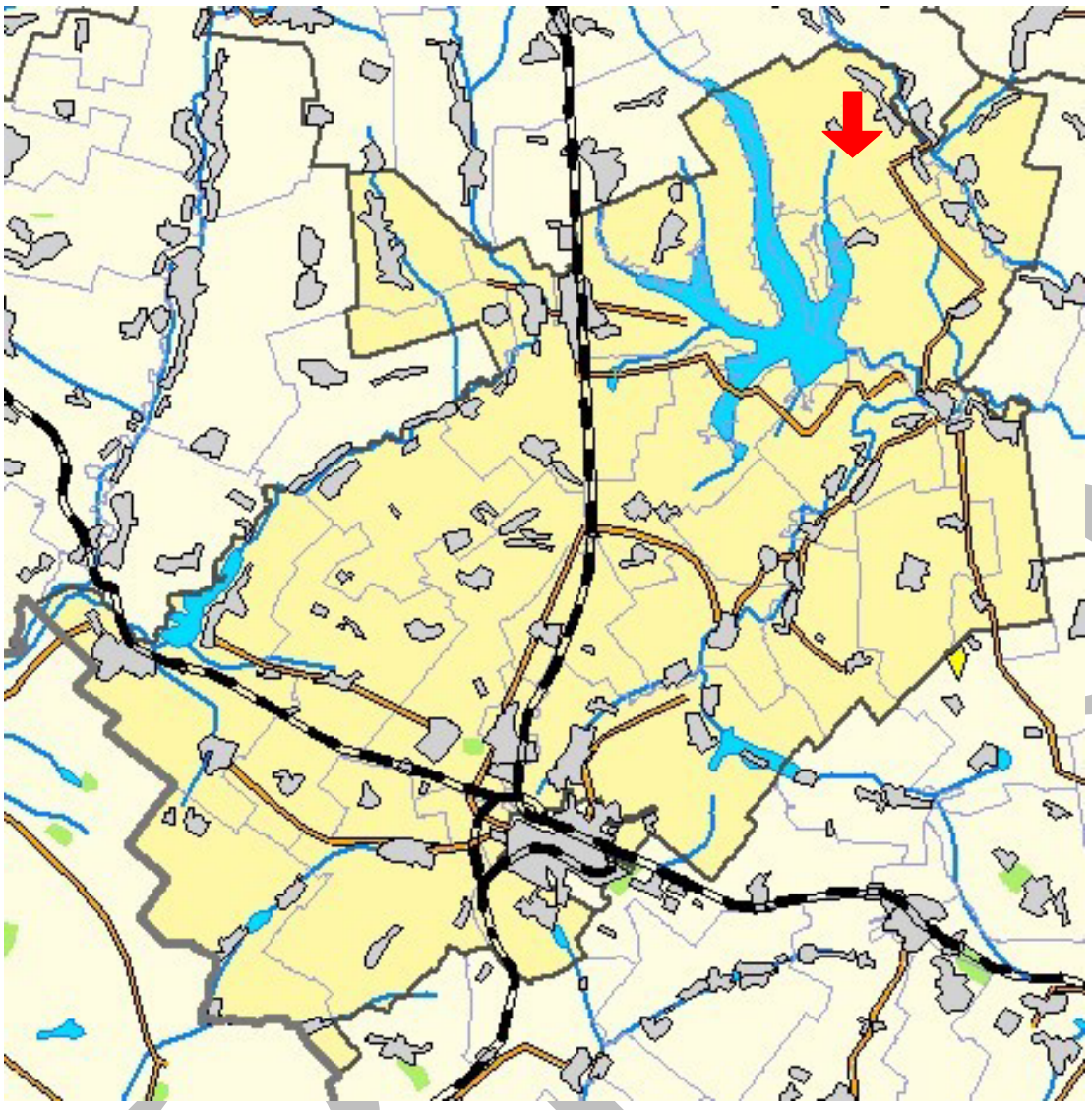


Рисунок 3.4 - Схема розташування села Миролюбівка Надеждівського старостинського округу Лозівської територіальної громади

Загальна інформація про село Миролюбівка Надеждівського старостинського округу Лозівської територіальної громади наведена у таблиці 3.2.

У геологічному відношенні село розташоване в степовій фізико- географічній зоні.

Таблиця 3.2 - Загальна інформація про село Миролюбівка Надеждівського старостинського округу

| **село Миролюбівка** | |
|---|---|
| Країна | Україна |
| Область | Харківська область |
| Район/міськрада | Лозівський район |
| Рада | Надеждівська сільська рада |
| Код КОАТУУ | 6323982504 |
| Облікова картка | Миролюбівка |
| **Основні дані** | |
| Засноване | 1900 році |
| Населення | 75 людей |
| Площа | 0,368 км² |
| Густота населення | 269,02 осіб/км² |
| Поштовий індекс | 64646 |
| Телефонний код | +380 5745 |
| **Географічні дані** | |
| Географічні координати | 49°10′01″ пн. ш.36°31′03″ сх. д. /49.16694° пн. ш. 36.51750° сх. д. /49.16694; 36.51750Координати:49°10′01″ пн. ш.36°31′03″ сх. д. /49.16694° пн. ш. 36.51750° сх. д. /49.16694; 36.51750 |
| Середня висота над рівнем моря | 138 м |
| **Місцева влада** | |
| Адреса ради | 64680, Харківська обл., Лозівський р-н, с. Надеждівка, вул.Перемоги, 46 |
| Сільський голова | Гужва Олександр Іванович |

ВІЗ

Клімат помірно-континентальний з теплим помірно жарким, а іноді засушливим літом та помірно холодною, але не суворою зимою. Територія знаходиться за 1 км від Краснопавлівське водосховище. Це руслове наливне водосховище з додатковим штучним живленням на річці Попільня. Воно було споруджено в 1984 році і має обсяг 410 млн. м³.

Середньорічна температура повітря за останній рік становить 8,2 °С, у середньому за 10 років – 8,6 °С.

Річний температурний режим характеризується наступними даними: найбільш холодними місяцями є січень та лютий, середньомісячна температура в які сягає -5,2 °С і - 6,5 °С та самими теплими місяцями липень і серпень із середньомісячною температурою +19,9 °С та + 20,8 °С.

За кількістю атмосферних опадів місцевість входить у зону із середнім зволоженням. Середня річна сума опадів складає 575 мм.

Багаторічна відносна вологість повітря найбільш низька в літній період (19% – 28%), підвищується восени (66 % – 86 %) і сягає максимуму в зимній період до 91 %.

Сніжний покрив нестійкий, руйнується протягом зими в результаті настання відлиги та випадіння опадів, середня висота сніжного покриву становить від 1 см до 25 см.

Переважаючими вітрами є вітри північно-східних та південно-західних румбів, повторюваність яких становить до 67 %. Вітри слабкі й помірні зі швидкістю 5-6 м/с, максимальна швидкість вітру сягає 12-15 м/с. При грозі спостерігається шквалисте посилення вітру до 18-25 м/с.

Місцевість має дуже вигідне географічне положення. Транспортні зв‟язки з промисловими центрами України сприяють вигідному економіко- географічному положенню. У м. Лозовій проходить залізна дорога і знаходиться пасажирська та сортувальна станції.

ВГЗ

3.2 Забезпечення об’єкта будівництва геодезичними даними

На території Лозівського району розміщуються 72 пункти, із них 27 – планової і 55 пунктів висотної державної геодезичної мережі (таблиця 3.3).

Розміщення ДГМ на території Лозівського району представлена на рисунках 3.5 і 3.6.

Таблиця 3.3 - Кількість пунктів ДГМ на території Лозівського району

| **Адміністративно-територіальна одиниця** | **Кількість геодезичних пунктів 1 класу** | **Кількість геодезичних пунктів 2 класу** | **Кількість геодезичних пунктів 3 класу** | **Кількість геодезичних пунктів 4 класу** | **Кількість геодезичних пунктів УПН ГНПС** | **Кількість пунктів нівелювання I класу** | **Кількість пунктів нівелювання II класу** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Лозівський район | 0 | 8 | 18 | 1 | 0 | 25 | 20 |

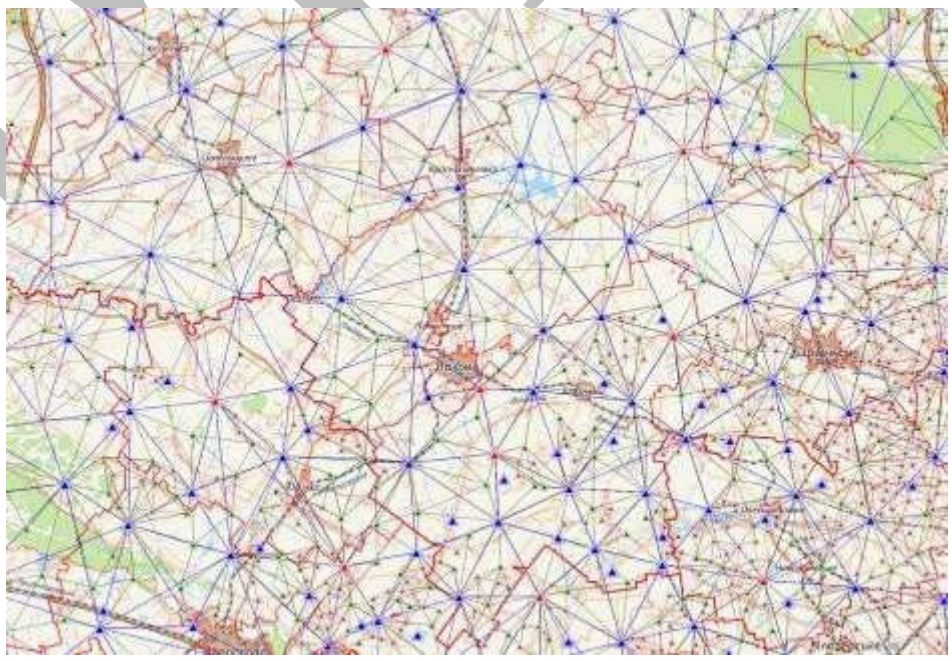


Рисунок 3.5 – Схема розміщення пунктів ДГМ на території Лозівського району

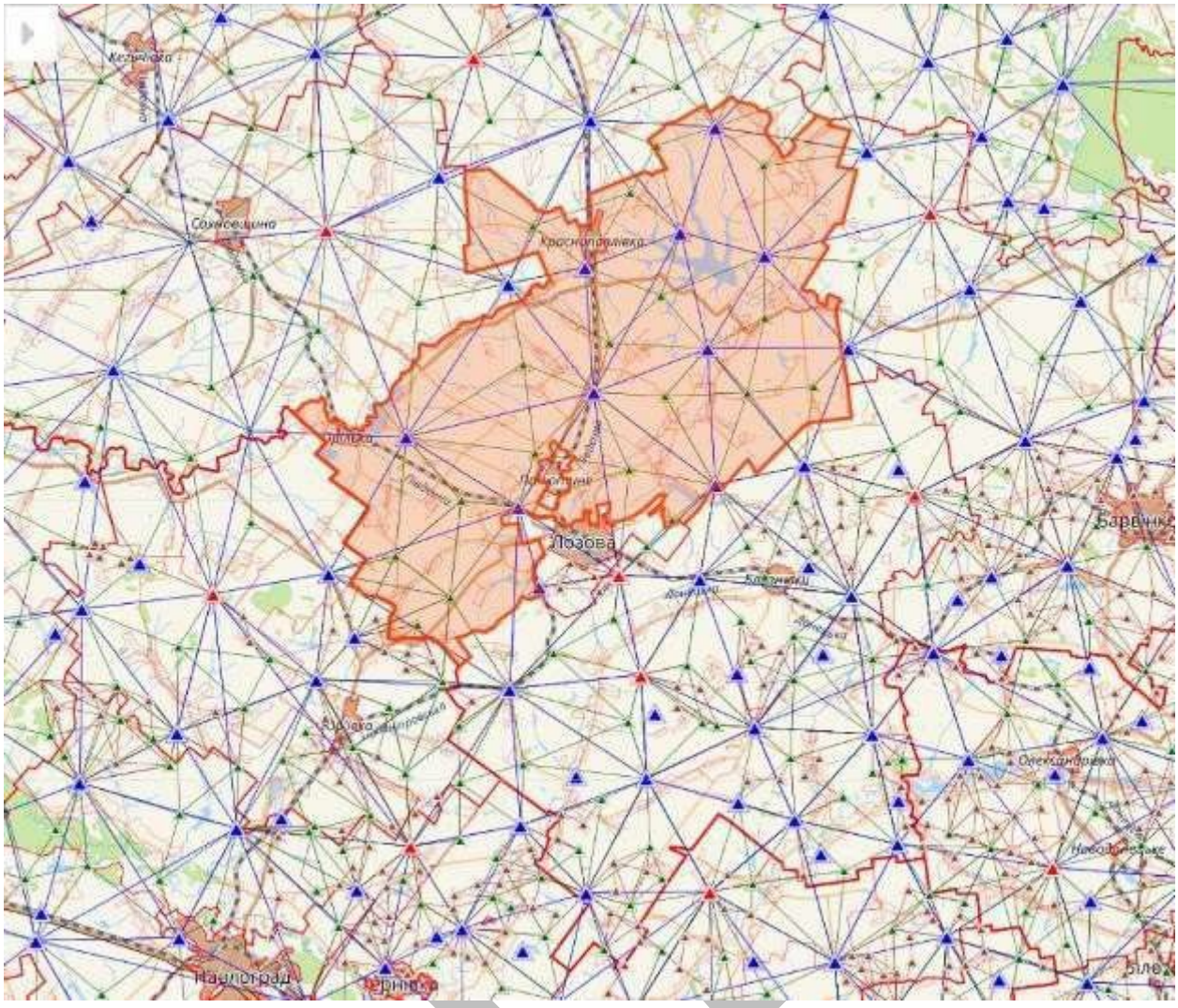



Рисунок 3.6 – Схема розміщення пунктів ДГМ на території Лозівського району

Геодезичні вишукування проведено відносно пунктів державної геодезичної мережі «Тернова Балка (М372531900)», «Князеве (М362223000)».

.

Схема розміщення пунктів «Тернова Балка» і «Князеве» представлені на рисунку 3.7

Рисунок 3.7 – Схема розміщення пунктів «Тернова Балка» і «Князеве»




Схема розміщення пункту державної геодезичної мережі «КНЯЗЕВЕ (М372521700)» представлена на рисунку 3.8.

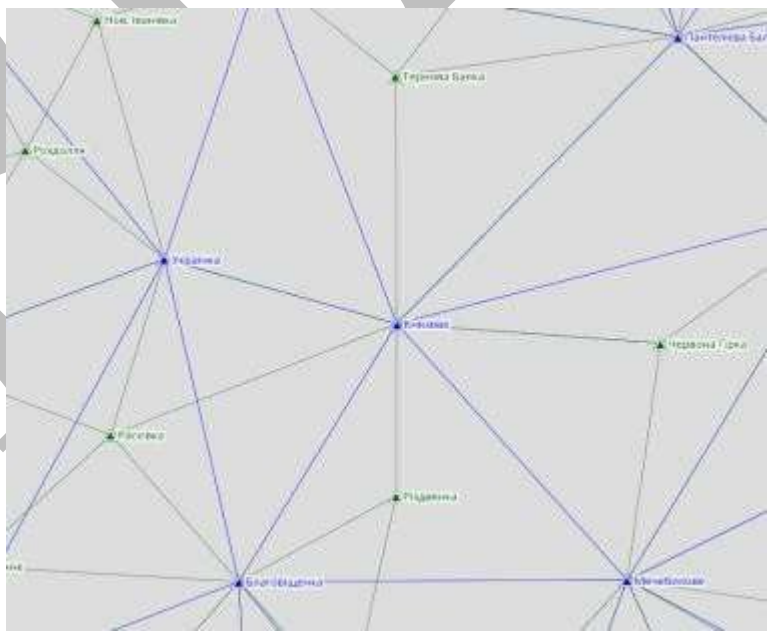
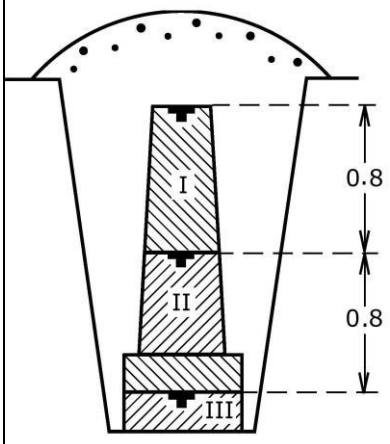



Рисунок 3.8 – Схема розміщення пункту державної геодезичної мережі «КНЯЗЕВЕ (М372521700)»

Характеристика пункту державної геодезичної мережі «КНЯЗЕВЕ (М372521700)» наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.3 - Характеристика пункту державної геодезичної мережі «КНЯЗЕВЕ (М372521700)»

| **Характеристики пункту** | |
|---|---|
| Індекс пункту | М372521700 |
| Назва пункту | Князеве |
| Тип центру | 1 |
| Глибина залягання центру, м | -0.45 |
| Номер марки | |
| Тип знаку | піраміда |
| Висота знаку, м | |
| Належність до мережі | планова |
| Клас планової мережі | 2 |
| Клас нівелірної мережі | IV |
| Метод визначення координат | лінійно-кутова побудова |
| Метод визначення висоти | геометричне нівелювання |
| x, м | 5 446 428.00 |
| y, м | 7 320 543.00 |
| B, град. | 49.12 |
| L, град. | 36.54 |
| mx, м | 0.028 |
| my, м | 0.024 |
| **Рисунок центру** |  1 |

ВПЗ

Схема розміщення пункту державної геодезичної мережі «ТЕРНОВА БАЛКА (М372531900)» представлена на рисунку 3.9.

Характеристика пункту державної геодезичної мережі «ТЕРНОВА БАЛКА (М372531900)» наведена в таблиці 3.5.

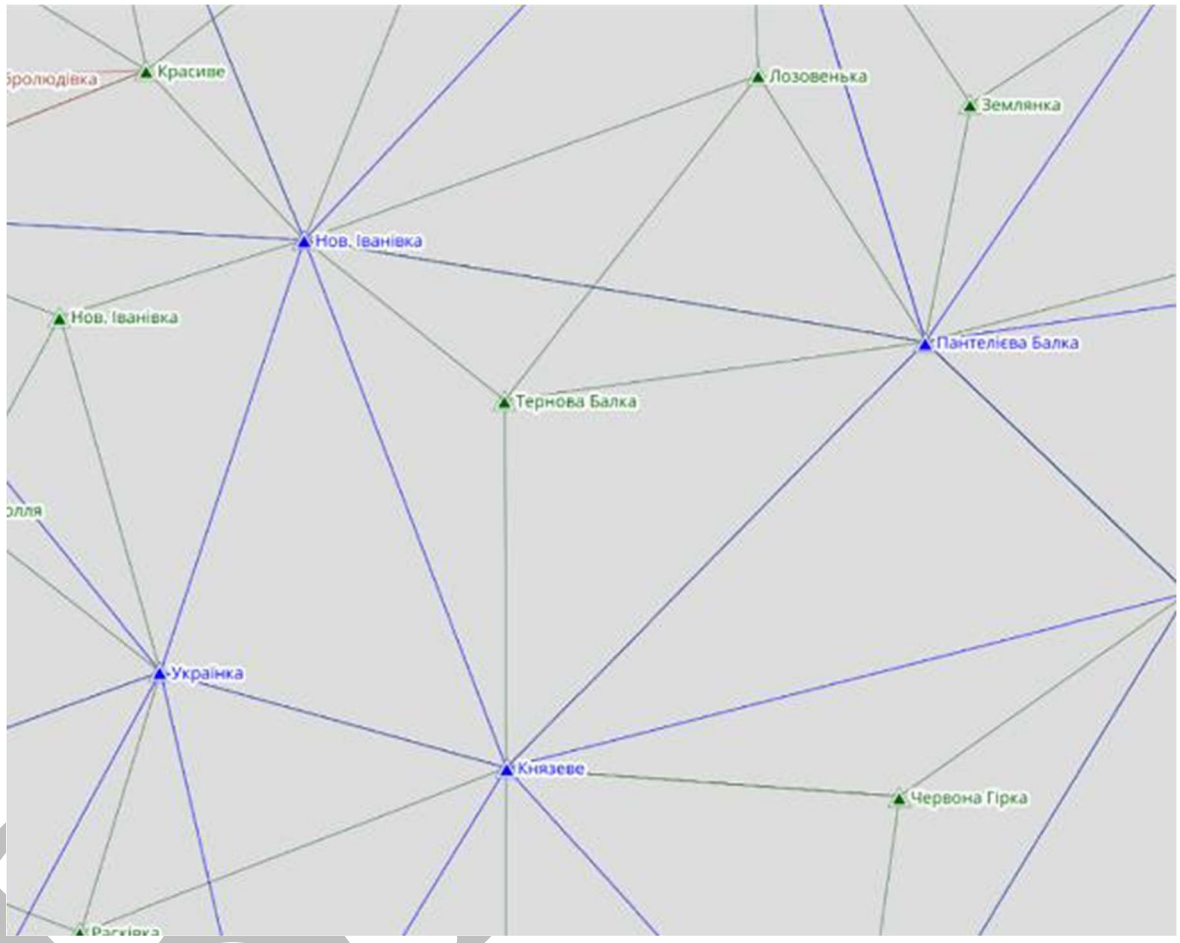
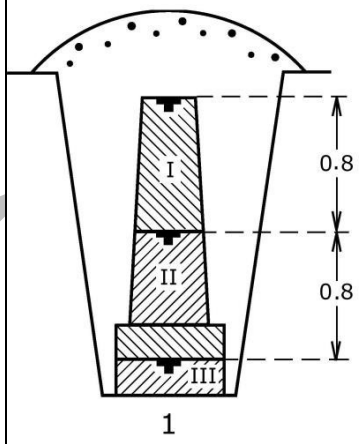



Рисунок 3.9 – Схема розміщення пункту державної геодезичної мережі «ТЕРНОВА БАЛКА (М372531900)»

Геодезичною основою для виконання топографічних зйомок у масштабі 1:5000 було прийнято державну геодезичну мережу другого і третього класів. Поряд з місцем знімання розташовуються шість пунктів. При ГНСС зйомці прив’язку було прийнято до двох пунктів:

- «ТЕРНОВА БАЛКА (М372531900)»;
- «КНЯЗЕВЕ (М372521700)».

Таблиця 3.4 - Характеристика пункту державної геодезичної мережі «ТЕРНОВА БАЛКА (М372531900)»

| **Характеристики пункту** | |
|---|---|
| Індекс пункту | М372531900 |
| Назва пункту | Тернова Балка |
| Тип центру | 1 |
| Глибина залягання центру, м | -0.47 |
| Номер марки | |
| Тип знаку | піраміда |
| Висота знаку, м | 6.2 |
| Належність до мережі | планова |
| Клас планової мережі | 3 |
| Клас нівелірної мережі | IV |
| Метод визначення координат | лінійно-кутова побудова |
| Метод визначення висоти | геометричне нівелювання |
| x, м | 5 454 603.00 |
| y, м | 7 320 768.00 |
| B, град. | 49.20 |
| L, град. | 36.54 |
| mx, м | 0.041 |
| my, м | 0.038 |
| **Рисунок центру** |  |

У даний час зі створенням мереж базових станцій RTK з'явилася можливість працювати з RTK-ровером в мережі базових станцій замість того, щоб створювати власну базову станцію. Користувач сплачує за отримання поправок і користування сервісом, які приймає його приймач-ровер (це економить кошти на додаткову базову станцію).

RTK-поправки формуються такими способами:

ВІТЗ

- Master-Auxiliary corrections (MAX);
- індивідуальні MAX (i-MAX);
- віртуальна базова станція (VRS);
- Flachen-Korrektur-Parameter (FKP) - метод площинних поправок;
- мережа RTK базових станцій.

Мережа базових станцій представляє собою групу постійно діючих GPS / GNSS приймачів (рекомендується мати мінімум п'ять базових станцій), які об'єднують накопичені супутникові дані та формують RTK поправки для роверів. Відстань між станціями не повинна перевищувати 60 – 70 км. Дана мережа називається мережами RTK.

Розташування у Харківській області 24 постійнодіючих ГНСС-станцій представлено на рисунку 3.10.

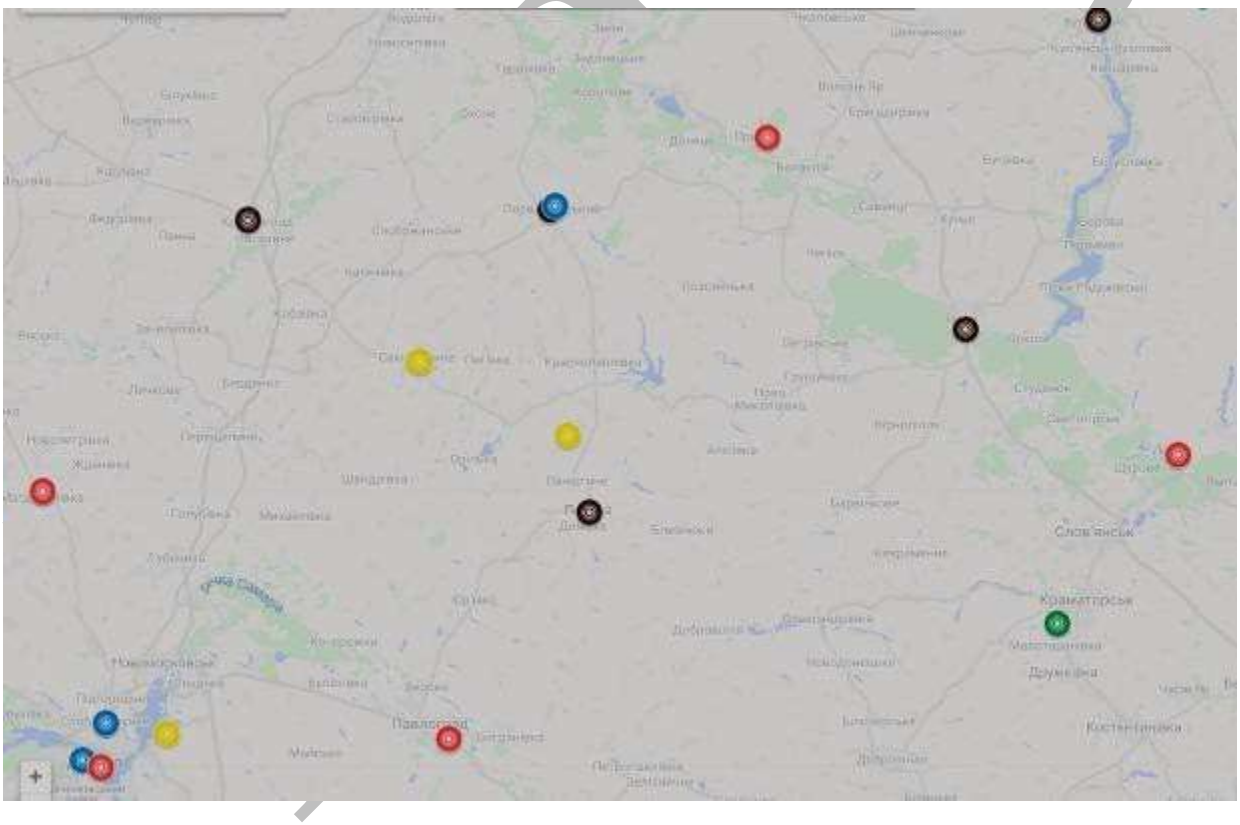


Рисунок 3.10 - Розташування ГНСС-станцій у Харківській області

На сьогодні працюють п‟ять окремих сервісів для передачі поправок у реальному часі (System-net, Zakpos, TNT-TPI, СКНЗУ, Geoterrace). Кожна мережа використовує спеціальне програмне забезпечення від різних фірм: Leica, Topcon, Trimble. Мережа System-net і Zakpos повністю автоматизовані

Для отримання поправок при зніманні в режимі спостережень RTK було вибрано мережу System.NET.

Стан базових станцій мережі System.NET в радіусі 30 км. від району будівництва представлений на рисунку 3. 11.

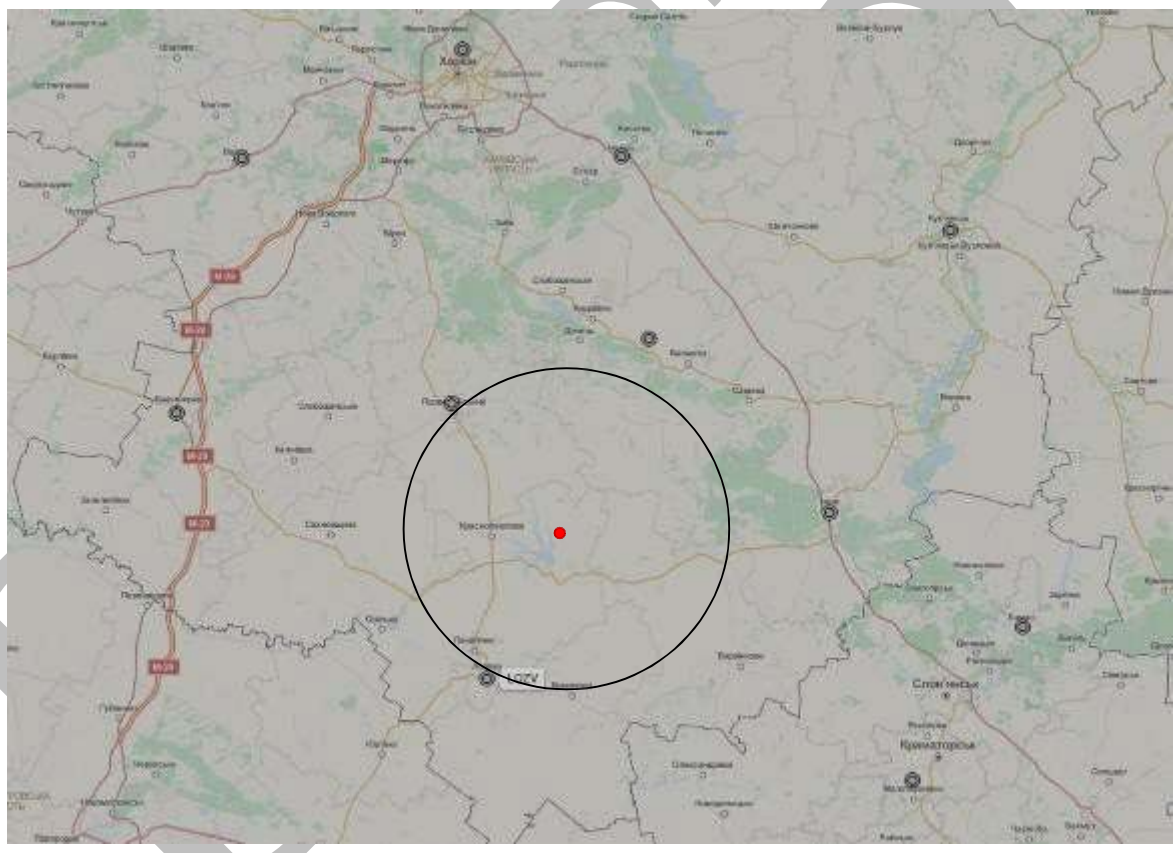



Рисунок 3.11 – Схема розташування станції GLBN мережі System.NET

Найкоротша відстань для отримання поправок координат до місця топографічного знімання від базової станції Lozova (LOZV).

Характеристика станції GLBN мережі System.NET:

1. Ім’я станції Lozova (LOZV)

RTCM ID 0031

2. Положення:

- широта 48.8858675° (N);

- довгота 36.31157898° (E);

- висота 206,647 м.

3. Апаратні засоби:

- тип приймача LEICA GRX1200+GNSS;
- тип антени AR10.

Координати базової станції Lozova (LOZV) мережі System.NET у системах координат СК-63 і УСК-2000 наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Координати базової станції Lozova (LOZV) мережі System.NET в СК-63 і УСК-2000

| Координати | Ім‟я | Номер | Розміщення | Код | Північні координати | Східні координати | Ортометр. H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| СК-63 | Lozova | 6 | Лозова | LOZV | 5408140,835 | 5359632,36 | 206,6471 |
| УСК-2000 | Lozova | 167 | Лозова | LOZV | 5420520,196 | 7302952,919 | 206,6471 |

ВІТЗ

3.3 Візуалізація просторових даних земельної ділянки

Розграфлення листів карти в УСК-2000 для масштабу 1:10000 представлено на рисунку 3.12. Номенклатура листів топографічних карт масштабу 1:10000 для інженерно-геодезичних робіт:

- М-37-97-Б-г-4;
- М-37-97-Г-б-2;
- М-37-98-А-в-3;
- М-37-98-В-а-1.

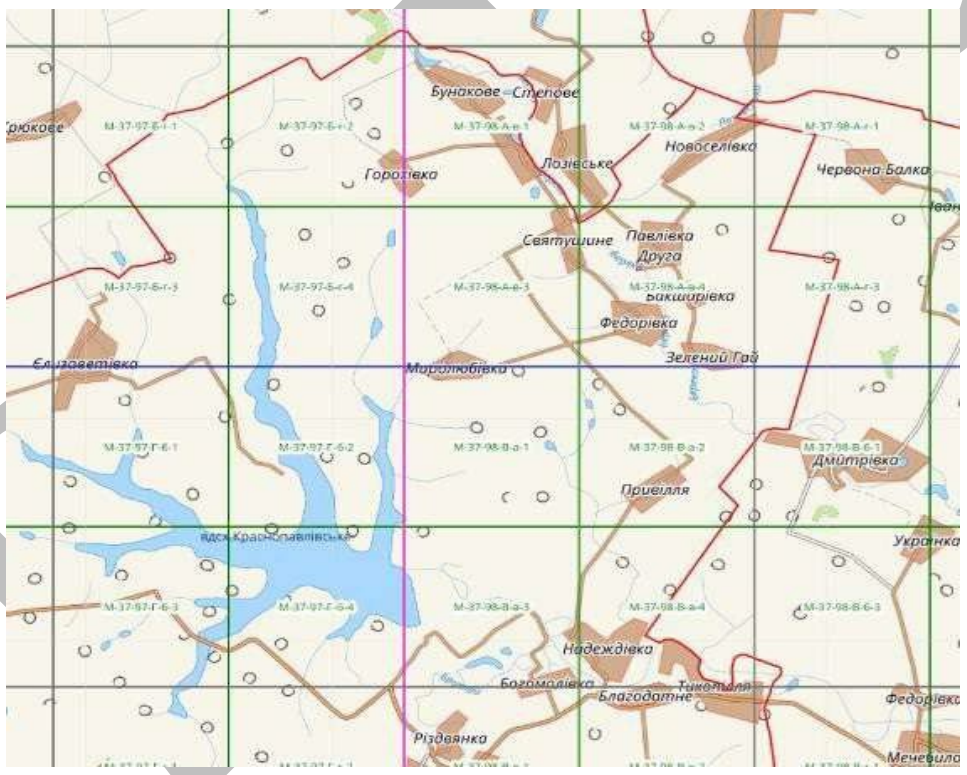



Рисунок 3.12 – Розграфлення листів карти в УСК-2000 у масштабу 1:10000 для району будівництва ЛЕП

Розграфлення листів карти в СК-63 для масштабу 1:10000 представлено на рисунку 3.13. Номенклатура листів топографічних карт масштабу 1:10000 для інженерно-геодезичних робіт:

- Х-40-68-г-г-2;
- Х-40-68-г-г-4;
- Х-40-69-в-в-1;
- Х-40-69-в-в-3.

Для виконання інженерно-геодезичних вишукувань потрібно чотири карти масштабу 1:1000.




Рисунок 3.13 – Розграфлення листів карти в СК-63 у масштабі 1:10000 для району будівництва ЛЕП

Викопіювання з публічної кадастрової карти України території під будівництво ЛЕП представлено на рисунку 3.14.

Прокладання ліній електропередачі відбуватиметься через село Миролюбівка, землі запасу комунальної власності і сільськогосподарські угіддя приватної та державної власності.

Картограма ґрунтів території наведена на рисунку 3.15.



Рисунок 3.14 - Викопіювання з публічної кадастрової карти України території під будівництво ЛЕП




Рисунок 3.15 - Картограма ґрунтів території

53 Чорноземи звичайні середньогумусні вилуговані;

114 Чорноземно-лучні глибоко-слабосолонцюваті ґрунти

Майже всю територію займають ґрунти шифру 53 «Чорноземи звичайні середньогумусні вилуговані». Незначну частину грунти шифру 114 «Чорноземно-лучні глибоко-слабосолонцюваті ґрунти».

Умовна прибережна смуга відображена синім кольором і наведена на рисунку 3.16.

Умовно прибережна захисна смуга отримана в автоматичному режимі з урахуванням норм статті 60 Земельного кодексу України. Смуга носить інформаційний характер.

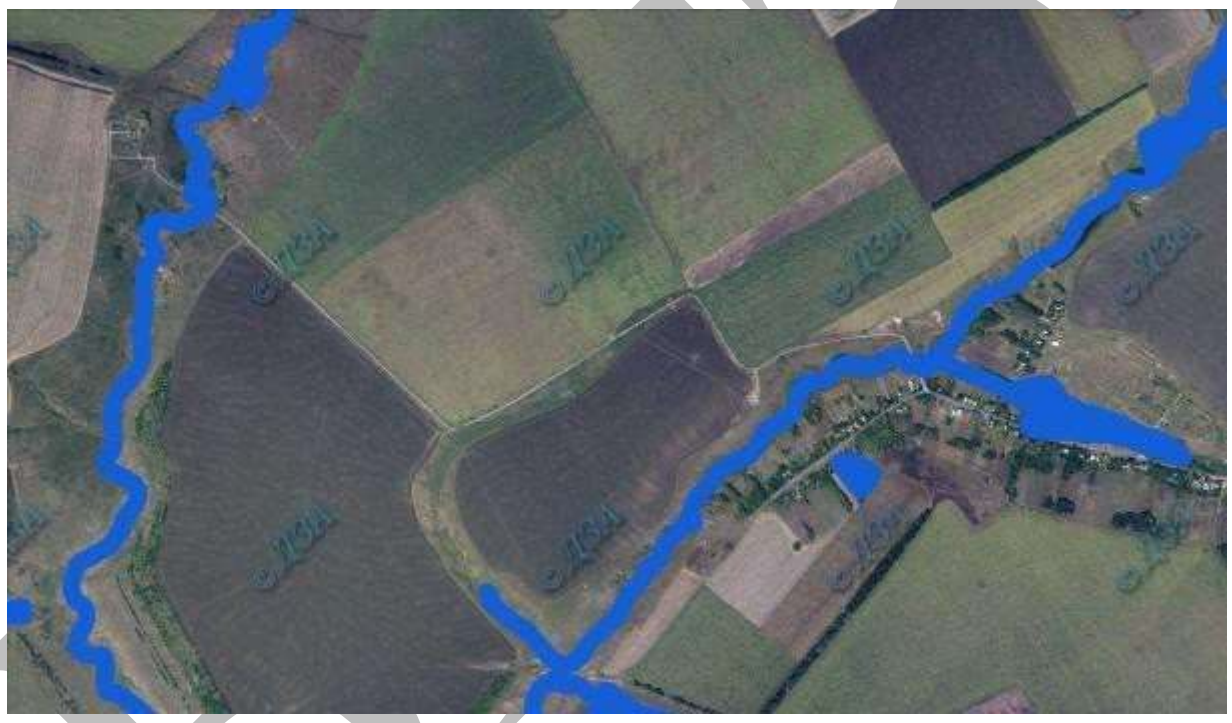


Рисунок 3.16 - Умовна прибережна захисна смуга

Територія під прокладання ліній електропередач має спеціальні дозволи, які видано Державною службою геології та надр України на користування надрами.

Чотири нафтогазових свердловини розташованих поблизу майбутньої ЛЕП наведені на схемі геонадр (рисунок 3.17).

РОЗРОБ



Рисунок 3.17 Схема геонадр на території будівництва ЛЕП

нафтогазові свердловини

Межі охоронних зон навколо об’єктів газотранспортної системи України наведено на рисунку 3.18. Вона створено в рамках меморандуму про взаєморозуміння та співробітництво з оператором газотранспортної системи України. Охоронна зона частково перетинає територію будівництва ЛЕП.

Дані про об’єкти електроенергетики обласного значення (повітряні лінії електропередачі, опори повітряних ліній електропередачі, кабельні лінії електропередачі і трансформаторні підстанції) представлено на рисунку 3.18. У селі Миролюбівка розташована трансформаторна підстанція ТП- 0163./10кВ від якої планується прокладання лінії електропередачі до Миролюбівської площі. Через село прокладено повітряні лінії електропередачі – 0,4кВ.

ВШ



Рисунок 3.18 - Схема охоронної зони навколо об’єктів газотранспортної системи України і об’єктів Обленерго

- охоронні зони навколо об’єктів газотранспортної системи України;

- опори повітряних ліній електропередачі, повітряні лінії електропередачі, кабельні лінії електропередачі, 10 кВт.

Ортофотоплан – це фотографічне зображення місцевості, центральна проекція якого перетворена на ортогональну. Завдяки цього перетворення усуваються усі контурні спотворення, спричинені нахилом аерофотоапарата. Також існують різні спотворення, спричинені усуненням рельєфу. Це усувається масштабом, який існує у не виправленому кадрі. Усі відмінності, які існують на рівні місцевості, що фотографується, і нахилами, які камери можуть мати під час фотографування. Завдяки даному методу отримують єдиний і точний масштаб для поверхні ортофотоплану.

Ортофотокарти масштабу 1:10000 в СК-63 номенклатури Х-40-68-г-г-4 наведено на рисунку 3.19.

ВІЛ



Рисунок 3.19 - Ортофотокарти масштабу 1:10000 в СК-63 номенклатури X-40-68-г-г-4

Ортофотокарти масштабу 1:10000 в СК-63 номенклатури X-40-68-г-г-2 наведено на рисунку 3.20.

Ортофотоплани використовують для побудови топографічного плану або картографічне корегування існуючих. Перевага ортофотоплана у високій точності, що дозволяє легко проводити топографо-геодезичні роботи.



Рисунок 3.20 - Ортофотокарти масштабу 1:10000 в СК-63 номенклатури X-40-68-г-г-2

Фрагменти топографічних карт масштабу 1:1000 в СК-63 номенклатури X-40-68-г-г-4 і X-40-69-в-в-3 наведено на рисунках 3.21 і 3.22.

Довжина лінії електропередачі становитиме до трьох кілометрів. Площа території складає 25 га. Найменша висота точки на поверхні землі $H_{min}$=122,00 м, а найвищої $H_{max}$=143,00 м. Перепад висот території складає 21,00 м.

Лінії електропередачі, які проектуються перетинають три лощини і два хребти.

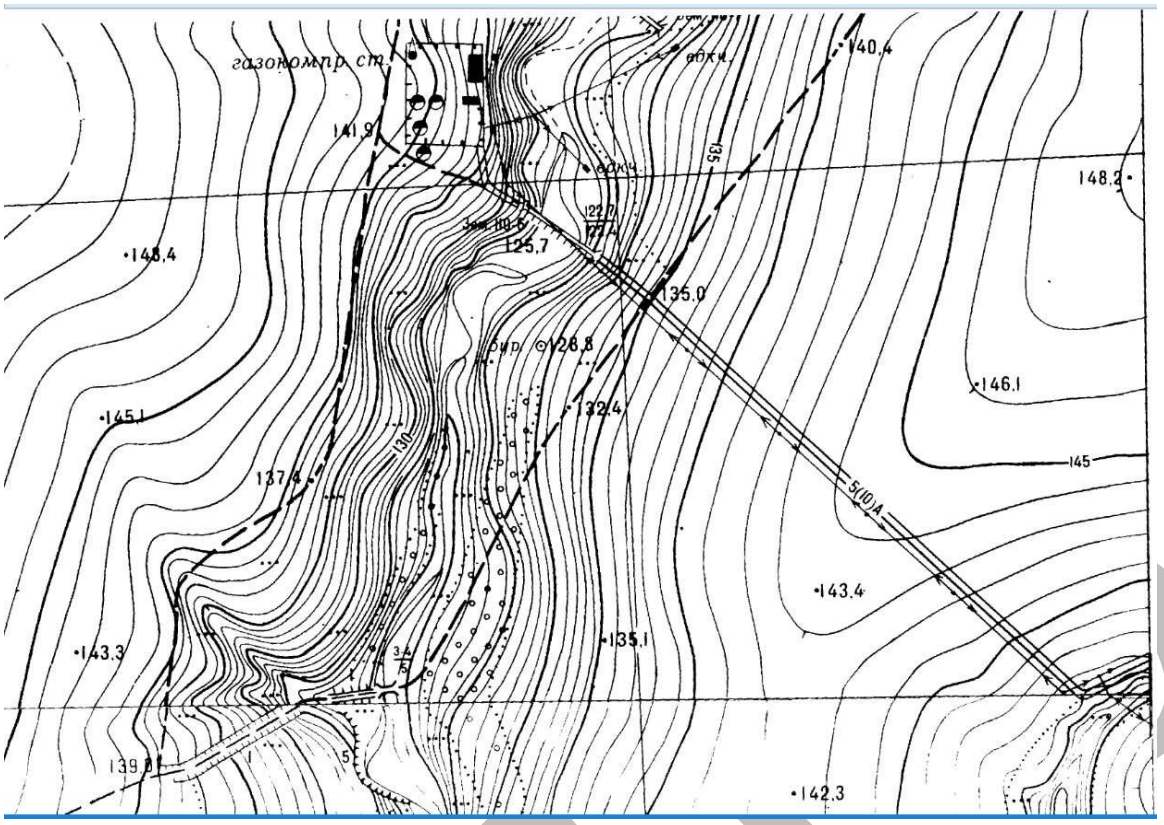



Рисунок 3.21 - Фрагменти топографічної карт масштабу 1:1000 в СК-63 номенклатури Х-40-68-г-г-4

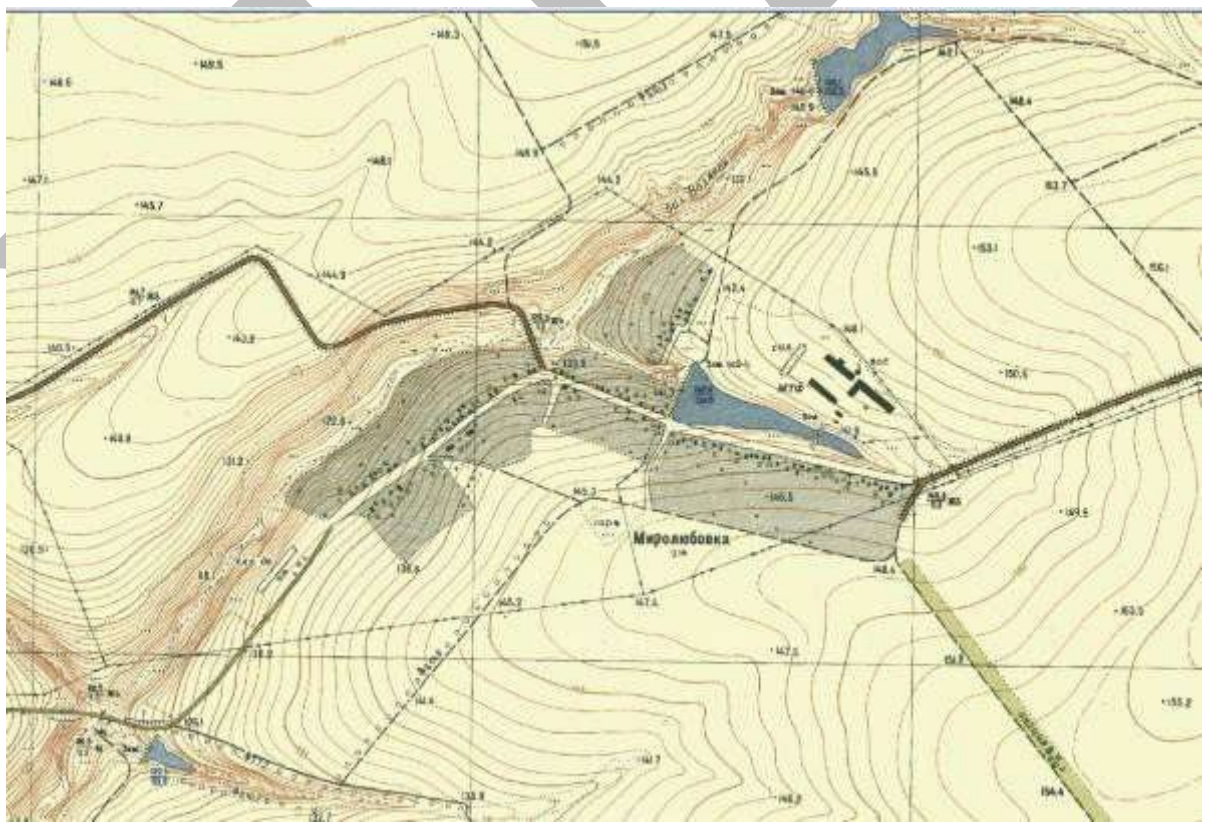



Рисунок. 3.22 - Фрагменти топографічної карти масштабу 1:1000 в СК-63 номенклатури Х-40-69-в-в-3

Роботи по інженерно-геодезичним вишукуванням для проектування майданчика тимчасової замірно-сепараційної установки (далі ТЗСУ) Миролюбівської площі, лінії електропередач до ТЗСУ Миролюбівської площі на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області повністю забезпечені геодезичними і картографічними даними.

На території Лозівського району розміщуються 72 пункти, із них 27 – планової і 55 пунктів висотної державної геодезичної мережі. Інженерно- геодезичні вишукування проводилися відносно пунктів державної геодезичної мережі «Тернова Балка М372531900», «Князеве (М362223000)» Геодезичною основою для виконання топографічних зйомок у масштабі 1:5000 було прийнято державну геодезичну мережу другого і третього класів. У Харківській області розташовано 24 постійнодіючих ГНСС-станцій Найкоротша відстань для отримання поправок координат до місця топографічного знімання від базової станції Lozova (LOZV).

Для виконання інженерно-геодезичних вишукувань потрібно чотири топографічні карти масштабу 1:1000 в УСК-2000:

- М-37-97-Б-г-4;
- М-37-97-Г-б-2;
- М-37-98-А-в-3;
- М-37-98-В-а-1.

ВПЗ

# 4 Геопросторове забезпечення вибору траси та проєктування об'єктів енергопостачання

## 4.1 Технологія виконання комплексу геодезичних робіт на стадії проєктування

Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва – вид діяльності, що забезпечує вивчення та надає інформацію про техногенні та природні умови території об’єктів будівництва, необхідну для проектування та безпечної експлуатації об’єктів будівництва, планування територій, інженерного захисту територій, створення кадастру, геодезичного забезпечення будівництва.

Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва виконуються для:

- забезпечення територіального планування;
- розробки ескізного проекту, техніко-економічного обґрунтування;
- розробки проекту;
- розробки робочої документації;
- прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів;
- експлуатації об’єктів [13].

Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва регламентується:

ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві»

ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва» [13].

Роботи включають такі етапи:

- збір та систематизація архівних картографічних матеріалів, матеріалів землеустрою, даних по держаних геодезичних мережах;
- створення (оновлення) опорних та зйомочних геодезичних мереж для будівництва та експлуатації будівель і споруд, геодезичного моніторингу;
- створення інженерно-топографічних планів з точністю масштабів 1:1000, 1:500, 1:200 та точніше;

ВІТЗ

- геодезичні розмічувальні роботи, моніторинг будівель та споруд в період будівництва об’єкту;
- складання інженерної цифрової моделі місцевості (ІЦММ);
- геодезичне забезпечення інженерно-геологічних вишукувань [13].

Топографо-геодезичне забезпечення будівельно-монтажних робіт виконують за допомогою спеціальних геодезичних приладів – нівелірів, тахометрів, теодолітів, ГНСС-обладнання, які пройшли повірку і мають сертифікати.

Виконання інженерно-геодезичних робіт на земельній ділянці є складовою частиною будь-яких робіт із землеустрою. Топографо-геодезичні роботи у землеустрої необхідні для вирішення основних завдань під час будь- яких інженерних робіт із проектування, реконструкції, будівництва. Основна мета таких робіт є отримання уточненої інформації про земельні ділянки (периметр, площу, довжини сторін, відстань між поворотними точками, межі земельної ділянки, тощо), які матимуть застосування, як у розрахунках, так і у графічній частині технічної документації.

Підставою для виконання інженерно-геодезичних робіт є технічне завдання, яке розробляється і узгоджується розробником та затверджується замовником.

Видане технічне завдання приймає сертифікований інженер-геодезист та розпочинає виконання геодезичних робіт, які діляться на декілька основних етапів.

Перший підготовчий етап. Виконання топографічного плану масштабу 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000. Зазвичай знімання виконують лише для земельної ділянки під будівництво, але правильно робити зйомку місцевості навколо такої ділянки також. Це наддасть змогу оцінити ситуацію, у різних випадках (якщо біля ділянки прокладені лінії електропередачі, або вздовж неї побудовані лінії водопостачання, автодорожні або залізно дорожні шляхи, тощо). Обстеження земельної ділянки під будівництво дає змогу встановити, чи буде вона мати обмеження, які встановлюються згідно відповідних нормативно-правових актів.

Перед першим виїздом на земельну ділянку, потрібно отримати топографічний план в архітектурному управлінні району. Потрібно зауважити, що отримана картографічна документація зазвичай є застарілою. Тому необхідно завжди порівняти те, що зазначено на топографічному плані з ситуацією на земельній

ВІТЗ

ділянці для будівництва та навколо неї. При знаходженні відмінностей, їх обов'язково потрібно зафіксувати.

Після складання топографічного плану масштабу 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, він підлягає погодженню з службами самоврядування, які є балансоутримувачем різних комунікацій (електричних мереж, підземних комунікацій, об'єктів зв'язку), та іншими.

Початковим етапом є підготовка до інженерно-геодезичних робіт, а саме визначення вихідних пунктів планової і висотної основи геодезичної мережі місцевості, рекогносцировка місцеположення вихідних пунктів з метою визначення їх придатності до використання, рекогносцировка території земельної ділянки і майбутніх місць формування точок знімальної основи.

Другим етапом є створення знімальної геодезичної основи. Пункти державної геодезичної мережі обчислюються в системі координат УСК-2000. Пункти, які обрані для знімальної геодезичної основи будуть використанні для визначення координат меж земельної ділянки.

Третій етап являє собою виконання геодезичних вимірювань, які будуть використовуватися для знаходження координат кутів повороту меж земельної ділянки. На даному етапі ведеться електронний (польовий) журнал вимірювань, складається абрис. Сучасні GNSS-приймачі здатні отримувати координати безпосередньо при польових вимірюваннях.

На останньому четвертому етапі проводиться обробка отриманих результатів вимірювань за допомогою спеціального програмного забезпечення. За допомогою математичної обробки даних отримують кількісні характеристики земельної ділянки (площу, периметр, координати кутів повороту, межі земельної ділянки, довжини ліній, тощо). Завершальною стадією геодезичних робіт є складання кадастрового плану земельної ділянки.

Технічне завдання на виконання робіт по інженерно-геодезичним вишукуванням для проектування майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі, лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області складається

ВІТЗ

з наступних пунктів:

1. Виконати роботи по інженерно-геодезичним вишукуванням для проектування майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі, лінії електропередач до ТЗСУ Миролюбівської площі на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області.

2. Мета проведення робіт: проектування майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі, лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі.

3. Інженерно-геодезичні роботи виконати в державній системі координат 1963 року та Балтійській системі 1977 року висот.

4. Орієнтовна площа ділянки, що підлягає зйомці становить 25 га згідно карти схеми території Надеждівського старостинською округу для розміщення проектних об'єктів що додаються.

5. Зйомку виконати у масштабі 1:2000; 1:5000.

6. План ділянки повинен бути побудований в масштабі 1:5000.

7. При виконанні зйомки дотримуватись вимог діючих нормативних документів, зокрема «Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000. 1:1000 та 1:500 (ПСНТА 2.04-02-98)».

8. Термін виконання зйомки та побудови плану. Інженерно-геодезичні роботи повинні виконуватися під керівництвом сертифікованого інженера-геодезиста, або безпосередньо ним.

ВПЗ

## 4.2 Польовий етап інженерно-геодезичних вишукувань

Об'єктом топографо-геодезичного вишукування на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області є майданчик ТЗСУ Миролюбівської площі та земельна ділянка для прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі. Орієнтовна площа зони проведення робіт становить 25 га. Майданчик ТЗСУ Миролюбівської площі планується розмістити на землях с/г призначення. Прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі планується здійснити через заболочені бачки, вздовж існуючої дороги з твердим покриттям, польової ґрунтової дороги, а також через частину (а саме вулицю) населеного пункту с. Миролюбівка до точки підключення.

У ході проведення польових робіт спеціалістами було враховано фактичну ситуацію на місцевості буферною зйомкою по 25 м віл проектної осі прокладання ліній електропередачі, а саме: розташування лісосмуг, польових ґрунтових доріг та доріг з твердим покриттям, природні зміни рельєфу (балки, струмки). Також були проведені виміри фактичного землекористування землями внесеними до Державної бази даних.

Топографо-геодезичні роботи проводились шляхом виконання польових геодезичних робіт з подальшою їх камеральною обробкою та нанесенням на планово-картографічний матеріал в масштабах і обсягах відповідно до вимог замовника та нормативно-технічних документів.

Знімання території об`єкту проектування на місцевості та прилеглої території виконувалося за допомогою двох частотного супутникового приймача GNSS RTK приймача GPS «Leica Geosystems» GS 08 plus. № 1852024 та електронного тахеометру Trimble M3 5” DR, які мають повірочні сертифікати.

ВІТЗ

Зйомка за допомогою супутникових приймачів отримала широке застосування, оскільки має ряд переваг:

- при виконанні геодезичних робіт за допомогою ГНСС приймачів не потрібне взаємне бачення між пунктами;
- точність визначення координат за допомогою супутникових приймачів майже не залежить від погодних умов;
- час проведення геодезичних робіт значно скорочується;
- дані з супутникового приймача експортуються в різні інформаційні системи;
- суттєво спрощується методика вимірювань;
- автоматизується процес виробництва геодезичних робіт, що дозволяє уникнути багатьох помилок.

Існують наступні режими GNSS - зйомок:

- виміри у реальному часі (RTK);
- виміри з постобробкою.

На точність GNSS - вимірювань впливають наступні фактори:

- кількість та геометрія супутників;
- наявність перешкод, поверхонь віддзеркалювання на шляху сигналу;
- відстань від бази.

Топографічну зйомку земельної ділянки було виконано інженерами- геодезистами від пунктів Державної геодезичної мережі (таблиця 4.1), з подальшою обробкою матеріалів на комп'ютері за ліцензійною програмою AutoCad map 2014р.

GNSS (Global Navigation Satellite System) – це загальна назва для супутникових систем позиціонування навігації, що використовуються для визначення координат у геодезії та геоінформаційних систем.

ВІЗ

Таблиця 4.1 - Характеристика пунктів Державної геодезичної мережі

| Характеристика пункту | Перший пункт | Другий пункт |
|---|---|---|
| Індекс пункту | М372531900 | М372521700 |
| Назва пункту | Тернова Балка | Князеве |
| Тип центру | 1 | 1 |
| Глибина залягання центру, м | -0.47 | -0.45 |
| Тип знаку | піраміда | піраміда |
| Належність до мережі | планова | планова |
| Клас планової мережі | 3 | 2 |
| Клас нівелірної мережі | IV | IV |
| x, м | 5454603.00 | 5446428.00 |
| y, м | 7320768.00 | 7320543.00 |
| B, град. | 49.20 | 49.12 |
| L, град. | 36.54 | 36.54 |

У даний час поширеними є наступні діючі системи – GPS (Американська супутникова система), Galileo (Європейська супутникова система), ГЛОНАСС (Російська супутникова система), Beidou (Китайська супутникова система), QZSS (Японська супутникова система). GPS система глобального позиціонування – сукупність супутників, обладнаних радіочастотним приймально-передавальним обладнанням та запущених на замовлення військових. Система супутників GPS складається з 32-х супутників (з них частина резервних), розташованих в орбітальних площинах, розташованих під кутом 60°. Нахил площини до екватора становить 55°. Орбіти майже кругові. Середня висота розташування супутників 20 тис. км, період обертання становить 11 год 57 хв, швидкість переміщення вздовж орбіти близька 3900 м/с. Середній термін служби супутників складає 10 років [39].

Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, у якому зашифровано інформацію про час відправлення повідомлення, координати точки орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення, та загальний стан мережі і дані орбіт всіх інших супутників згрупованих у систему GPS.

ВГЗ

Вимірявши час, за який радіосигнал розповсюджується від супутника до приймача на Землі обчислюють відстань. Приймач використовує інформацію отриману повідомленням для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення приймача. Отримані радіосигнали за допомогою математичних розрахунків перетворюються на геодезичні координати і відображаються користувачеві. GNSS приймач використовує чотири параметри для обчислення просторових геодезичних координат і часу надсилання радіосигналу.

Приймач Leica GS08 plus (рисунок 4.1) – GNSS приймач геодезичного класу з можливістю запису сирих даних. Запис даних здійснюється на карти пам'яті SD (Secure Digital). Вони встановлюються в польовий контролер.



Рисунок 4.1 - Приймач Leica GS08 plus

Стандартно комплект приймача забезпечений карткою пам'яті об'ємом 1 Гб, що забезпечує зберігання даних понад 1 року вимірювань [43].

Матеріали польових вимірювань містять такі дані:

- графік сеансу супутникових спостережень;
- схема GNSS-спостережень;
- схема прив‟язки до пунктів Державної геодезичної мережі;
- журнал супутникових спостережень;
- абрис земельної ділянки;
- каталог координат характерних точок земельної ділянки.

Приймач Leica GS08 створений відповідно до вимог стійкості до несприятливих впливів. Корпус спеціально розроблений з магнієвого сплаву, що дозволяє протидіяти удару, падіння та різним видам вібрації. Прилад працює в діапазоні температур від -40°C до +65°C. Він повністю вологозахищений (витримує занурення до 1м), пило- та брудозахисний, дає можливість працювати за будь-яких погодніх умов, навіть під зливою чи пилових бурях у степу [43].

Сучасне багатофункціональне програмне забезпечення Leica Geo Office та SmartWorx Viva застосовується для спільної обробки як ГНСС даних, так і класичних вимірювань. Це є особливо корисним, коли немає доступу до вихідного пункту і доводиться встановлювати базову точку поруч із пунктом.

Програмне забезпечення Leica Geo Office достатньо налаштувати один раз, щоб використовувати його на всіх етапах обробки отриманих даних. Панелі інструментів, параметри оцінки точності, відповідні екрани відображення інформації, порядок обробки, формати введення та виведення, маски імпорту і експорту текстових даних – все налаштування відбувається легко та швидко.

GNSS обладнання фірми Leica – це високоякісне технологічне обладнання, побудоване з вимогами сучасного користувача супутникових систем.

Розроблена технологія Leica SmartTrack дозволяє виконувати роботи у міських чи заліснених умовах, або коли захоплення даних кожного супутника може бути критичним. Це дозволяє виконувати роботи у складніших умовах, як ліс, місто, кар'єр, яр. Основні характеристики даної технології: швидке захоплення супутників, багатопроменеві придушення, відстеження супутників розташованих над горизонтом.

ВІТЗ

Основні характеристики приймача Leica GS08 (таблиця 3.2): GPS/ГЛОНАСС приймач; 120 каналів; GPS L1+L2, 1 Гц швидкість позиціонування легко модернізується за допомогою опцій[47].

Пам'ять: використовує картки пам'яті SD (Secure Digital), CF (Compact Flash), що встановлюються в польовий контролер, або внутрішню пам'ять польового контролера. Живлення: Змінна акумуляторна Li-Ion батарея: LEICA GEB212 (7.4V, 2.6Ач, Li-Ion) або LEICA GEB211 (1200+; 2.2Ач, Li-Ion) [47].

Призначення: Розвиток геодезичних мереж із сантиметровою точністю (довжина базової лінії не обмежена); виконання великомасштабної топографічної зйомки із сантиметровою точністю; винесення проекту із сантиметровою точністю у місцевій системі координат.

Точність вимірів у плані: статична зйомка: 3мм + 0.5мм/км. Точність вимірів за висотою: статична зйомка: 6мм + 0.5мм/км. Точність вимірів у плані: кінематична зйомка: 10мм + 1мм/км. Точність вимірів за висотою: кінематична зйомка: 20мм + 1мм/км. Точність вимірів у плані: диф. зйомка: 10мм + 1мм/км.

Точність вимірів за висотою: диф. зйомка: 20мм + 1мм/км [43]. Ударопрочность: Стійкий до вібрацій, відповідає стандарту ISO9022- 36-08. Витримує падіння з висоти 1м на тверду поверхню.

Вологозахищеність: IP67 захист від бризків та пилу; захист від короткочасного занурення у воду на 1 м; захист від вологості (постійної):100% відповідність ISO9022-13-06, ISO9022-12-04 та MIL STD 810F – 507.4-I [43].

Вага: 1.05кг (тільки приймач).

Час безперервної роботи від двох батарей: 7 годин. Діапазон робочої температури: від -40 ° С до +65 ° С.

Використовувані технології SmartTrack – сучасна технологія прийому сигналів усіх супутникових систем; SmartCheck – RTK технологія, що дозволяє контролювати точність та якість результатів вимірювань; SmartRTK – стабільна робота у будь-якій мережі базових станцій.

Додаткові опції: Опція ГЛОНАСС, опція запису сирих даних, опція RTK мережі [43].

Таблиця 4.2 - Характеристики Приймач Leica GS08 plus [47]

| ТОЧНІСТЬ | |
|---|---|
| Точність 2D (статика) | 5 мм + 0.5 ppm |
| Точність 3D (статика) | 10 мм + 0.5 ppm |
| Точність 2D (RTK) | 10 мм + 0.5 ppm (мережеве) |
| Точність 3D (RTK) | 20 мм + 0.5 ppm (мережеве) |
| Час ініціалізації | 6 с |
| **СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ** | |
| Канали (кількість) | 120 |
| Канали (особливості) | до 60 супутників одночасно на двох частотах |
| Супутникові системи | GPS, Glonass |
| Сигнали, що відстежуються | GPS: L1, L2, L2C (C/A, P, C Code), Glonass: L1, L2 (C/A, обмежений P Code) |
| Підтримувані технології | RTK, SmartCheck |
| **ЗАГАЛЬНІ** | |
| Рівень захисту | IP68 |
| Маса | 2.70 кг (комплект) |
| Запис даних | Виготовляється на 8 Гб SD-карту контролера. Необроблені дані Leica GNSS та дані RINEX до 5 Гц |
| Робоча температура | -30 ° .. +65 ° C |
| Температура зберігання | -40 ° .. +80 ° C |
| Розміри | Діаметр та висота антени: 186 мм та 71 мм. |
| Інтерфейс антени | Кнопка Увімк/Вимк і функціональна кнопка, 3 світлодіоди стану |
| Інтерфейс контролера | 640x480 пікселів (VGA) кольоровий TFT, підсвічування та сенсорна панель. CS10: книжковий, 26 клавіш, цифрова. CS15: альбомний, 65 клавіш QWERTY + 12 функціональних клавіш |
| Внутрішнє живлення | Змінна літій-іонна батарея (2.6 Ач / 7.4 В) |
| Зовнішнє живлення | Номінальна напруга 12 В постійного струму, діапазон 10.5 - 28 В постійного струму |

ВТЗ

| ІНТЕРФЕЙСИ | |
|---|---|
| Порти зв'язку | Універсальний порт USB/живлення, роз'єм Lemo 8-pin, Вбудований порт Bluetooth |
| Протоколи обміну даними з RTK | Leica, Leica 4G, CMR, CMR+, RTCM 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 MSM. NMEA VRS, FKP, iMAX, MAC (RTCM SC 104) |
| Вбудовані модеми | Підключення за допомогою контролера: 3.75G GSM/UMTS/CDMA, радіомодем |
| Можливість підключення зовнішніх модемів | Bluetooth GSM/GPRS/UMTS/CDMA |

Важливими характеристиками супутникових геодезичних приймачів є сигнали, які вони приймають, кількість частот і точність позиціонування. Від того, які сигнали супутникових систем отримує GPS приймач, залежить якість і стабільність збору даних. Кількість частот впливає на можливість роботи ГНСС приймача в різних режимах знімання. Точність позиціонування обладнання залежить від методу збору даних. Приймач працює в режимах знімання «Статика», «Швидка статика», «RTK».

У режимі «Статика» робота ведеться двома або більше GNSS приймачами. Вони за допомогою штативів встановлюються на характерні точки земної поверхні. Геодезичні ГНСС прилади здійснюють збір даних з доступних супутникових систем протягом тривалого проміжку часу (близько години). Координати точок отримуються при математичній обробці даних. Даний метод позиціонування є більш точним, але вимагає більше часу.

Режим «Швидка статика» за технологією не відрізняється від «Статика». Для роботи потрібен двох частотний ГНСС приймач. Збір даних із супутників займає не більше двадцяти хвилин. Допустима довжина базової лінії не перевищує десяти кілометрів. Отримання координат здійснюється при математичній обробці даних.

У режимі «RTK» отримують поправки до вимірювань та встановлюють місцезнаходження з сантиметровою точністю в режимі реального часу за допомогою приймача GNSS в мережі постійно діючих референцних GNSS станцій.

Перевагами використання мережного RTK є висока точність, простота,

ВІТЗ

економічність, можливість роботи практично в будь-якій точці України.

Для отримання доступу до поправок, користувач повинен мати приймач GNSS з можливістю прийняття RTK поправки через GSM/GPRS підключення з Інтернету.

За допомогою супутникового приймача Leica GS08 plus, були визначені координати пунктів планової основи. Прив'язка пунктів планової основи здійснювалась до пунктів Державної геодезичної мережі «Князеве» другого класу і «Тернова Балка» третього класу. Перевірка диференційного поля координатних поправок, які задаються ГНСС мережею наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 4.3 - Перевірка диференційного поля координатних поправок

| № п/п | Назва | Координати пунктів ДГМ, м (із Банку геодезичних даних) | | Координати пунктів ДГМ, м (виміряні) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | X | Y |
| 1 | «Князеве» | 5446428,025 | 7320543,210 | 5446428,056 | 7320543,248 |
| 2 | «Тернова Балка» | 5454603,162 | 7320768,742 | 5454603,211 | 7320768,793 |

Розбіжність у значеннях координат контрольних пунктів не перевищує 0,10 м, що задовольняє нормативні дані.

ГНСС знімання в режимі «RTK» являє собою топографічну зйомку, за результатами якої отримують план місцевості із зображенням ситуації та рельєфу. Під час зйомки, після математичної обробки даних, було отримано координати усіх об'єктів, що знаходяться на земельній ділянці.

Координати характерних точок об'єктів на земельної ділянці визначено в Державній системі координат СК-63 з подальшим перерахунком в УСК- 2000. Перед топографо-геодезичними вишукуваннями було проведено корегування планових матеріалів минулих років.

У якості отримання поправок до координат точок при виконанні робіт було використано послуги мережі перманентних GNSS-станцій компанії System Solution. GNSS-приймачі, розміщені на базових станціях мережі, сертифікованої в установленому порядку і мають метрологічні атестати. Положення базових станцій

ВІЗ

визначені в системі координат СК-63 і УСК- 2000, які мають жорсткі зв'язки з пунктами УПМ ГНСС. Перед початком роботи з постачальником послуг RTK-мережі, компанією System Solution, був укладений договір. У результаті спостережень отримано максимальне значення СКП=0,051 м, що задовольняє вимогам точності проекту.

Основною перевагою режиму є можливість точної обробки сигналу в реальному часі. Режим RTK дозволяє отримувати поправки в реальному часі, з точністю порядку 1 см в плані і 2 см по висоті. При передачі радіосигналу з супутника, він піддається різним спотворенням. Супутникові угрупування мереж ГЛОНАСС, GPS здатні визначити будь-яке місце на поверхні Землі з міліметровою точністю. Однак коли сигнал досягає поверхні через спотворення визначається вже не крапка в кілька міліметрів, а пляма від 10 до 100 метрів (в залежності від широти, кількості видимих супутників та інших умов).

Спотворення можуть бути вирівняні за допомогою наземної інфраструктури – спеціальних апаратних програмних комплексів.

Обробка геодезичних даних пунктів державної геодезичної мережі і польові обчислення виконуються в процесі роботи на геодезичному пункті. Вони передбачають обробку результатів вимірювань на кожному пункті та їх контроль згідно з допусками.

Координати базової станції LOZV наведено на рисунку 4.2.

ВПЗ

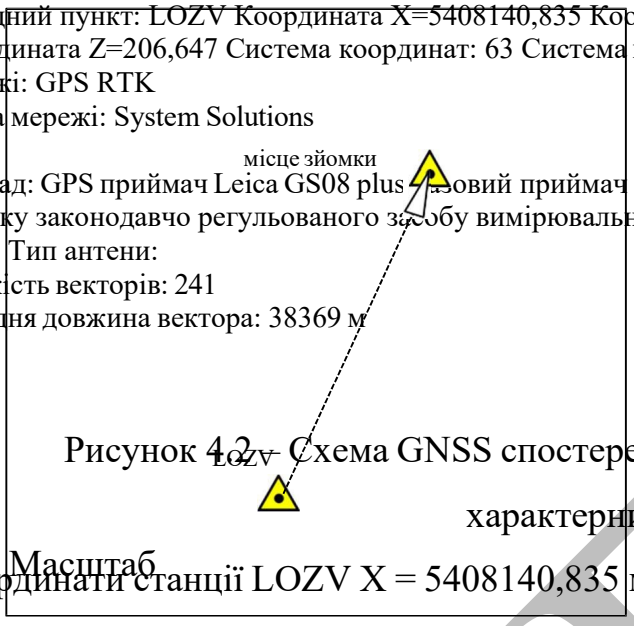



Рисунок 4.2 – Схема GNSS спостереження при визначенні координат характерних точок

Координати станції LOZV X = 5408140,835 м,Y = 5359632,360 м.

4.3 Аналітична обробка результатів вимірювань та картографічне моделювання території

За результатом проведених польових та камеральних робіт по координатах характерних точок земельної ділянки складено план в масштабі 1:5000 у ліцензійній програмі AutoCAD Map 3D 2014. Це окремий продукт, який запускається у будь-якій системі Windows. Програма дозволяє візуалізувати та аналізувати дані, що забезпечує широкий доступ до новітніх форматів даних геоінформаційних систем. Map 3D відображає три методи перегляду даних: вигляд поверхні; контуру; перспективи [48].

AutoCAD Map 3D складається з віртуальних блоків є відмінним інструментом для архітекторів і планувальників проектів. Його використовують в широкомасштабних напрямках: для створення житлових об‘єктів і великих місць для картографування.

Програмний продукт простий і легкий у використанні з планом місцевості. Потрібно вибрати форму та розмір земельної ділянки на карті чи плані, а потім помістити її в нове вікно програми за допомогою панелі інструментів. Можливе використання

ВШЗ

даного інструменту для креслень у заданому масштабі планів архітектури чи будівництва, вводячи дані вимірювань у відповідні поля: довжини, форми, розміри.

У розпорядженні велика кількість різних макетів, як налаштування офісної карти з кількома кімнатами.

Інтерфейс програми допомагає користувачеві зручніше масштабувати і трансформувати план чи карту.

Функція «Попередній перегляд у реальному часі» відображає рисунок, який буде виглядати, коли його буде надруковано.

При використанні функції шари можливе додавання повітряного зображення області, над якою працюємо. Дані зображення будуть орієнтиром при розробці та розробці плану. Ортофотозображення корисне для відображення показу змін у завершеній роботі або для демонстрації того, як об’єкти співпадають, щоб продемонструвати їх.

Аерофотознімок – це зображення місцевості, зроблене з повітря літальними пристроями. Аерофотознімки називають «аерофотозйомкою». Аерофотознімок використовують як шар для проектування та розробки планів. Аерофотозображення дають змогу відображати зміни, які були внесені на місцевість. Він надає вам інформацію про те, що було завершено, і де, можливо, ще залишилася робота. Ви можете використовувати його, навівши курсор на будь- яку точку на карті – при натисканні з’явиться вікно з обрисом будівлі в цьому місці [48].

3D-вид вашого дизайну та конструкцій. Перегляд тривимірного вигляду дизайну на карті відбувається за допомогою миші для перетягування або збільшення детальної інформації. Відображаються всі будівлі, споруди та об’єкти нерухомості, які були нанесені на даний момент. Також можливий перегляд зображення, як він буде виглядати після завершення.

Розроблено безліч інструментів для проектування карт у AutoCAD Map.

Інструмент виділення допомагає вибрати об’єкт, клацнувши по ньому мишею або перетягнувши стрілку, щоб створити поле вибору, а потім відпустити.

Діалогове вікно «Властивості будівлі» призначене для редагування характеристик, таких як висота, ширина. використовується для швидкої зміни дизайну.

ВШЗ

Інструмент «Стиль точки» дозволяє рисувати точки у будь-якому місці, де потрібно щось змінити, додати, видалити. Це допомагає вносити зміни при перевірці.

Доступ до інструменту хмари точок має можливість працювати з файлами хмари точок з різних джерел.

Інструмент «Хмара точок» використовується для відображення точок поверх цифрових моделей висот, а потім використання їх як еталону для створення карт у поєднанні з конкретним середовищем.

Вбудовані онлайн-підручники, з різними рівнями для кожного типу користувачів, призначені для орієнтування користувачів про різні можливості програмного забезпечення. Вони можуть отримати уявлення про роботу окремої функції, що допомагає заощадити час від перегляду всіх посібників AutoCAD Map 2014.

Навчальні посібники варіюються від початку з показу основ, таких як відображення точок, ліній, до більш складніших навичок, таких як редагування фігур за допомогою команд сценаріїв [48].

Картографічний програмний продукт AutoCAD Map 3D призначений для планування інфраструктури та управління нею. Завдяки інтеграції даних САПР та ГІС користувачі мають можливість приймати більш обґрунтовані проектні та управлінські рішення. Завдяки інтелектуальності моделей та інструментів забезпечується відповідність галузевим та державним стандартам. Інтеграція просторової інформації до бази даних робить дані доступними всім фахівцям, допомагаючи підвищувати якість, продуктивність роботи та ефективність управління об'єктами. Працюючи у звичному середовищі AutoCAD можливо:

- отримувати доступ до інформації та редагувати її;
- інтегрувати та аналізувати інформацію про об'єкти;
- ефективно обмінюватись проектною інформацією [48]. Картографічний програмний продукт AutoCAD Map 3D виконує:
- ділення поточних умов;
- інтеграцію та аналіз інформації про об'єкти;
- моделювання даних;
- обмін проектною інформацією.

AutoCAD Map 3D 2014 забезпечує зручний доступ до проектних та ГІС- даних, зображень, хмар точок, що надходять з найрізноманітніших джерел.

ВІТ

Використовуючи комплексні моделі систем газ, електропостачання, водопроводу та водовідведення, можливе впорядкування інформації про об'єкти, підтягнувши їх нормам галузевих стандартів. Можливості AutoCAD Map 3D 2014 дають перетворювати дані ГІС та САПР на інтелектуальні галузеві моделі (рисунок 4.3). Які можна наповнювати даними з джерел даних FDO та файлів DWG™, встановлюючи для них класифікацію та атрибути. Після завершення всіх змін модель зберігається у форматах dwg або dwt і може використовуватися в наступних проектах [48].

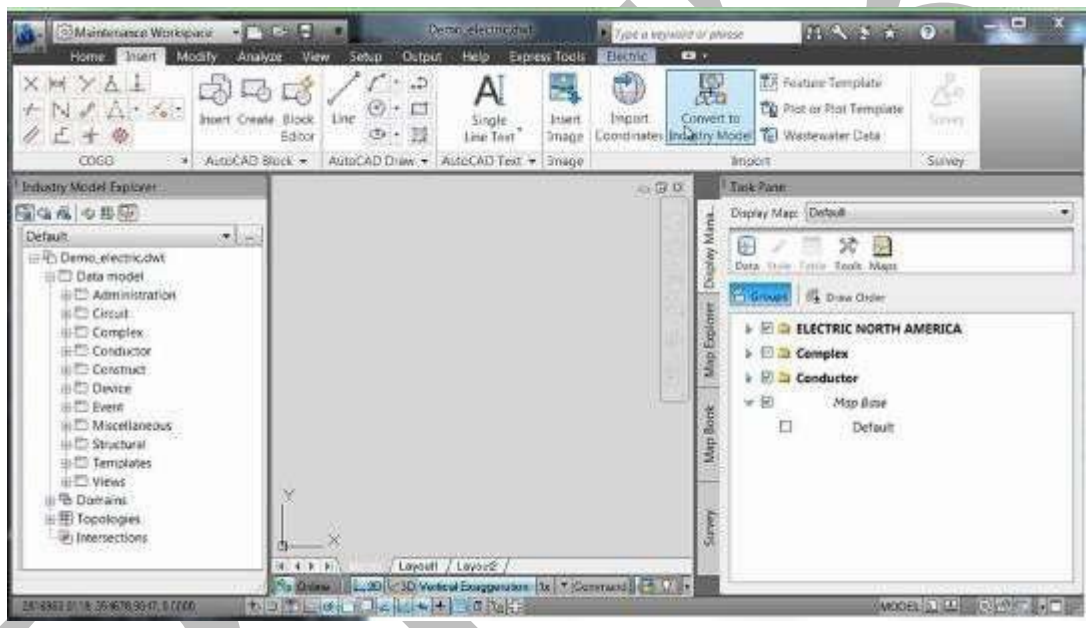



Рисунок 4.3 - Створення інтелектуальної галузевої моделі в AutoCAD Map 3D 2014

Фахівці з ГІС, планувальники та проектувальники інфраструктури можуть працювати у AutoCAD Map 3D 2014 з галузевими моделями у форматі Microsoft SQL Server. Завдяки покращеному FDO-джерелу методи роботи користувачів з моделями не відрізняються від прийнятих у системах Oracle [48].

Користувачі можуть отримати у AutoCAD Map 3D дані з галузевої моделі та заблокувати її. Отримані дані використовуються під час виїзних робіт, а результати редагування по черзі передаються в головну модель. Функції редагування та синхронізації забезпечують оновлення моделі відповідно до результатів автономної роботи користувачів.

Мобільний додаток AutoCAD WS забезпечує роботу з кресленнями AutoCAD. На

мобільних пристроях можливо переглядати, редагувати, передавати іншим користувачам файли за допомогою Autodesk Cloud. Мобільність ефективно впливає на організацію спільної роботи. Креслення, виконані в продуктах AutoCAD, та файли проектів зберігаються в онлайновому робочому просторі, до якого забезпечений простий та зручний доступ. Перегляд та редагування проектів здійснюються через браузер, або на мобільних пристроях. Це дозволяє спростити обмін даними та спільну роботу. Додаткове програмне забезпечення не потрібне, а для учасників програми передплати Autodesk доступ є безкоштовним [48].

Налаштування та використання лінійних систем координат у галузевих моделях AutoCAD Map 3D 2014 має можливість описувати лінійні системи координат. Які у галузевій моделі ґрунтуються на наявних у ній об'єктах та лінійних сегментах.

AutoCAD Map 3D 2014 допомагає використовувати і робити обмін даними з Civil 3D та AutoCAD Utility Design, що спрямовує на спільний доступ до галузевих моделей різних групам фахівців.

За допомогою AutoCAD Map 3D 2014 можна публікувати окремі DWG- файли у Autodesk Infrastructure Map Server (рисунок 4.4). Для публікації декількох файлів з об'єднанням в одну картку застосовується Infrastructure Studio 2014. При публікації в Autodesk Infrastructure Map Server враховуються шари FDO та шари AutoCAD разом з фільтрами даних, що забезпечує абсолютну візуальну відповідність без необхідності будь-яких додаткових перетворень [48].

ВПЗ

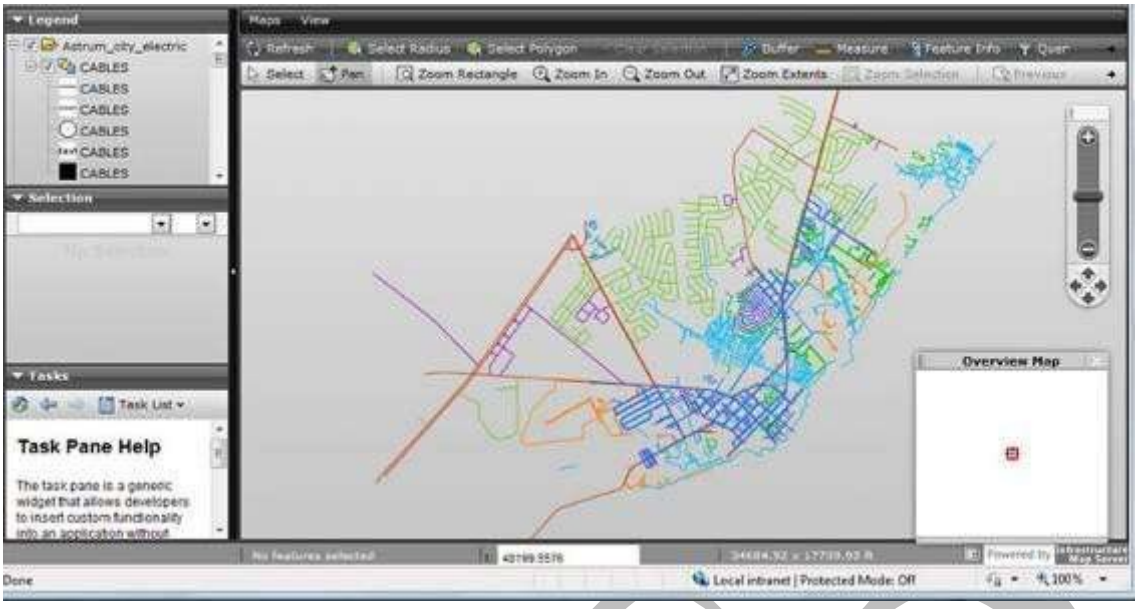



Рисунок 4.4 - Публікація окремих DWG-файлів у Autodesk Infrastructure Map Server

Карти та плани, призначені для публічного перегляду, стають більш інформативними з додаванням динамічних умовних позначень стрілок напряму на північ, графічних масштабів (рисунок 4.5).

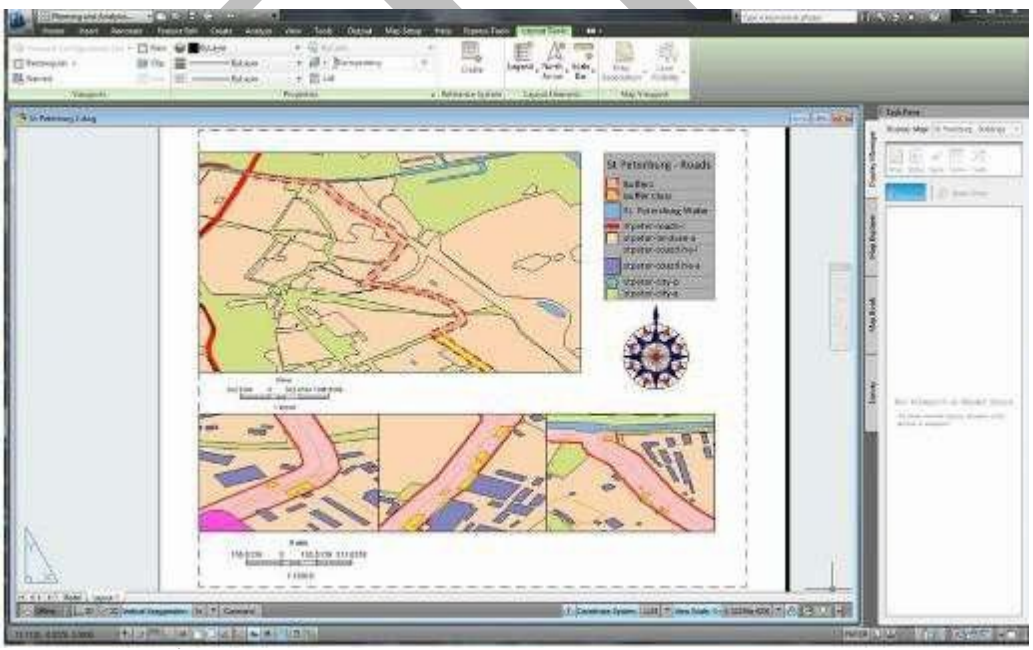


Рисунок 4.5 - Динамічні умовні позначення в AutoCAD Map 3D 2014

AutoCAD Map 3D 2014 має можливість редагування і створення нових умовних позначень. За допомогою цієї функції можна додати в картографічне середовище позначення, які широко використовуються і зрозумілі споживачам. Користувачі можуть редагувати і створювати умовні позначення відповідно до стандартів.

У програмі при наведенні курсору на елемент можна переглядати його властивості у спливаючих динамічних підказках та посиланнях (рисунок 4.6)

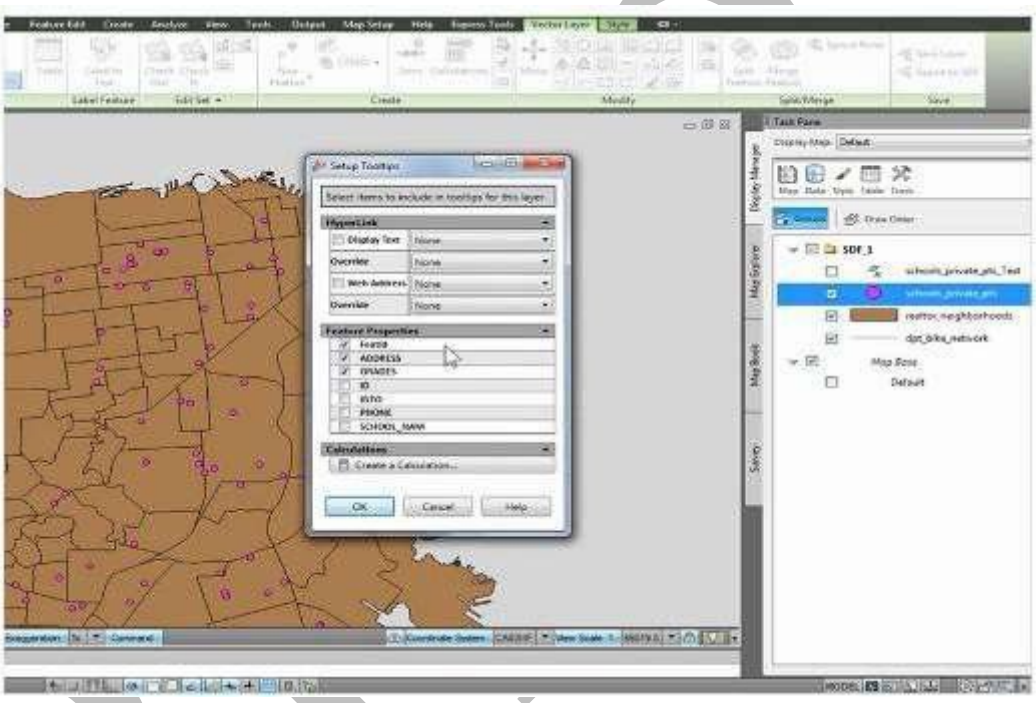


Рисунок 4.6 – Динамічні спливаючі підказки та посилання

Перенесення робочих процесів у хмару виконується за допомогою хмарного сервісу Autodesk 360. Це дозволяє швидко готувати фотореалістичні та панорамні зображення, не витрачаючи на це ресурси робочого комп'ютера, підвищуючи ефективність роботи.

Можливість роботи за межами приміщення, не будучи прив'язаним до офісного комп'ютера. Підвищена мобільність та покращений спільний доступ до ресурсів. Користувачі мають можливість працювати з файлами, які зберігаються у хмарі, перебуваючи в будь-якому місці поза офісом.

Зручний доступ, узгоджений із прийнятими методами роботи. Доступність потрібних продуктів Autodesk цілодобовий.

Топографічний план території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі та земельної ділянки для прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі наведено на рисунку 4.7.

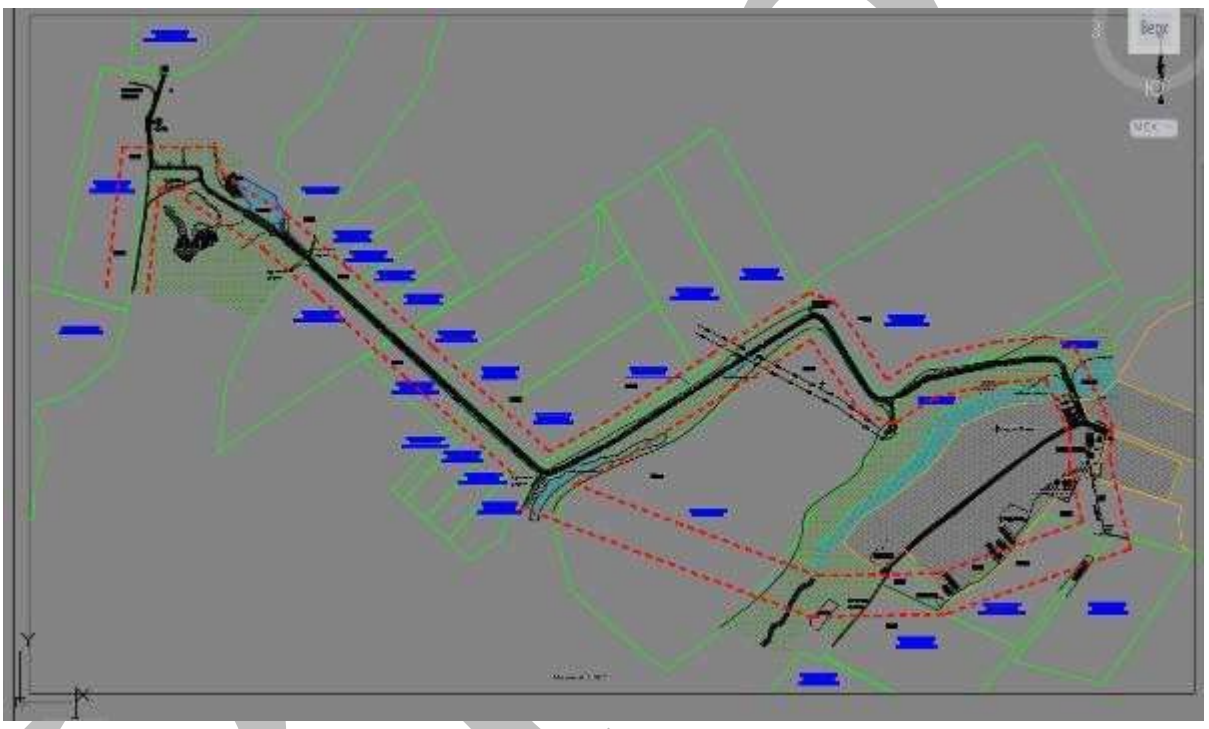


Рисунок 4.7 - Топографічний план майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі та земельної ділянки для прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі

Даний план буде використаний при проектуванні майданчика ТЗСУ Миролюбівської площі та земельної ділянки для прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі. Передбачено два варіанти прокдадання лінії електропередачі.

## 4.4 Модернізація технологічних процесів та методів управління геодезичними роботами

Проаналізувавши наземні методи вимірювань і порівнявши їх з методами дистанційного зондування землі прийшли до висновку, що кращим із варіантів можна вважати комбінований метод. Розкриємо переваги кожного з методів.

Серед поширених сучасних методів наземних геодезичних вимірювань найбільшою популярністю користується ГНСС-знімання за допомогою Global Navigation Satellite System-обладнання.

Слід зауважити, що у другому розділі цієї роботи розглядається Global Navigation Satellite System-обладнання. Саме воно має переваги над електронними тахеометрами для знімання на відкритих місцевостях та з великими площами (більше 50000 м$^2$).

Серед багатьох методів таких як статичний, Post Processing Kinematic, Real Time Kinematic, Differential Global Positioning System розглядається метод визначення координат у режимі Real Time Kinematic, як найбільш продуктивний і більш використовуваний.

Суть даного режиму визначення координат полягає в тому, що диференційні Global Navigation Satellite System поправки координат передаються із базової станції на роверний Global Navigation Satellite System приймач каналами бездротового зв‟язку саме під час знімання, а не після оброблення Global Navigation Satellite System спостережень камерально. Дана технологія дає змогу користувачу роверного Global Navigation Satellite System приймача отримати геодезичні координати сантиметрової точності у реальному часі.

Основні переваги використання режиму Real Time Kinematic:

- визначення координат можливе по усій зоні покриття мобільної мережі, де є Global System for Mobile/General Packet Radio Service сигнал і в місцях із можливістю підключення до мережі Інтернет за допомогою існуючих каналів зв'язку;

ВІГЗ

- робота у будь-якій необхідній системі координат безпосередньо;
- контроль точності вимірів у режимі онлайн, під час визначення координат;
- скорочення витрат на обладнання (для роботи не потрібний базовий приймач на пунктах з відомими координатами, досить одного комплекту роверного приймача);
- скорочення витрат на транспорт, персонал і охорону базового приймача (можливість проведення роботи одним користувачем);
- збільшення продуктивності праці, бо час для визначення одного пізнавального знаку складає кілька секунд;
- при роботі в режимі Real Time Kinematic, зникає необхідності виконувати постобробку базових ліній або врівноваження мережі;
- можливість використання додаткових сервісів – постобробка сирих даних Receiver Independent Exchange Format; використання згенерованої віртуальної базової станції при постобробці кінематичних вимірів Virtual Reference Station; автоматична обробка даних і оцінка точності на сервері мережі (Auto Post Processing);
- доступність даних двадцять чотири години на добу, сім днів на тиждень;
- можливість комплексного використання Global Navigation Satellite System мережі.

Виникають випадки, коли при отриманні координат в режимі Real Time Kinematic бездротовий зв‟язок з тої, чи іншої причини, недоступний для даної території робіт, тоді визначення координат виконується у режимі статики, з подальшою обробкою

ВІТЗ

даних Global Navigation Satellite System спостережень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, в камеральних умовах.

Розглянемо спільні характеристик ГНСС-роверів. Розповсюдженими є інтегровані моделі приймачів, які є універсальними (базою і ровером). Прийом супутникових сигналів здійснюється від усіх доступних сьогодні та майбутніх запланованих супутникових систем (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, IRNSS, QZSS, SBAS) та дозволяють автоматично приймати 200 – 600 (у деяких моделях до 1500) супутникових каналів. Інтерфейс складається із інформаційної панелі (світлодіодних індикаторів) і однієї кнопки керування, яка включає функції: вмикання, вимикання і перезавантаження приймача. Діапазон робочих температур від – 40 °С до + 65 °С. Захист від зовнішніх факторів приймається IP66 – IP68. Вага роверів з акумулятором становить 0,5-1,5 кг. Приймачі мають вбудовану пам'ять для запису сирих даних об'ємом 6-32 Гб.

Дистанційне зондування землі дозволяє отримувати просторову і непросторову інформацію про об'єкт або явище за допомогою реєструючого приладу, розташованого на відстані від об'єкта, що на земній поверхні. Існують наступні методи дистанційного зондування землі як космічне знімання, аерофотознімання, знімання безпілотними літальними апаратами у тому числі за видами – радіолокаційне, сканерне і теплове знімання [48].

Сьогодні активно розвивається аерофотознімання з легких літальних апаратів з дистанційним управлінням. Знімання безпілотними літальними апаратами набула широкого застосування в області інженерно-геодезичних вишукувань і топографічних знімань. Перевага методу знімання безпілотними літальними апаратами перед космічною та класичної аерофотозніманням полягає в:

- безпечному використанні обладнання, легкому транспортуванні, відсутності пілота і злітно-посадочних смуг;
- можливості перспективного знімання (під кутом до горизонту);
- отриманні якісних знімків з високим просторовим розширенням і відсутністю атмосферних спотворень;

ВІТЗ

- можливості панорамного знімання;
- у високій продуктивності праці за рахунок оперативного отримання даних.

Використання безпілотного літального апарату при організації знімальних робіт складається із трьох етапів:

I етап. Вибір на місцевості розпізнавальних знаків і їх прив'язка до пунктів державної геодезичної мережі, що впливають на точність результатів знімання;

II етап. Знімання ділянки місцевості в автоматичному режимі, майже без участі оператора, по заданому маршруту із перекриттям кадрів і висотою польоту зазначених в параметрах приладу;

III етап. Камеральна обробка результатів знімання полягає в опрацюванні об"єднаних усіх фотографій за допомогою ліцензійного спеціального програмного забезпечення.

В результаті дистанційного знімання складається ортофотоплан високої роздільної здатності та тривимірна цифрова модель у вигляді щільного хмари точок. Кінцевим результатом обробки інформації є цифровий топографічний план із цифровою моделлю рельєфу.

При використанні бюджетних і непрофесійних безпілотних літальних апаратів, за умови детальної планово-висотної підготовки знімків за допомогою Global Navigation Satellite System-приймача та відображення перекриття фотознімків, а також використання спеціального ліцензійного програмного забезпечення можна одержати достатньо якісний ортофотоплан для великомасштабного топографічного знімання у короткий термін та незначними витратами.

ВІГЗ

# ВИСНОВКИ

Процес інженерно-геодезичних вишукувань включає створення геодезичної основи і виявляє невідповідності властивостей ділянки вимогам законодавства. Під час проведення робіт аналізують рельєф, площу, комунікації та мережі на земельній ділянці. Формують топографо- геодезичний звіт про проведені інструментальні вимірювання на території. Результати топографічної зйомки затверджуються органами державної та виконавчої влади.

Інженерно-геодезичні вишукування – це комплекс робіт з отримання точних даних про земельну ділянку. Визначаються межі і параметри території, встановлюються координати характерних точок території. Сучасними наземними методами топографічних знімань є: фотограмметричне знімання; лазерне сканування; тахеометричне знімання; знімання за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС).

Об'єктом топографо-геодезичного вишукування на території Надеждівського старостинського округу Лозівської міської ради Лозівського району Харківської області є майданчик ТЗСУ Миролюбівської площі та земельна ділянка для прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі. Орієнтовна площа зони проведення робіт становить 25 га.

Майданчик ТЗСУ Миролюбівської площі планується розмістити на землях с/г призначення. Прокладання лінії електропередачі до ТЗСУ Миролюбівської площі планується здійснити через заболочені бачки, вздовж існуючої дороги з твердим покриттям, польової ґрунтової дороги, а також через частину (а саме вулицю) населеного пункту с. Миролюбівка до точки підключення.

Миролюбівка – село в Україні, у Лозівському районі Харківської області. Населення становить 75 осіб. Орган місцевого самоврядування – Надеждівська сільська рада.

Село Миролюбівка знаходиться на відстані 1 км від Краснопавлівського водосховища. По селу протікає струмок що пересихає із загатами.

У селі Миролюбівка розташована трансформаторна підстанція ТП- 0163./10кВ

ВПЗ

від якої планується прокладання лінії електропередачі до Миролюбівської площі. Через село прокладено повітряні лінії електропередачі – 0,4кВ.

Довжина лінії електропередачі становитиме до трьох кілометрів. Найнища висота точки на поверхні земельної ділянки $H_{min}$=122,00 м, а найвищої $H_{max}$=143,00 м. Перепад висот території складає 21,00 м.

Інженерно-геодезичні роботи виконувалися в державній системі координат 1963 року та Балтійській системі 1977 року висот.

Геодезичною основою для виконання топографічних зйомок у масштабі 1:5000 було прийнято державну геодезичну мережу другого і третього класів. Поряд з місцем знімання розташовуються шість пунктів. При ГНСС зйомці прив'язку було прийнято до двох пунктів:

- «Тернова Балка М372531900»;
- «Князеве (М362223000)».

Для отримання поправок при зніманні в режимі спостережень RTK було вибрано мережу System.NET.

Номенклатура листів топографічних карт масштабу 1:10000 для інженерно-геодезичних робіт: М-37-97-Б-г-4; М-37-97-Г-б-2; М-37-98-А-в-3; М-37-98-В-а-1.

Номенклатура листів топографічних карт масштабу 1:10000 для інженерно-геодезичних робіт: Х-40-68-г-г-2; Х-40-68-г-г-4; Х-40-69-в-в-1; Х- 40-69-в-в-3.

Прокладання ліній електропередачі відбуватиметься через село Миролюбівка, землі запасу комунальної власності і сільськогосподарські угіддя приватної та державної власності.

У ході проведення польових робіт спеціалістами було враховано фактичну ситуацію на місцевості буферною зйомкою по 25 м віл проектної осі прокладання ліній електропередачі, а саме: розташування лісосмуг, польових ґрунтових доріг та доріг з твердим покриттям, природні зміни рельєфу (балки, струмки). Також були проведені виміри фактичного землекористування землями внесеними до Державної бази даних.

Топографо-геодезичні роботи проводились шляхом виконання польових геодезичних робіт з подальшою їх камеральною обробкою та нанесенням на

ВГЗ

планово-картографічний матеріал в масштабах і обсягах відповідно до вимог замовника та нормативно-технічних документів.

Знімання території об`єкту проектування на місцевості та прилеглої території виконувалося за допомогою двох частотного супутникового приймача GNSS RTK приймача GPS «Leica Geosystems» GS 08 plus. № 1852024 та електронного тахеометру Trimble M3 5” DR, які мають повірочні сертифікати.

За результатом проведених польових та камеральних робіт по координатах характерних точок земельної ділянки складено план в масштабі 1:5000 у ліцензійній програмі AutoCAD Map 3D 2014.

Проаналізувавши наземні методи вимірювань і порівнявши їх з методами дистанційного зондування землі прийшли до висновку, що кращим із варіантів буде комбінований метод.

ВПЗ

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. Бабій В. В. Виконання геодезичних робіт за допомогою БПЛА / Віталій Васильович Бабій / Матеріали XV Міжнародна науково-практичної конференції молодих учених і студентів «ПОЛІТ. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ». – К.: НАУ. – 2015. – с. 120.

2. Боб Бут, Джеф Шанер, Энди МакДоналд , Фил Санчес. Робота с базами геоданных. Упражнения. - ESRI – Дата+, 2004

3. Географічна енциклопедія України. Київ, 1990-1992.

4. Геодезичний енциклопедичний словник / За редакцією Володимира Літинського. – Львів: Євросвіт, 2001.

5. Глотов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Глотов, А. Гуніна // Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. – 2014. – вип.. II(28). – С. 65–70.

6. Глотов В. М. Застосування стереофотограмметричного методу для створення картматеріалів при проектуванні генеральних планів сільських населених пунктів / Глотов В.М., Кордуба Ю.Г. // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2011. – № 74. – С. 97–101.

7. Глотов В., Церклевич А. Аналіз і перспективи аерознімання з безпілотного літального апарата / В. Глотов, А. Церклевич, О. Збруцький, В. Колісніченко, О. Прохорчук, Р. Карнаушенко, В. Галецький // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. – Вип. I (27), 2014. – С. 131–136.

8. Глотов В. Аналіз і перспективи аєрофотознімання з БПЛА / В. Глотов, А. Церклевич, В. Колісніченко, О. Прохорчук. // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища GPS і GIS технології: зб. наук. матер. XVIII Міжн. наук.-техн. симпозіуму. – (Алушта, вересень 2013). – Львів. – 2013. – С. 5-10.

9. Державні будівельні норми України планування та забудова сільських




ВІТЗ

поселень (ДБН Б.2.4.-1-94) / Міністерство України у справах будівництва і архітектури. – К., 1994.

10. Добряк Д.С. Стан і перспективи розвитку землеустрою в Україні, 2015.

11. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затвердженою наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09 квітня 1998 року №56, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 23 червня 1998 року за №393/2833.

12. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затвердженою наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18 травня 2010 року

№376, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 16 червня 2010 року за №391/17686.

13. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №56 від 9 квітня 1998 р.

14. Інструкція зі складання технічних звітів про геодезичні, астрономічні, гравіметричні та топографічні роботи від 1971 р.

15. Інструкція користувача: GPS-приймач Leica-GS08-CS10.PDF

16. Інструкція про типи центрів геодезичних пунктів. ГКНТА -2.01.02-01.93.К., 1994.

17. Зацерковний В.І., Тустановська Л.В. Геоінформатика: навч. посіб. / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ; Ніжин : Вид-во НДУ ім. М. Гоголя, 2018. - 467 с.

18. Костірков С.В. Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля: наукова монографія/ С.В. Костріков. –Харків: Видавництво ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. –484 с.

19. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних планах і

ВІЗ

картах масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000 затверджений наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №25 від 09.03.2000 р.

20. Костецька Я. М. Геодезичні прилади / Я. М. Костецька // Частина ІІ. Електронні геодезичні прилади. – Львів: 2000.

21. Основні положення створення Державної мережі України. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.06.1988р. №884.

22. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.1994 р.

23. Островський А. Л. та ін. Геодезія. Частина перша. Топографія: навч. посібник

/ А. Л. Островський, О. І Мороз, З. Р. Тартачинська, І. Ф. Гарасимчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2011. – 440 с.

24. Островський А. Л. та ін. Геодезія: підручник. Частина друга / А. Л. Островський, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський; за заг. ред. А. Л. Островського. – Львів: Видавництво Національного університету

«Львівська політехніка», 2008. – 564 с.

25. Перелік умовних скорочень, що вживаються при складанні топографічних карт, затверджений начальником Укргеодезкартографії 11.07.1997 р. та начальником топографічного управління ГШ ЗС України 04.06.1997 р.

26. Положення про порядок організації контролю при виготовленні цифрових карт затверджено начальником Укргеодезкартографії 14.02.1997 р.

27. Положення про редагування цифрових карт місцевості, які виготовляються на основі картографічних матеріалів з використанням растроскануючого обладнання, затверджено начальником Укргеодезкартографії 02.06.1997 р.

28. Положення про складання технічних проектів і програм на виконання

загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт,

затверджено заступником Міністра екології та природних ресурсів 7 березня 2001 р.

29. Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затвердженого наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 02 грудня 2016р. №509, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 19 грудня 2016 року за №1646/29776.

30. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 295 від 3.08.2001 р.

31. Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013 зі змінами №1 та №2) Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України, 2003 рік

32. Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затвердженого наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 02 грудня 2016р. №509, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 19 грудня 2016 року за №1646/29776

33. Розміри плати за послуги НДІ геодезії і картографії (http://dgm.gki.com.ua/ua/cini-on-poslugi).

34. Сторінка Digitals в Вікіпедії http://ru.wikipedia.org/wiki/Digitals

35. Сторінка GeoGuide http://www.geoguide.com.ua/

36. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 295 від 3.08.2001 р.

37. Форум користувачів програми http://www.geosystema.net/forum

38. Нестеренко С.В. Особливості функціонування Національної кадастрової системи України в умовах реформування галузі / С.В. Нестеренко, Г.І. Шарий, В.В.



ВГЗ

Щепак, Т.С. Одарюк // Містобудування та територіальне планування. – Київ: КНУБА, 2021. – С. 182-194.

39. Шарий Г.І., Нестеренко С.В. Ефективність проведення інвентаризації земель для ОТГ. V Всеукраїнська науково-практична конференція «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення», м. Херсон, ХДАЕУ, 04-05.03.2021. С. 116-118.

40. Чернишов Є.О., Сенич В.К., Нестеренко С.В. Роль електронних геодезичних приладів у сучасній геодезії // Збірник тез 72-ої наукової конференції Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Том 1. (21.05-15.06.2020) – Полтава: НУПП, 2020. – С. 41-42.

ВПЗ