

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

к.е.н., доцент

_____ Оксана МАЛАЩУК

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Геодезія та землеустрій»
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ
МЕРЕЖ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ
З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ
ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

Науковий керівник:

_____ к.е.н. доц. В'ячеслав ФОМЕНКО

Рецензент:

_____ Олег ШУРИПА

Виконав здобувач заочної форми навчання

_____ Наталія ОВЧАРОВА

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень. Використання
ідей і текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ Наталія ОВЧАРОВА

ОДЕСА – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії
Кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру
Освітній рівень другий (магістерський)
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. завідувача кафедри

к.е.н., доцент В'ячеслав ФОМЕНКО

« _____ » _____ 202_р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Овчарова Наталія Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: «Дослідження використання даних мереж базових станцій з метою створення знімальної геодезичної мережі для топографічного знімання земельної ділянки».

Керівник проєкту: к.е.н. доц. В'ячеслав ФОМЕНКО, затверджені наказом закладу вищої освіти від _____ 202__ р. № _____.

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: схема пунктів полігонометрії

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; огляду літератури; загальні відомості про району робіт; проєкт планово-висотної геодезичної основи та топографічне знімання; технології виконання робіт; економічне обґрунтування робіт; висновки; список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема топографо-геодезичного забезпечення. 2. Схема трансформційного поля 3. Проєкт геодезичної мережі згущення. 4. Топографічний план земельної ділянки.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Огляд літератури за темою роботи		
2	Фізико-географічна характеристика району робіт		
3	Проект планової геодезичної основи та топографічне знімання		
4	Технологія виконання робіт		
5	Економічне обґрунтування робіт		
6	Висновки. Список використаної літератури.		
7	Оформлення графічних матеріалів Передзахист кваліфікаційної роботи на кафедрі		

Здобувач ОС «Магістр»

(підпис)

Наталія ОВЧАРОВА

Науковий керівник

(підпис)

В'ячеслав ФОМЕНКО

Гарант ОПП

(підпис)

Оксана МАЛАЩУК

РЕФЕРАТ

Дослідження використання даних мереж базових станцій з метою створення знімальної геодезичної мережі для топографічного знімання земельної ділянки. – Кваліфікаційна робота. ОДАУ кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру. 2025. – 83 сторінки текстової частини, 10 таблиць, 18 літературних джерел, 3 аркушів графічної частини формату А1.

Текстова частина складається з: вступу; огляду літератури; загальні відомості про об'єкт робіт; аналізу сучасного стану топографо-геодезичної основи; проекту планово-висотної геодезичної основи та топографічне знімання; технології виконання робіт; економічного обґрунтування робіт; висновків; списку використаної літератури.

Графічна частина містить: схему топографо-геодезичного забезпечення; схему трансформаційного поля; проєкт геодезичної мережі згущення від точок трансформаційного поля; топографічний план земельної ділянки.

Об'єктом розробки кваліфікаційної роботи являється земельна ділянка в Приморському районі м. Одеса.

Ключові слова: ЗНІМАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА МЕРЕЖА, ТРАНСФОРМАЦІЙНЕ ПОЛЕ, GPS-СПОСТЕРЕЖЕННЯ, GNSS-МЕРЕЖА, ТОПОГРАФІЧНИЙ ПЛАН.

Кваліфікаційна робота об'єднує комплекс проєктних рішень щодо топографо-геодезичних робіт по створенню сучасними методами знімальної геодезичної мережі для забезпечення топографічного знімання земельної ділянки.

Зміст

Вступ	6
Розділ 1.	8
1.1. Огляд літератури	8
1.2. Аналіз та дослідження розвитку GNSS технологій	16
Розділ 2. Загальні відомості про об'єкт та район робіт	40
2.1. Цільове призначення робіт	40
2.2. Коротка фізико-географічна характеристика району робіт	41
2.3. Топографо-геодезична забезпеченість району робіт	44
Розділ 3. Проєкт планової геодезичної основи та кадастрове знімання	47
3.1. Проєктування планової знімальної геодезичної мережі	47
3.2. Прилади для виконання геодезичних робіт	54
3.3. Технологія проведення польових робіт по розбудові знімальної мережі	64
3.4. Топографічне знімання	68
Розділ 4. Економічне обґрунтування робіт	75
Висновки	79
Список літератури	82
Графічні матеріали	
1. Схема забезпечення об'єкту вихідними геодезичними даними та трансформаційного поля	
2. Проєкт створення планової геодезичної основи від точок трансформаційного поля	
3. Топографічний план	

Вступ

За останні півтора десятка років став доступним для використання значний потенціал Глобальної системи визначення місцеположення (GPS), призначеної для навігації та визначення координат різних об'єктів, для наукових та прикладних досліджень. Головними факторами бурхливого розвитку GPS є її всепогодність, оперативність, висока точність, малі габарити приймальної апаратури, простота експлуатації і відносно невелика вартість. До цього слід додати, що конфігурація орбіт GPS-супутників дозволяє практично з будь-якої точки земної поверхні приймати сигнали щонайменше від чотирьох супутників. Висока точність забезпечується принципом вимірювань, який базується на визначенні псевдовідстаней "GPS-супутник — GPS-приймач" по різниці фаз сигналу, прийнятого від супутника, та сигналу, що генерується приймачем.

Використання сучасних технологій суттєво розширило рамки вирішення завдань навігаційного і геодезичного напрямку. Супутникові радіонавігаційні системи (GPS, ГЛОНАСС) дозволяють в більшості випадків (в порівнянні з традиційними методами) досягти більш високої точності місце визначення об'єкта з меншими економічними витратами.

В результаті науково-технічного прогресу відбуваються потужні зміни у технологіях і методах проведення топографо-геодезичних робіт, що виявляється у більш широкому застосуванні GNSS-технологій для визначення положення вихідних точок знімальної геодезичної мережі.

При розробці даної кваліфікаційної роботи передбачено створення планової основи у вигляді теодолітного ходу для проведення топографічного знімання земельної ділянки в Приморському районі м. Одеси.

Кінцевим етапом є отримання топографічного плану земельної ділянки М 1:500. Під час проєктування теодолітного ходу передбачено визначити координати його вихідних пунктів за допомогою мережі базових станцій «Системнет».

В кваліфікаційній роботі на основі дослідження зроблена спроба визначити переваги та недоліки під час використання мережі базових станцій «Системнет». Дослідження проводилися з використанням двочастотного супутникового комплексу “Leica GS14” з прийомом сигналів від системи GPS.

Розділ 1

1.1. Огляд літератури

Розробка кваліфікаційної роботи була розпочата з аналізу законодавчих та нормативних актів в галузі землеустрою та геодезії.

В першу чергу проаналізовано керівний технічний документ щодо побудови державної геодезичної мережі (ДГМ) супутниковими методами створений відповідно до чинних Порядку побудови Державної геодезичної мережі. В якому зазначається, що Державна геодезична мережа складається з мережі геодезичних пунктів, рівномірно розміщених на території держави, що забезпечує поширення систем координат і висот та гравіметричної системи і є вихідною для створення інших мереж.

Складовими Державної геодезичної мережі є геодезична (планова), нівелірна (висотна) та гравіметрична мережі, пункти яких повинні бути суміщені або між якими встановлено надійний геодезичний зв'язок.

Геодезична (планова) мережа включає українську постійно діючу (перманентну) мережу спостережень глобальних навігаційних супутникових систем та геодезичні (планові) мережі 1, 2 і 3 класу.

Нівелірна (висотна) мережа включає нівелірні (висотні) мережі I, II, III і IV класу.

Гравіметрична мережа включає фундаментальну гравіметричну мережу та гравіметричну мережу 1 класу.

ДГМ призначена для вирішення загальнодержавних, оборонних, науково-дослідних та інших завдань:

- розповсюдження єдиної державної системи координат і висот на всю територію держави;
- поширення єдиної системи гравіметричних вимірювань на території держави;
- вивчення фігури і гравітаційного поля Землі та їх змін у часі;

- дослідження геодинамічних явищ та сучасних вертикальних рухів земної поверхні;
- вивчення зон деформацій земної поверхні для уточнення карт загального та локального сейсмічного районування;
- дослідження рухів полюсів та нерівномірності обертання Землі;
- геодезичного забезпечення картографування території країни, у тому числі акваторій морів та внутрішніх водойм;
- геодезичного забезпечення виконання кадастрових зйомок та ведення державних кадастрів;
- забезпечення функціонування національної інфраструктури геопросторових даних;
- геодезичного забезпечення вивчення природних ресурсів та моніторингу навколишнього середовища;
- постачання вихідних геодезичних даних для засобів наземної, морської та аерокосмічної навігації;
- метрологічного забезпечення високоточних технічних засобів визначення місцеположення та орієнтування.

Згідно Постанови КМУ № 1075 від 13.07.98 р «Про порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) під час проведення топографо – геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок» [2], апаратура підлягає обов'язковій реєстрації та обліку в Держгеокадастрі за винятком апаратури СРНС Міноборони, МВС, СБУ. Реєстрація та облік якої здійснюється Центральним топографічним управлінням Генерального штабу Збройних Сил України. Також треба зазначити, що проведення геодезичних робіт з використанням апаратури потребує сертифікату, яка видається Держгеокадастром.

В «Порядку топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» [3] викладено нормативні вимоги до виконання повного комплексу робіт великомасштабних топографічних знімів.

«Інструкцією з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України» [4] викладено загальні вимоги до методів обстеження та оновлення пунктів ДГМ організаціями та суб'єктами підприємницької діяльності всіх форм власності.

«Інструкція про типи центрів геодезичних пунктів (ГКНТА – 2.01,02-01-93)» [5] містить єдині вимоги до типів центрів ДГМ, мереж місцевого значення з урахуванням природних умов, можливості відновлення, здешевлення вартості.

В ГКІНіП – 02-262-02 «Інструкція з розвитку знімального обґрунтування і зйомки ситуації та рельєфу з застосуванням глобальних навігаційних супутникових систем ГЛОНАСС і GPS» [6] від 18 січня 2002р №3 – пр. описано порядок проведення робіт з розвитку знімального обґрунтування і зйомки ситуації та рельєфу за допомогою апаратури глобальних навігаційних супутникових систем. Розглянуто: порядок проведення проектування, рекогносцировки, виробництва супутникових визначень різними методами та розглянуті загальні рекомендації по попередній обчислювальній обробці.

В ГКІНіП – 01-271-03 «Керівництво з розвитку та реконструкції міських геодезичних мереж з використанням супутникових систем ГЛОНАСС та GPS» [7] від 13.05.2003 № 84 – пр. вказано призначення міських геодезичних мереж їх класифікація та щільність, розглядаються параметри апаратури, які можна застосовувати для вимірювання в містах. Описується проведення польових робіт з використанням супутникової апаратури, подальша камеральна обробка вимірів. Детально описано проектування геодезичних робіт.

У праці Ю.К. Неумивакіна і М.І. Перського „Геодезичне забезпечення земельпорядних та кадастрових робіт” [9] висвітлено основні можливості та переваги застосування системи GPS у практиці інженерно-геодезичних

вишукувань, порівняно із традиційними технологіями збирання геодезичних даних. В ній підтверджено важливе значення GPS-методу для широкого застосування у топографічних, землевпорядних та земельно-кадастрових роботах.

У підручнику Б. Гофманн-Велленгофа, Г. Ліхтенеггера, Д. Коллінза „Глобальна система визначення місцеположення. Теорія і практика”[10] висвітлюються питання функціонування та застосування системи GPS, методи побудови GPS мереж, планування спостережень, отримання та обробка даних польових вимірів. В ньому приведені рекомендації щодо вибору місця GPS спостережень, визначення положення пункту, статичних та кінематичних методів спостереження, вимоги до польового обладнання, планування геодезичного знімання, вибір оптимального вікна спостереження, вибір сесії, рекогностування на території, підготовка карти, організація виконання спостережень, розрахунок мінімальної кількості сесій, типи мереж, прив’язка до національної системи координат, виконання зйомки, прив’язка до контрольних пунктів, обробка даних, передача даних спостережень, контроль якості, перетворення координат пункту у систему координат мережі, обчислення координат, звіт про виконане геодезичне знімання.

В навчальному посібнику В.П. Мацко та А.М.Голубєва „Введення в геотроніку” [11] розглянуті фізичні і геометричні основи супутникових навігаційних геодезичних систем для знаходження координат наземних об’єктів і електронних методів вимірювання в сучасній геодезії.

В науковому виданні професора С.Г.Могильного „Геодезія” ч.1[12] висвітлені загальні принципи організації і виконання топографо-геодезичних робіт, принципи визначення координат за допомогою супутникових навігаційних систем, поняття про топографічні карти та плани, рельєф місцевості, умовні знаки.

Ф.Т. Шумаков конспект лекцій з дисципліни «Супутникова геодезія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання, спеціальності 7.070900

«Геоінформаційні системи та технології») [13] Застосування відносного методу для визначення координат дозволяє вимірювати вектори між пунктами в міліметровому діапазоні точності. Відповідно до цього ставляться вимоги до точності вихідної планово-висотної основи. Для розвитку спеціальних мереж як вихідну основи використовуються пункти з середньою квадратичне похибкою взаємного положення не більше $5 \text{ мм} + 2 \times 10^{-7} D \text{ мм}$ для кожної планової координати і $7 \text{ мм} + 3 \times 10^{-7} D \text{ мм}$ для геодезичних висот. Цим вимогам задовольняє СГМ, яка буде створена в майбутньому. До побудови СГМ допускається використовувати як вихідної основи пункти існуючої АГМ.

На об'єктах площею до 100 км^2 кількість пунктів планової мережі повинно бути не менше трьох. Вихідні пункти повинні бути рівномірно розподілені по межі об'єкта. Відстань між ними має бути не більше 60 км . Максимальне видалення від кордону об'єкта не повинна перевищувати 40 км . Додаткові (надлишкові) вихідні пункти можуть розташовуватися усередині об'єкта робіт. При більшій площі об'єкта число пунктів вихідної планової мережі пропорційно збільшується.

У мережах витягнутої форми вихідні пункти повинні розташовуватися на початку, середині і наприкінці мережі. Відстань між ними має бути не більше 60 км .

У результаті супутникових вимірів визначаються геодезичні висоти пунктів. Для переходу від геодезичних висот до нормальних необхідно знати висоту квазігеоїда (геоїда) над еліпсоїдом, яка не є постійною величиною через хвилеподібність поверхні геоїда. Висоти геоїда над еліпсоїдом можна отримати безпосередньо на об'єкті робіт шляхом виконання супутникових вимірів на реперах існуючої висотної мережі (будь-якого класу) або спеціальної прив'язки пунктів створюваної мережі до неї.

На об'єктах площею до 100 км^2 кількість реперів вихідної висотної мережі повинно бути не менше чотирьох, рівномірно розподілених по межі

об'єкта і всередині об'єкта. При більшій площі об'єктів пропорційно збільшується кількість реперів вихідної висотної мережі.

У гірських районах, де дуже виражені варіації хвиль геоїд, кількість реперів вихідної висотної мережі має бути збільшено в 1,5-2 рази.

На об'єктах, які мають витягнуту форму, відстань між реперами вихідної висотної мережі повинно бути не більше 5 км, якщо ширина об'єкта не перевищує 5 км. При більшій ширині необхідно мати додаткові реperi нівелювання, розташовані по обидва боки об'єкта.

В підручнику А.Л.Островського, О.І.Мороза, В.Л.Тарнавського „Геодезія” [14] детально розглянуті принципи роботи систем визначення просторового положення точок; виділені найважливіші відомості про будову глобальних навігаційних систем, а саме детально описаний комірний сегмент, який у розвиненому стані спроможний забезпечити у глобальному масштабі можливість одночасного спостереження від чотирьох до восьми супутників для кутів відсікання понад 15 градусів, сегмент керування, який виконує спостереження за штучними супутниками землі (ШСЗ), здійснює синхронізацію годинників та оновлення даних, та сегмент користувача, який представлений власниками приймачів сигналів ШСЗ. Також підручник містить інформацію про будову супутникових передавачів, супутникових приймачів системи GPS. Значну увагу автори підручника приділили супутниковим методам визначення координат: технології GPS – вимірювання, статичному методу визначення координат пунктів, визначенню координат методом «stop and go», роботі у режимі «кінематика» . Матеріал по будові державних геодезичних мереж (ДГМ) супутниковими методами був представлений проектуванням та рекогноситуванням просторових супутникових геодезичних мереж (СГМ), відомостям по складанню робочого проекту, та оглядом приладів для проведення даного виду робіт.

В роботі Геніке А.А. та Победінського Г.Г. «Глобальні супутникові системи, визначення місця розташування та їх застосування в геодезії» [15]

розглянуті основні принципи роботи супутникових систем, координатних визначень GPS та ГЛОНАСС. Описаний комплекс питань, пов'язаний з методами вимірювань та обчислень, характерних для геодезії, а також використання в супутникових системах координат і часу, їх перетворення. Проаналізовані основні джерела похибок та методи послаблення її впливу. Викладені особливості проектування геодезичних мереж, складених супутниковими методами включаючи редукування та врівноваження таких мереж. Підвищена увага приділена питанням застосування розглядаємих супутникових систем при рішенні широкого кола геодезичних задач. Відмічені перспективи подальшого розвитку супутникових методів. Робота розрахована на спеціалістів, які займаються питаннями використання супутникових систем в геодезії, геодинаміці та землевпорядкуванні.

В роботі Серапінаса Б.Б. «Основи супутникового позиціонування»[16] були розглянуті галузі які в сучасних умовах не можливі без застосування супутникових систем позиціонування. Детально висвітлена геометрична сутність самого процесу знімання, місця визначення, були розглянуті існуючі системи координат зі специфікою їх застосування. Достатню увагу було звернуто на вимірювання, їх види, технологію, проведений порівняльний аналіз з подальшим визначенням більш точного з методів. Автор також не обійшов у своїй роботі питання стосовно впливу зовнішнього середовища на процес вимірювання, а саме вплив іоносфери, нижніх шарів атмосфери, перешкод на шляху сигналів. Один з розділів роботи був присвячений будові апаратури користувачів. Автор зазначає, що чим точніші роботи, тим складніше апаратура, а найбільш досконалі прийомні системи застосовують в геодезичних цілях.

В праці Ю. А. Соловйова «Системи супутникової навігації» [17] у доступній формі викладаються основні принципи роботи, стан та перспектива розвитку глобальних супутникових радіонавігаційних систем GPS, ГЛОНАССЮ, Галілео, широкозонних диференціальних підсистем WAAS,

EGNOS, MSAS, регіональних і локальних систем різного призначення. Основна увага звернена на такі характеристики СРНС, як точність визначення навігаційних параметрів і часу, доступність, цілісність, безперервність обслуговування. Праця містить матеріали про характеристики апаратури користувача та її перешкодостійкість, стандартизацію технічних рішень.

В роботах А.Б. Вєшкова [18] викладено концепцію щодо проектування супутникових геодезичних мереж. Автор зазначив, що проектування супутникових геодезичних мереж передуює побудові їх на місцевості. Основна задача проектування зумовлена в тому, щоб з усіх можливих варіантів обрати той варіант мережі, який по своїй точності і степені розвитку відповідав поставленим вимогам і для впровадження вимагав мінімальних трудових та фінансових витрат. Як правило проект мережі складається на карті. Після того як він складений проводять розрахунок об'єму робіт, потрібних матеріалів та кошторису.

Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи. – Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 29/м від 19.02.2003 р. [20] Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи призначений для визначення кошторисної вартості загальнодержавних топографо-геодезичних та картографічних робіт, які фінансуються з Державного бюджету України. Збірник містить кошторисні розцінки та нормативи заробітної плати і трудових витрат на геодезичні роботи, топографічні зйомки, оновлення карт і планів, картографічні, обчислювальні, проектно-кошторисні роботи та складання технічних звітів про виконані роботи.

За допомогою Збірника укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні, картографічні та супутникові роботи [28] визначається кошторисна вартість топографо-геодезичних та картографічних робіт. В даному Збірнику містяться кошторисні розцінки та нормативи заробітної плати і трудових витрат на геодезичні роботи, топографічні зйомки, оновлення

карт і планів, картографічні, обчислювальні, проектно-кошторисні роботи та складання технічних звітів про виконані роботи.

У вищеописаних літературних джерелах всебічно розглянуто комплекс робіт по створенню геодезичної мережі за допомогою глобальної позиційної системи (GPS).

Підбиваючи підсумок вивченню всіх нормативно-правових актів стосовно даного проекту, враховуючи положення діючого законодавства України та спираючись на навчальну літературу можна сказати, що наведені і проаналізовані літературні джерела формують детальний алгоритм розробки даного роботи. Всі питання що стосуються кваліфікаційної роботи добре вивчені та логічно структуровані в літературних джерелах. Тема роботи є актуальною та може дістати подальшого розвитку.

1.2. Аналіз та дослідження розвитку технологій GNSS

Період розвитку технологій GNSS, що характеризувався використанням розрізнених диференційних і, як правило, статичних GPS-спостережень, практично закінчився. Основними причинами, що вплинули на це, були проблеми, пов'язані з обробленням виконаних спостережень. Спостереження виконувались з різним інтервалом часу, різними типами приймачів і від різних вихідних пунктів, часто від пунктів класичних геодезичних мереж. Внаслідок цього порушувався принцип отримання однорідності та єдиносистемності координат. Якщо виконання спостережень було практично автоматизоване і суб'єктивний фактор мало на нього впливав, то процес отримання координат був майже повністю залежним від кваліфікації виконавців і технічних можливостей його забезпечення. Треба підкреслити, що значна увага до технічного вдосконалення GNSS-апаратури привела до достатньо відчутного її покращання: збільшення каналів приймання супутникових сигналів, зменшення енергоємності роботи приймача, істотного розширення

можливості накопичення даних спостережень у пам'яті приймача, зменшення до 1–2 мм коливання фазового центру антени, урахування багатошляховості.

Зазначимо, що з часу появи GNSS технології використання методу супутникового визначення координат постійно вдосконалювалися. Для тих задач, де вимагалася точність 1 м і вище, GPS-метод можна було використовувати лише у диференційному режимі. Для забезпечення цього режиму необхідно було передати поправки, що визначалися як різниця відомих координат базової станції з виміряними їхніми значеннями, на станцію, координати якої треба знайти. Передавати поправки безпосередньо у координати виявилось неефективним і їх почали вводити у виміряні параметри – псевдовідстані. Диференційний режим GPS-методу почали називати DGPS, а відтак DGNSS. Оскільки обчислювати псевдовідстані можна було на основі кодових і фазових вимірювань, то і технології DGPS поділяли на кодові і псевдофазові.

Диференційний режим за кодовими вимірюваннями ґрунтується на вимірюванні та обробленні псевдовідстаней, має, загалом, необмежену область дії і характеризується похибками визначення координат від часток метра до декількох метрів. Системи диференційної навігації, побудовані за кодовими вимірюваннями, поділяють на локальні (Local Area Differential GPS), широкодіапазонні (Wide Area Differential GPS, WADGPS) та глобальні (Global Differential GPS, GDGPS).

Локальних систем диференційної навігації є достатньо багато, вони мають область дії до 200 км і застосовуються, як правило, для морської навігації.

Сьогодні у світі найвідомішими є тільки дві широкодіапазонні системи диференційної навігації. Система WAAS (Wide Area Augmentation System) належить уряду США і зорієнтована на територію Північної Америки та система EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services), що

керується Європейським космічним агентством (ESA) і фінансується Євросоюзом.

Компанія OmniSTAR є світовим лідером у галузі глобальної системи DGPS. Глобальний сервіс OmniSTAR XP, а також регіональні сервіси VBS (Virtual Base Station) та HP (High Performance) забезпечують точність визначення координат від 1 м до 10 см при використанні тільки одного приймача. OmniSTAR, яка має в активі 100 наземних базових станцій, три центри завантаження даних на супутники і два контрольні центри глобальної мережі, надає надійний сервіс у галузі координатного забезпечення у безперервному режимі на всю територію Землі. Всі перелічені сервіси DGPS є, як правило, платними.

Диференційний режим за псевдофазовими вимірюваннями характеризується, з одного боку, доволі високою точністю (до часток сантиметра), проте у реалізації мав істотні обмеження щодо області дії (~10–12 км). Специфічною особливістю цього виду диференційного режиму була неоднозначність псевдофазових вимірювань на більших відстанях, що обмежувала його використання. Крім обмеження у відстані, серйозною перешкодою на шляху широкого впровадження цієї технології було передавання диференційних поправок каналами зв'язку у режимі реального часу. Основним засобом для передавання диференційних поправок був радіоканал, а деякі GPS-приймачі ще досі обладнуються радіомодемом.

Поява у середині 90-х XX ст. технології RTK (Real Time Kinematic) GPS стала знаковою подією у розвитку систем точного супутникового позиціонування. Розроблення алгоритмів для надійної фіксації неоднозначностей привело до істотного вдосконалення приймачів GPS-сигналів (вони стали мультисигнатурними RTK, GPS, ГЛОНАСС і WAAS/EGNOS приймачами з можливістю приймання нових сигналів модернізованої GPS L2C та L5), а використання нових телекомунікаційних можливостей забезпечило широке впровадження диференційного режиму за

псевдофазовими вимірюваннями, який почали називати технологією RTK. Щоб розширити область дії RTK-технології, почали використовувати не одну базову станцію, а мережу таких станцій. Загалом можна говорити про те, що сьогодні технології RTK для задач точного визначення координат вийшли на рівень виробничих робіт.

Отже, запровадження RTK-технології особливо проявило себе у двох напрямках: 1) фактично стало можливим отримувати сантиметровий рівень визначення координат безпосередньо під час виконання спостережень, тобто оброблення звелось до мінімуму і мало почало залежати від суб'єктивних факторів; 2) значно розширилися області застосування систем GNSS, адже, крім геодезії (створення опорних мереж, кадастрові роботи, землеустрій) і деяких фундаментальних застосувань (визначення деформацій земної кори, параметрів орієнтації Землі тощо), тепер стало можливим її ефективно використання і у системах управління рухом транспорту, службах безпеки, гідрографії, лазерному скануванні місцевості і аерозніманні, дослідженнях клімату та багатьох інших.

Враховуючи сучасний стан розвитку GNSS інфраструктури в Україні, можна запропонувати таку схему GPS-спостережень з метою координатного забезпечення у геодезії, кадастрі, землеустрої.

1) Використання наявних перманентних GNSS станцій. Оскільки кількість перманентних станцій є порівняно невеликою (8 станцій мережі EPN та ще декілька, що працюють в автономному режимі), то ефективно їх можна використовувати лише у радіусі до 30 км для одностотних і 50 км для двочастотних приймачів з порівняно невеликою тривалістю спостережень (5-45 хв). Збільшити відстані від перманентної станції до 100 і більше км можливо лише для двочастотного приймача, але за умови істотного, іноді і до однієї доби, збільшення тривалості спостережень. Як показали наші дослідження, координати будь-якого пункту на території України із спостережень двочастотним приймачем тривалістю від декількох годин і до

однієї доби можна визначити із сантиметровою точністю, використовуючи три найближчі перманентні станції EPN (не обов'язково українські). Зауважимо лише, що оброблення таких спостережень найкраще здійснювати з використанням програмних пакетів Bernese або LGO. Точність розв'язку з використанням програмного пакета TGO чи аналогічного може бути гіршою на 2–3 см.

2) Використання базової станції. Якщо в організації є хоча би один двочастотний GPS приймач і відповідна високоточна антена, то можна створити на офісній будівлі стаціонарну базову станцію. Залежно від типу приймача необхідно підібрати відповідне програмне забезпечення для управління роботою базової станції. Управління повинно забезпечувати автоматизоване накопичення даних спостережень у заданому режимі на робочому комп'ютері. Особливу увагу треба звернути на наявність такого програмного забезпечення і фінансову можливість його придбання.

3) Використання мережі базових станцій. Для збільшення площі покриття GPS-даними замість однієї базової станції розгортають мережу таких станцій. Для ефективного управління декількома стаціонарними базовими станціями необхідне вже спеціальне мережеве програмне забезпечення, яке б керувало роботою всіх станцій через Інтернет.

Відзначимо, що найоптимальнішим варіантом використання базових станцій є їх забезпечення можливістю управляти передаванням стандартних RTK поправок на приймачі користувачів через канали стільникового зв'язку і чи зберігання даних для передавання по Інтернету для постобробки. В ідеалі, для використання повних RTK можливостей мережевої технології (networking) повинні бути встановлені додаткові системи для зв'язку з робочими GPS приймачами, тим більше, що майже всі сучасні приймачі мають встановлений GSM/GPRS модем і зовнішній мобільний телефон більше не потрібний.

При обробленні виконаних GPS-спостережень може скластися така ситуація, коли незалежний від виконавця процес вимірювань, внаслідок суб'єктивних дій оператора, зазнає істотних “виправлень”, що загалом позначиться на точності отримуваних результатів. Якщо зважити на те, що сучасні програмні пакети “середнього класу” для оброблення GPS-спостережень мають у своєму арсеналі достатньо можливостей для контролю за якістю даних вимірювань і цей процес є практично автоматизований, то часто джерелами помилок є недотримання правил введення допоміжних даних (висот та типу GPS-антени) і використання параметрів, що забезпечують трансформування координат. Саме через вказані джерела помилок і виникають найбільші проблеми під час оброблення спостережень.

Помилки при введенні висоти антени (чи безпосередньо у файл з даними спостережень, чи у програму обробки) позначаються, передовсім, на точності визначення висоти і тому побутує думка, якщо потрібні лише планові координати, то на це можна і не зважати. З цим можна би було погодитись лише у тому разі, коли йдеться про окреме передавання координат (окремий вектор). У разі вимірювань навіть на декількох пунктах локальної мережі з подальшим її урівнюванням отримана оцінка точності буде дуже заниженою. Це саме стосується вже правильного введення висоти антени, але невідповідного її типу. Що ж розуміють під висотою антени? Якщо зважити на багатозначність цього терміна у минулому: вертикальна висота, похила висота, висота до нижнього краю антени, висота до верхнього краю, висота до фазового центру, висота до фіксованої точки на антені, то зрозуміло всю неоднозначність в цьому питанні. Це саме стосується і поняття щодо типу антени. Адже той тип антени, що вказаний фірмою-виробником, часто не збігається з тією класифікацією, яка введена різними міжнародними структурами, такими, наприклад, як IGS (International GNSS Service) чи NGS (National Geodetic Survey). Більшість програмних засобів використовують таблиці значень фазових центрів антени саме останніх. І оскільки вони

регулярно оновлюються, то їх потрібно відстежувати і враховувати при обробці. Зважаючи на сьогоденний стан у питанні класифікації та визначення фазових центрів антен, необхідно чітко дотримуватися принципу: введення відповідника типу антени за NGS та вимірної до нижньої основи антени (Bottom of antenna mount) висоти.

Істотна відмінність використання національної системи плоских координат, що пов'язана з традиційною геодезичною референчною системою, в Україні від країн Європи полягає у тому, що у нас, як правило, використовуються координати пунктів традиційної геодезичної мережі як вихідні при обробці GPS-спостережень. Навіть більше, вже і координати перманентних станцій наші спеціалісти перевели у ранг пунктів класичної мережі. Тому для отримання координат пунктів із GPS спостережень у тій самій системі, що і вихідні пункти, потрібно перейти із невідомо якої супутникової системи до традиційної. Щоб не утруднювати оброблення додатковими обчисленнями, часто параметри трансформації, що бралися із різних джерел (від фірм, що продають GPS- обладнання до окремих фахівців-аматорів), вводять безпосередньо у програму для обробки. Не зупиняючись тут на технологічних особливостях поєднання різних референчних систем координат. Оскільки для виробничих завдань ще продовжує використовуватися система СК-63, то для отримання координат пунктів саме у цій системі знаходять параметри зв'язку між “супутниковою” системою базової чи найближчої перманентної станції і системою СК-63, використовуючи їх як вихідні. Знаючи зсув координатних осей системи СК-63 щодо системи СК-42 на район робіт та параметри трансформації WGS-84-СК-42, закладені у програмне забезпечення фірмою-продавцем або окремими аматорами, теж можна отримувати координати пунктів GPS-спостережень у системі СК-63. Кожен із вказаних способів отримання координат дає якісь певні результати, хоча теоретично вони мали б збігатися. Як показує практика такого застосування параметрів трансформування координат, різниці між

обом підходами можуть досягти навіть 1 м. Причина саме за такого результату є наперед передбачуваною і полягає вона у тому, що параметри трансформування між вказаними системами визначалися з різним набором вихідних пунктів у різних місцях і непрофесійно.

Отже, оперативність спостережень і потенційно висока точність отримання даних ще зовсім не гарантує задовільного результату.

Як правило, серед додаткової інформації, що вимагається для оброблення GPS-спостережень, фігурують ефемериди супутників та координати базових або перманентних станцій.

Відомо, що ефемериди GPS-супутників поділяють на два типи щодо точності: Broadcast – бортові, що передаються безпосередньо від GPS-супутників під час виконання спостережень у вигляді навігаційного файлу (файл `***.nav` формату даних RINEX) та Final – точні, що отримуються у центрі оброблення IGS (файл `igswwwwd.sp3`, де `www` – порядковий номер GPS-тижня, `d` – порядковий номер дня тижня (0 – неділя, 1 – понеділок, ..., 6 – субота)). Отримати точні ефемериди можна орієнтовно через три тижні після виконання спостережень. Треба відзначити, що точні ефемериди, своєю чергою, поділяють на Ultrarapid (дуже швидкі) та Rapid (швидкі). Ultrarapid ефемериди відрізняються від Broadcast ефемерид тим, що їх регулярно оновлюють (тепер що три години), а Rapid ефемериди через 17 год. Отримати їх можна практично у той самий день, коли велися спостереження або на наступний день на сервері IGS. Якщо сучасна точність Broadcast ефемерид близько 2 м, то точність Final та Rapid ефемерид приблизно однакова і становить < 5 см, а точність Ultrarapid ефемерид – близько 10 см.

Перед будь-яким фахівцем, що займається обробленням GPS-спостережень, постійно виникає питання: чи потрібно йому враховувати точні ефемериди? При обробленні коротких баз, навіть до 100 км, можна не враховувати точні ефемериди при сучасному розвитку GPS-технологій. Що стосується виконаних у минулі роки спостережень чи спостережень високої

точності сьогодення, то, безсумнівно, використання точних ефемерид є, на мій погляд, обов'язковим. Broadcast ефемериди є всього лише продуктом передбачення (прогнозу) і не можуть замінити їхніх справжніх значень. Особливо це може стосуватися визначення геодезичної висоти, яка, на відміну від планових координат, визначається з меншою точністю. Тому при обробці GPS-спостережень, у яких вимагається високоточне визначення висотної складової врахування точних ефемерид, хоча б Rapid є обов'язковим.

Зміни координат окремих супутників досягають майже 6 м, а їхні розходження – до 10 м. Тому при спостереженні конкретного набору супутників і невеликих інтервалах часу їхнього використання можливі достатньо істотні похибки за неточне знання ефемерид супутників.

Що стосується використання координат базових чи перманентних станцій, то ще раз наголосимо: йдеться не про координати цих станцій або пунктів державної геодезичної мережі у системах СК-42 чи СК-63. Їхня точність може задовольняти вимоги виконання робіт лише на окремих ділянках (районах) і то за умови правильного знаходження параметрів трансформування координат саме для цих ділянок. Проте навіть і за дотримання цієї умови нам апріорі невідомо границі наших ділянок, де знайдені параметри трансформування вже “не діють”. Тому, щоб з часом не треба було здійснювати нові спостереження, на нашу думку, необхідно обов'язково виконувати обробку у “супутникових” координатах, а вже потім переходити до певної референцної системи.

У разі використання координат перманентних станцій треба пам'ятати, що вони визначаються щотижнево у системі ITRF2005 (з 2007 р.) і приводяться на епоху того тижня. Так, наприклад, на сайті ми можемо отримати файли щотижневих розв'язків у вигляді eurwww7.snх (www – номер GPS тижня, протягом якого відбувалися спостереження на перманентних станціях. Оскільки координати цих стацій обчислюються із урахуванням точних (Final) ефемерид, то, зрозуміло, що вони теж публікуються із тритижневим

запізненням. Якщо координати базової станції, що використовується як вихідні під час GPS-спостережень, теж визначалися стосовно перманентних станцій (іншого варіанта немає), то вони теж будуть обчислені на епоху того GPS-тижня, коли їх виконували.

Сьогодні є два практичні наближення до визначення просторових координат у загальноземних референцних системах – WGS84 та ITRFXX (International Terrestrial Reference Frame, XX – епоха реалізації, наприклад, 88, 89, ..., 05). Із порівняння двох загальноземних референцних систем можна сказати таке. Система ITRFXX знаходить застосування в точних геодезичних роботах і координати цієї системи, визначені у будь-яку епоху, можуть бути прийняті, як у системі WGS84. Система WGS84 може бути використана для подання просторової інформації тоді, коли точність не є строго регламентованою (картографія, навігація, ГІС тощо). Проте ставити задачу навпаки, тобто використовувати координати пунктів системи WGS84 замість координат відповідних пунктів у системі ITRF не можна.

За оцінками спеціалістів, узгодження WGS84 із системою ITRFXX до середини 90-х років XX ст. склалося на рівні 10-20 см. У 1996 р. було виконано подальшу модифікацію системи WGS84 (версія G873). Тут, для більшого узгодження із системою ITRF, було прийнято до уваги рухи плит, на яких розміщувалися станції спостережень. Ці зміни більшістю користувачів навіть не були виявлені, оскільки їхні задачі не вимагали такої точності. Контрольні станції, що задіяні у реалізації системи WGS84, тепер визначені відносно системи ITRF на 5 см рівні точності і забезпечують точне визначення ефемерид супутників для диференційних GPS-спостережень. Фактично, коли йдеться про дециметрову точність, то різницю між референцними системами WGS84 та ITRS не роблять, а самі координати відносять до системи WGS84. Оскільки точні ефемериди супутників сьогодні визначаються у системі ITRFXX, то і отримані на перманентних станціях координати теж виражаються саме у цій системі. Кількість станцій GPS-спостережень щораз

зростає, а їхню роботу та орбіти супутників координує служба глобальних навігаційних систем IGS (International GNSS Service). Основним завданням цієї служби є обчислення орбіт супутників через координати станцій, визначених із GPS-розв'язків, суміщаючи визначення орбіт з системою ITRF.

Сучасна хронологія ITRF починається з 1988 року, коли вперше було встановлено об'єднаний розв'язок ITRF88. Пізніше з'явилися нові реалізації ITRF89, ITRF91, ITRF93, ITRF94, ITRF96, ITRF97, ITRF00, і сучасна – ITRF05. Відзначимо, що у реалізацію ITRF00, епохи 1997.0 входить лише одна українська перманентна станція – GLSV (Голосієво, м. Київ), а у реалізацію ITRF05, епохи 2000.0 – три українські перманентні станції, вже зазначена станція GLSV та станції UZHL (м.Ужгород) та POLV (м. Полтава). Решта українських перманентних станцій теж брали участь у встановленні системи ITRF05 (станції SULP, MIKL), чи сьогодні у її підтримці (станції CNIV, EVPA, KHAR), проте у фінальний розв'язок не потрапили: одні – через близькість розташування одна до одної, та окремі фактори точності, особливо швидкості зміни координат, інші – через нетривалі періоди спостережень, але треба відзначити, що координати всіх наявних сьогодні 8 перманентних станцій України, що входять організаційно у Європейську перманентну мережу (EPN), регулярно (кожен тиждень) визначаються Європейськими центрами аналізу і публікуються на сайті у системі ITRF05, епохи спостереження.

Під час виконання геодезичних робіт важливим фактором є стабільність системи координат у часі. З цієї позиції референсна система ITRFXX не належить до статичних систем, а є кінематичною, тобто такою, положення пунктів якої узгоджені через координати, які підлягають малим змінам у часі, спричиненим геофізичними ефектами (рухами тектонічних плит, припливними деформаціями тощо). Отже, кінематичні референсні системи визначаються через координати пунктів, що реалізують систему разом із зміною у часі координат тих пунктів (швидкістю їхньої зміни). Визначення швидкості змін координат пов'язане з тривалим моніторингом їхнього

положення на певному проміжку часу, тому їхні значення відомі лише для перманентних станцій.

Зауважимо, що можна використовувати готові координати тих самих перманентних станцій на моменти спостережень, а саме їхні тижневі значення, що визначаються європейськими центрами аналізу. Як показали наші дослідження, точність останніх є нижчою (десь близько 1 см).

До статичних земних референцних систем належать системи, у яких не виявлено змін у часі взаємного положення станцій спостережень, тобто “вільні” від тектонічних рухів. Загалом статичними земними референцними системами є системи, визначення яких ґрунтуються на узгодженні напрямів осей тих систем. До статичних загальноземних референцних систем належить Європейська земна референцна система координат – ETRS89. Принцип встановлення такої системи ґрунтувався на такому. Відомо, що Європейська континентальна плита зміщується достатньо однорідно (близько 2 см/рік) відносно інших тектонічних плит, а, отже, і відносно системи ITRS, практичною реалізацією якої і є ITRFXX. З урахуванням цього Підкомісія Міжнародної асоціації геодезії (IAG) для Європи – EUREF вирішила визначити систему, яка б була фіксованою щодо Європейської плити і тим самим мала стійкі координати, тобто була статичною. За аналогією з ITRS система отримала назву ETRS, а її реалізація ETRFYU або ETRS89, оскільки координати пунктів у цій системі є ідентичними координатам системи ITRS для 1989 року. Ключовим інструментом у підтримці ETRS89 є мережа перманентних станцій EUREF – EPN, яка охоплює європейський континент порівняно рівномірним покриттям. Станції EPN ведуть безперервні супутникові спостереження за допомогою високоточних GPS/GLONASS приймачів, які працюють під чіткими стандартами і керівними принципами, що гарантують ефективність EPN і надійність її результатів. З 2003 р. ETRS89, як уніфікована земна референцна система Європи, є офіційною системою у переважній більшості європейських країнах і слугує основою для геодезичних

референцних даних як складових європейської інфраструктури просторових даних.

Становлення та розвиток класичних геодезичних референцних систем ґрунтувався на принципі встановлення вихідних геодезичних дат та виборі конкретного референц-еліпсоїда за результатами астрономо-геодезичних, а пізніше і гравіметричних робіт у межах окремих держав. Формування єдиного координатного простору держави, тобто встановлення геодезичної референцної системи координат було довготривалим процесом і мало певні аспекти. Не зупиняючись тут на деталях створення класичних геодезичних референцних систем, зауважимо лише таке. Як показали подальші дослідження цього питання, подібно встановлені геодезичні референцні системи забезпечують точність визначення положення будь-якого пункту мережі відносно початкового пункту близько 1 м і більше. Такі дані було отримано з використанням методу трансформування координат. Не є винятком і геодезична мережа України. За результатами перевірки, виконаної на значній частині пунктів ДГМ України різного класу, було виявлено істотні відхилення трансформованих координат.

Щоб підвищити точність трансформування координат, використовувалися різноманітні технологічні прийоми: розроблення та вдосконалення математичної бази трансформування, визначення локальних параметрів для окремих регіонів тощо. Проте у межах перерахованих заходів, що розроблялися для вдосконалення класичної координатної основи, не усувалася головна перепона, а саме точність вихідних даних була набагато нижчою за точність безпосередніх результатів супутникових вимірювань. Це значно утруднювало ефективне використання наявної державної геодезичної мережі (ДГМ). Основною причиною такого стану ДГМ є загальні деформації (негомогенність) геодезичної мережі (глобального, регіонального та локального характеру), спричинені класичними технологіями її побудови.

Саме вони не дають змоги ефективно поєднувати наявні координатні системи і новітні супутникові технології з визначення місцеположення.

З початком 90-х років XX ст. більшість розвинутих країн вже перейшли або перебували на етапі переходу до нових геодезичних референцних систем координат. Спочатку ця проблема розв'язувалася традиційним трансформуванням координатних систем, а потім, коли стала зрозумілою безперспективність прямого трансформування, пропонувалося повністю перейти на загальноземні референцні системи.

Проти такого кроку почали виступати спеціалісти, що займалися практичними питаннями у галузі топографо-геодезичного виробництва, картографування, земельного кадастру, ГІС тощо. Для них важливими були питання використання сучасних вимірювальних технологій без істотних змін координатної основи, адже втрачався взаємозв'язок з раніше напрацьованим матеріалом. Що ж робили у такому разі?

З часу виникнення супутникових технологій GPS-спостереження почали інтенсивно застосовуватися для визначення координат пунктів геодезичної мережі у загальноземній референцній системі. Характерною особливістю того періоду було те, що паралельно з розвитком та розширенням географії супутникових спостережень проходило становлення земної референцної системи ITRS з її реалізаціями ITRFXX та ETRS89. Запровадження цілого ряду EUREF GPS-кампаній у період з 1989 р. і до 1999 р. мало за мету фактично згущення європейської супутникової мережі, що приводило до все нових реалізацій референцної системи ETRS89. Національні етапи у становленні референцної системи ETRS89 закінчилися переважно до 2000 р. Реалізатором цієї референцної системи стали перманентні GPS-станції, кількість яких щороку збільшувалася і на кінець 2007 р. досягла >200. Отже, десь на кінець 2000 р. більше не було потреби долучати дані GPS-спостережень, виконаних на пунктах національних геодезичних мережах, до реалізації системи ETRS89. Методика виконання і програма спостережень та результати оброблення у

межах окремих GPS-кампаній лише погоджувалися з адміністративними органами EUREF і використовувалися вже у національних програмах. Це стосувалося переважно тих країн, де подібні кампанії відбувалися раніше. Проведення GPS-кампаній у тих країнах, що раніше не долучалися до цього процесу, проходило під прискіпливим контролем і мало за мету адаптувати геодезичну мережу цієї країни до референцної системи ETRS89. Після всебічного аналізу результатам GPS-кампанії надавався стандартизований клас В (точність близько 1 см на епоху спостережень). Повторне здійснення GPS-кампаній давало змогу оцінити зміни координат пунктів у геодезичній мережі і, після порівняння їх з даними геокінематичних моделей руху тектонічних плит для цього регіону, надавало право на присвоєння мережі класу А (точність .1 см для будь-якої епохи). Вказаним шляхом вже пройшла більшість європейських країн.

Отже, у більшості провідних країн Європи сформувалася така схема координатного забезпечення: національна референцна система координат, адаптована до загальноєвропейських систем ETRS89 плюс національна система плоских координат, пов'язана з традиційною геодезичною референцною системою і яка отримана за допомогою вибору деякої проекції еліпсоїда на площину та відповідним трансформуванням систем координат через у належний спосіб встановлені параметри трансформації. Зазначимо, що деякі країни, такі, наприклад, як Литва, Латвія, Естонія, Молдова повністю відмовилися від класичної геодезичної референцної системи СК-42, а перейшли на системи, що є сумісними із загальноземними. У тих прикладних застосуваннях національного масштабу, де не вимагається збереження абсолютних значень координат і у всіх загальноєвропейських проектах, де використовується геопросторова інформація у вигляді координатної основи (більшість ГІС-застосувань), рекомендується повністю перейти на референцну систему ETRS89. До цього переліку треба зарахувати і всі фундаментальні дослідження у галузі наук про Землю (рух земної кори і полюсів, варіації

гравітаційного поля і швидкість обертання Землі, дрейф континентів і зміни їхніх берегових ліній тощо). Якщо зважити, що мотивація у всіх була різна, то треба підкреслити і визначальний фактор, а саме однорідність системи координат та її безпосереднє поєднання із засобами отримання числових характеристик.

Проте більшість країн залишилися на позиції поєднання референцних систем: нові вимірювальні технології плюс модифікація національної геодезичної референцної системи на базі референцної системи WGS84/ITRFXX/ETRS89. І оскільки загальної технології поєднання референцних систем немає, то шляхи і підходи до її реалізації є предметом досліджень і мають рекомендаційний характер.

Як все-таки здійснювалося поєднання референцних систем? Початкова схема майже у всіх країнах була однаковою. Передовсім створювалися станції GPS-спостережень, які брали участь у реалізаціях ITRFXX/ETRS89 і, отже, адаптували ці системи координат на територіях конкретних країн. Кількість таких станцій коливалася у межах від 5 до 15 по країнах. Згодом вони перетворилися на повноцінні перманентні станції і утворили кістяк EPN. Як правило, такі станції розміщувалися у тих установах і відомствах, що займалися питаннями впровадження супутникових технологій, мали достатньо надійно закріплені зовнішні знаки і не були суміщені з пунктами класичних геодезичних мереж. Наступним кроком було згущення цієї рідкої за побудовою GPS-мережі. Такими пунктами згущення вже слугували пункти геодезичної мережі. Цей процес, залежно від організаційних і фінансових можливостей, поширювався практично на всю (для малих країн, за винятком Німеччини) геодезичну мережу країни або на значну її частину.

Кінцевим кроком поєднання референцних систем було здійснення процедури трансформування. На цьому етапі вже якоїсь загальноприйнятої методики не пропонувалося. Це пояснювалося тим, що використання результатів супутникових визначень у національному масштабі було

виключно внутрішньою проблемою окремої країни і рекомендації зводилися до такого. Використовувати координати пунктів класичної геодезичної мережі, що були визначені у національній референційній системі, наприклад, СК-42 (СРСР), NTF (Франція), DHDN (Німеччина), OSGB36 (Великобританія), ROMA40 (Італія) тощо за вихідні при виконанні супутникових спостережень вважати некоректним і рішуче від цього відмовитися. Для того, щоб отримувати координати пунктів із GPS-спостережень, у класичній національній референційній системі потрібно подати її у вигляді певної моделі, тобто знайти таку відповідність між референцними системами, яка б з певною точністю давала змогу наблизити їх між собою. Такою відповідністю слугували різноманітні математичні прийоми трансформування координат. Проте не варто забувати, що ми пробуємо визначити функцію, яка моделює фактичне спотворення геометрії у невідомій нам системі. Виникає спокуса вибрати якомога більше спільних для обох систем пунктів і використати трансформацію найвищого порядку, вважаючи, що деформації мережі у наших вихідних даних є результатом дії такої регулярної функції. Якщо ж вона не є регулярною, то виникає проблема “неякісних” пунктів або емпіричне знаходження “правильних” спільних пунктів. І оскільки традиційні референцні системи є негомогенними, то трансформація квазігомогенної системи, наприклад, ETRS89 з традиційною типу 7-параметричного Гельмерта є лише деяким наближенням для національного використання. Прикладів такого твердження є багато. Так, у 1995 р. На основі декількох внутрішніх GPS-кампаній на пунктах класичної геодезичної мережі німецькими фахівцями було встановлено безпосередній зв’язок між референцними системами DHDN та ETRS89. Точність трансформування координат у межах всієї Німеччини (357 тис. км²) становила близько 5 м. Розширення мережі спільних пунктів (протягом наступних 5 років) дало змогу дещо підвищити точність трансформування і довести її до 3 м (2001 р.), а для окремих земель і до 1 м, але не більше. Аналогічна ситуація

була і у Великобританії (245 тис. км²). Фундаментальна GPS-мережа складалася із 22 пунктів на відстанях 100–150 км, а національна GPS-мережа згущення була побудована із розрахунку у відстанях між пунктами до 25 км для приміських територій і до 50 км – для сільських районів. Точність трансформування координат забезпечувалася на рівні 5 м. З подальшим розширенням мережі згущення до декількох тисяч пунктів вдалося дещо зменшити похибку трансформування: вона склалася на рівні 2 м. В інших, менших за площею країнах, трансформування координат дало кращі результати і при доведенні мережі GPS-згущення до тисячі і більше пунктів точність коливалася від 5–10 см і більше.

Наведені вище дані дають змогу зробити такі висновки. Точність звичного трансформування координат регламентується ступенем неомогенності класичної геодезичної мережі (деформаціями різних масштабів) і значною мірою залежить від її протяжності, тобто від площі покриття. Це можна пояснити якоюсь мірою і тими технологіями створення і оброблення великих геодезичних мереж. Тому для невеликих геодезичних мереж разове згущення GPS-мережі дає змогу отримати з достатньою для практики ведення топографо-геодезичних робіт надійні параметри трансформування координат, що надалі уможливило використання всього сучасного арсеналу супутникових технологій для повноцінного координатного забезпечення. Пункти згущення GPS-мережі можуть використовуватися лише для метрологічного контролю GNSS-технологій, оскільки роль вихідних переходить до базових і перманентних станцій.

Для великих за площею країн немає змісту у детальному згущенні мережі GPS-технологіями: ні точність трансформування координат істотно не підвищується, ні використання таких пунктів у майбутньому як вихідних сучасними технологіями з використанням базових станцій і технологій RTK не передбачено. Так, створена ще у кінці 90-х років XX ст. у Німеччині служба точного позиціонування SAPOS, що базується на мережі базових станцій, дає

змогу користувачам визначати своє тривимірне положення з сантиметровою точністю не більше ніж за 2–3 хв у системі координат ETRS89. З часом практика використання цієї технології визначення координат показала, що для частини користувачів таке поєднання сучасних технологій спостережень і отримання кінцевих результатів у єдиній однорідній статичній референційній системі є оптимальним, а для іншої, переважно геодезистів-виробничників, створює певні проблеми. І якщо сантиметрова точність для одних є більше ніж фактична необхідність, то для других не більше ніж формальність. Річ у тім, що часто необхідно знати координати у тих системах, які використовувалися раніше, тобто класичній національній чи місцевій. Ще неоднозначніша ситуація з висотами.

Як показали подальші дослідження, вирішення цієї проблеми полягало у тому, щоб отримати параметри трансформування координат для якомога меншого за розмірами елемента земної поверхні, а потім поєднувати їх на всю необхідну територію. Тобто створити певне трансформаційне поле. Не вдаючись у деталі цього процесу і не аналізуючи тут позитивний досвід багатьох країн, зауважимо таке. Для успішного вирішення поставленої вище проблеми необхідно створити базу даних з координатами пунктів у класичній (місцевій) системі координат та референційній системі ITRFXX/ETRS89, а також і з нормальними висотами цих пунктів. Кількість таких пунктів повинна бути не меншою за 40 на 1000 км². Це приблизно площа одного адміністративного району в Україні. Звичайно, досягти такого показника, використовуючи традиційні супутникові спостереження у вигляді довготривалих сесій, ще довго не вдасться, переважно через організаційні і фінансові питання.

Тому оптимальним є не виконання спостережень на всій мережі, яка може складатися із декількох десятків тисяч пунктів, а загальне урівнювання геодезичної мережі. При такому урівнюванні приймається, що координати декількох сотень пунктів, на яких виконані GPS-спостереження, є вихідними,

а між вихідними та рештою пунктів виконано традиційні лінійно-кутові вимірювання.

В Україні завершується загальне урівнювання державної геодезичної мережі, і водночас, створюється активної супутникової мережі базових станцій на регіональному рівні.

Українська постійнодіюча мережа (УПМ) ГНСС покликана вирішувати науково-технічні задачі найвищої точності, забезпечити користувачів, які працюють у сфері координатного забезпечення, можливістю практичного отримання координат будь-якої доступної для супутникових технологій точки на земній поверхні чи у навколишньому просторі з достатньою точністю (в сантиметрах) та оперативністю (в секундах / хвилинах).

Для виконання робіт у режимі реального часу користувачеві досить просто використовувати свій пересувний ГНСС-приймач, з'єднаний з діючою інфраструктурою за допомогою двостороннього зв'язку, який доступний за допомогою GSM (глобальна система мобільного зв'язку), GPRS (загальний сервіс пакетної радіопередачі) чи інших методів передачі даних.

Наразі за допомогою референцних станцій ГНСС можна отримувати не тільки координати але й висоти усіх об'єктів на поверхні Землі.

Функціонування УПМ ГНСС забезпечується в результаті скоординованої діяльності відповідних органів виконавчої влади та Національної академії наук з використанням технічних засобів спостереження за орбітальними угрупованнями навігаційних систем типу NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, Galileo з метою задоволення потреб національної економіки і населення держави.

УПМ ГНСС на цей час включає:

- постійно діючі станції спостережень глобальних навігаційних супутникових систем, на яких безперервно проводяться комплексні супутникові, астрономо-геодезичні, гравіметричні та геофізичні спостереження;

- періодично діючі станції спостережень глобальних навігаційних супутникових систем, на яких не рідше одного разу на п'ять років проводяться комплексні супутникові, астрономо-геодезичні, гравіметричні та геофізичні спостереження;

- центри оброблення інформації (Центр геодезичних досліджень Науково-дослідного інституту геодезії і картографії, Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук та Центр контролю навігаційного поля ДКА).

Існуючий стан станцій ГНСС в Україні:

На сьогодні в Україні встановлено близько 200 (в основному приватних) постійно діючих станцій спостережень ГНСС (далі – станцій) у вигляді локальних мереж та окремих станцій.

До найбільш відомих мереж відносяться:

УПІМ ГНСС – Українська мережа постійно діючих станцій спостережень глобальних навігаційних супутникових систем:

SCNSU – система космічного навігаційно-часового забезпечення України);

ZAKPOS – мережа референцних ГНСС станцій:

TNT-TPI – мережа активних референцних станцій;

NGS NET – Регіональна система високоточних геодезичних вимірювань в Харківській області;

System.NET – мережа ГНСС, розробка фірми ПрАТ «Систем Солюшнс» (Системні рішення);

Geo Terrase – мережа ГНСС інституту геодезії Національного університету «Львівська Політехніка».

В межах 50 кілометрової прикордонної зони розташовано близько 31 станції.

Для створення УПІМ ГНСС планується застосувати дворангову систему, яка складається:

- з 20% станцій, рівномірно розміщених по території країни і додатково включених до Європейської перманентної мережі (далі – EPN) – розробленою європейськими країнами та є багатофункціональною системою високоточного позиціонування з побудованою мережею референцних станцій ГНСС, які дозволяють отримувати координати пунктів з сантиметровим рівнем точності у режимі реального часу (далі – RTK). Поява RTK технології у розвитку систем точного супутникового позиціонування та спільне використання нових телекомунікаційних можливостей забезпечило широке впровадження її у різні сфери навігації, геодезії, кадастру тощо. Станції, що входитимуть до мережі EPN будуть незалежно опрацьовані, їх координати матимуть міжнародний статус, а дані, які будь-як передаватимуться в центри збирання даних – проходити незалежний аналіз на цілісність, якість та достовірність, отже вся мережа буде мати однозначний зв'язок з міжнародними системами координат.

- 80% станцій – суто національний сегмент УПМ ГНСС.

Одним із важливих чинників на шляху до широкого впровадження національних мереж референцних станцій ГНСС стало створення європейської земної референцної системи ETRS89, яка стала доступною для усієї Європи. Реалізація цієї референцної системи базується на роботі мережі європейських перманентних станцій (EPN), які є складовими міжнародної ГНСС-служби – IGS. У більшості європейських країн успішно працюють мережі референцних станцій ГНСС, які об'єднані єдиною організаційною структурою – EUPOS (European Position Determination System);

УПМ ГНСС, яку планується створити, буде включати:

- постійнодіючі референцні станції ГНСС;
- обчислювальний центр системи із програмним забезпеченням, призначений для збирання, оброблення, архівування інформації від базових станцій мережі, організації взаємодії користувачів системи із самою системою й передачею диференціальних поправок користувачам;
- система зв'язку;

- апаратура кінцевих користувачів, що забезпечує зв'язок з обчислювальним центром, прийом від останнього поправок;
- служба адміністрації, що забезпечує експлуатацію системи.
- каталоги точних координат постійно діючих референцних станцій ГНСС, набору параметрів переходу від систем координат ГНСС (WGS-84, ITRF, УСК-2000) в місцеві системи координат, моделі квазігеоїда.

УПМ ГНСС повинна відповідати таким вимогам:

- середня відстань між станціями не повинна перевищувати 75 км;
- максимальна відстань між станціями не повинна перевищувати 100 км;
- враховувати наявність існуючих станцій на території України та прикордонних держав з Україною.

Для надання безпечних, стабільних, якісних та довготривалих послуг, наукових досліджень, надання можливості співпраці на Європейському рівні та сприяння у розвитку УПМ ГНСС (UAPOS), як сегменту Державної геодезичної мережі 09 листопада 2016 року в рамках Меморандуму про взаєморозуміння та науково-технічне співробітництво між Держгеокадастром і Картографічною службою Королівства Норвегія в рамках програми Міністерства закордонних справ Королівства Норвегія «Гранти на проекти в країнах ОБСЄ, які схвалені для отримання офіційної допомоги з метою розвитку», підписано Угоду для реалізації проекту «Карти для сприяння належному управлінню землями в Україні» реєстраційний номер 3837 від 26.04.2018 (далі – Угода). Відповідно до Угоди норвезькою стороною планується поставка та встановлення в Україні 90 референцних станцій.

Для завершення робіт із створення УПМ ГНСС Держгеокадастру, відповідно до технічного проекту, розробленого Інститутом геодезії Національного університету «Львівська політехніка», необхідно буде придбати та встановити ще 95 базових референцних станцій ГНСС.

Створення в повному обсязі УПМ ГНСС матиме наступні переваги:

- підтримка на сучасному рівні Державної геодезичної мережі України;

- координатне забезпечення робіт з виконання топографо-геодезичних, інженерно-вишукувальних, землевпорядних та кадастрових робіт;
- забезпечення функціонування національної інфраструктури просторових даних;
- постачання високоточної диференційної корегувальної інформації для засобів наземної, морської та аерокосмічної навігації;
- координатно-часова підтримка управління технічними системами у сферах оборони і національної безпеки, охорони правопорядку та надзвичайних ситуацій;
- проведення наукових досліджень геодинамічних явищ та сучасних вертикальних рухів земної поверхні, уточнення карт загального та локального сейсмічного районування території України та впровадження їх результатів в інтересах держави та суспільства;
- ведення моніторингу природних ресурсів та навколишнього середовища.
- міжнародне співробітництво з іноземними ГНСС-мережами та центрами обробки даних ГНСС-вимірювань;
- значне підвищення продуктивності праці при виконанні топографо-геодезичних, інженерно-вишукувальних, землевпорядних та кадастрових робіт та скорочення їх матеріальних витрат.

З метою інтеграції України у світову та європейську економічні системи, запровадження сучасних систем навігації транспортних засобів, участі в міжнародних наукових дослідженнях глобальних екологічних і геодинамічних процесів, вивчення фігури Землі, картографування території держави, здійснення геодезичних вимірювань сучасними високоточними супутниковими геодезичними приймачами, розвитку та модернізації Державної геодезичної мережі України, постала нагальна потреба у створенні та забезпеченні функціонування УПМ ГНСС, як складової Державної геодезичної мережі.

Розділ 2. Загальні відомості про об'єкт та район робіт

2.1. Цільове призначення робіт

Виконання кваліфікаційної роботи передбачає розробку проєкту геодезичної основи розбудовою знімальної мережі та топографічне знімання в М 1:500 земельної ділянки з метою проєктних робіт.

Проєктні роботи потребують якісних планово-картографічних матеріалів. Як правило, їх розробляють на топографічних планах М 1:500. Зазначені плани повинні бути максимально оновленими та містити інформацію згідно нормативних вимог.

Топографо-геодезичні роботи із створення планів виконують на основі держзамовлення, замовлень окремих міністерств, відомств, підприємств та організацій різних форм власності. Роботи виконуються організаціями і суб'єктами підприємницької діяльності, які мають у штаті фахівців по виконанню топографо-геодезичних робіт. Підставою для виконання топографо-геодезичних робіт є технічне завдання і технічний проєкт або програма робіт. Технічний проєкт є документом, що визначає зміст, обсяги, трудові затрати, кошторисну вартість, основні технічні умови, строки і організацію виконання робіт, що проєктуються.

Згідно ст.19 Земельного кодексу України, земельна ділянка віднесена до категорії - землі житлової та громадської забудови. Об'єкт проєктування розташований у Приморському районі м.Одеси та представляє собою частково забудовану земельну ділянку по вул. Академічній, 30.

Орієнтовна площа земельної ділянки становить 5,0 га. Обсяги топографічного знімання обґрунтовуються містобудівними вимогами та проєктними потребами (зображення на плані суміжних будівель та інженерної інфраструктури).

2.2. Коротка фізико-географічна характеристика району робіт.

Одеса - адміністративний центр Одеської області, і з містами-супутниками, Чорноморськом і Південним, формує важливий промисловий і торговельний комплекс. Одеса розташована на чорноморському узбережжі України та є найбільшим морським портом в країні. Місто є третім у країні за кількістю мешканців після Києва та Харкова. Найкрупніший курортний, культурний, науковий та промисловий центр. Велика частина міста, включаючи історичний центр, розташована на рівнині, яка височить над рівнем моря приблизно на 50 метрів. Площа території міста 163 км², густота населення 6139 чел./км². На даний момент місто з успіхом втілює в себе якості торгово-промислового та культурно-історичного центру. М'який клімат, гарні пляжі, прекрасна архітектура а також доброзичливість жителів привертають до Одеси щороку тисячі туристів и роблять місто, поістині, «перлиною у моря».

Розвинена мережа автодоріг, розташування міста поблизу рік Дунай, Дністер, Південний Буг і Дніпро, а також великі морські порти Одеса, Чорноморськ і Південне - у сполученні з Одеським міжнародним аеропортом і залізницею створюють сприятливі унікальні передумови для прийому, обробки, зберігання й транспортування вантажів, а також обробки потужних пасажиропотоків.

В економіці Одеси домінують підприємства, пов'язані з морським бізнесом, поряд з ними, важливу роль у життєдіяльності міста відіграють продовольчі, переробні підприємства й підприємства легкої промисловості. Одеський Муніципалітет надає пріоритетну підтримку тим галузям промисловості, виробництво яких спрямоване на задоволення різних споживчих потреб. Охорона здоров'я, освіта, житлове будівництво, міський транспорт, культура, комунальні послуги, використання й продаж землі та нерухомості, що перебувають у муніципальній власності, перебувають під їх контролем і керуванням.

Клімат Одеси відноситься до клімату степів, який характеризується перевагою літніх опадів. Загалом, клімат Одеси є помірно континентальним, з м'якою зимою і теплим (інколи спекотним) літом. Середньорічна температура повітря становить $+10,1^{\circ}\text{C}$, найнижча вона у січні ($-1,7^{\circ}\text{C}$), найвища — в липні ($+21,4^{\circ}\text{C}$). Середньорічна кількість опадів — 464 мм. Зима коротка та м'яка з середньою температурою близько 0°C , сніг і температури нижче -10°C спостерігаються рідко; літо довге й спекотне з середньою температурою близько $+25^{\circ}\text{C}$, нерідко температурний показник сягає й вище $+35^{\circ}\text{C}$. Найтепліший місяць – липень (середньодобова температура - $22-23^{\circ}\text{C}$, максимальна - 30°C), а найбільш холодний - січень (середньодобова температура - $2,5^{\circ}\text{C}$). Середньорічна вологість повітря дорівнює 78%. Повторюваність морських вітрів у бризовий та безбризовий періоди майже однакова. У жовтні–березні повторюваність східних, південно-східних й південних вітрів складає 34 %, а в квітні–вересні – 42 %. Своєрідним регулятором кліматичних умов являється Чорне море: зимою воно пом'якшує морози, а влітку понижує зній. Купальний сезон зазвичай починається в червні місяці. У середньому за рік у районі Одеси спостерігається 50-60 днів з туманами, а максимум їх не перебільшує 90 днів.

Протягом року в Одесі спостерігаються різноманітні атмосферні явища: гроза, туман, роса, ожеледиця та ін. Зокрема туман найчастіше спостерігається у січні–березні, гроза – у червні та липні.

За багатством та різноманітністю природних лікувальних ресурсів, а також за кількістю курортно-оздоровчих закладів місто займає одне з провідних місць в Україні. Курортна Одеса відома своїми пляжами, загальна територія яких складає майже 26 га.

Глибина залягання ґрунтових вод тісно пов'язана з характером рельєфу і складом порід, які приймають участь в геологічній будові території. Геологічне середовище м. Одеси характеризується широким розвитком льосових ґрунтів, фільтраційні особистості яких сприяють швидкому

підвищенню рівня підземних вод за рахунок течій з водонесучих мереж. Ґрунтоутворюючі породи на плато і схилах представлені четвертинними породами – лесами і лесовидними суглинками. В процесі ґрунтоутворення приймають участь ґрунтові води, які залягають на глибині до 4-6 м. Найпоширеніші ґрунти це - чорноземи.

Розробка кваліфікаційної роботи супроводжується роботами по створенню планово-висотної основи, так як в кінцевому результаті необхідно отримати кадастровий план земельної ділянки. Фізико-географічні умови оптимальні для проведення топографо-геодезичних робіт протягом календарного року. На рисунку 2.1. подано виділену ділянку, для якої визначено проведення топографо-геодезичних робіт.

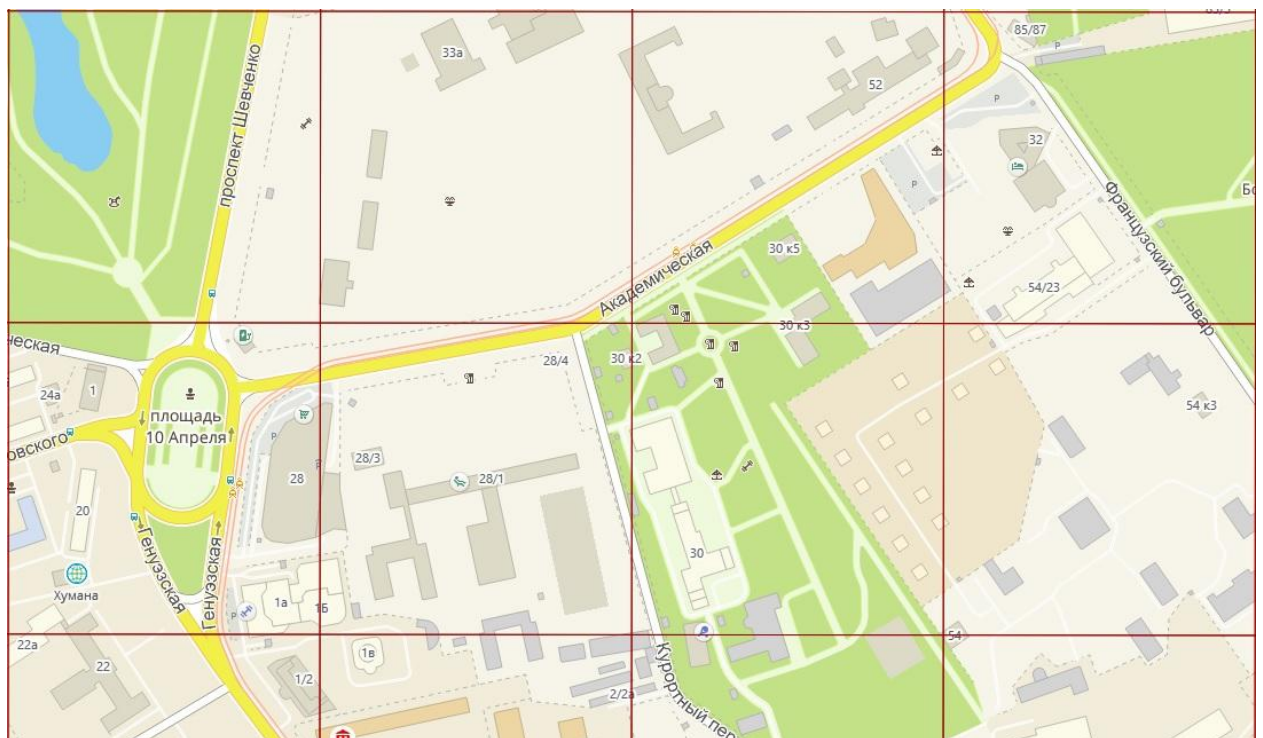


Рис. 2.1. Схема розміщення земельної ділянки

2.3. Топографо-геодезична забезпеченість району робіт

Виконанню основних видів робіт передують проведення аналізу зібраних та систематизованих відомостей про раніше виконані топографо-геодезичні на цій території. При необхідності виконують польове обстеження району робіт. Матеріали вивчають і оцінюють з точки зору їх придатності для складання проєкту. В результаті визначення можливості не використання попередніх даних по топографо-геодезичній зйомці, робиться коректура топографічних планів і карт.

Матеріали топографо-геодезичної забезпеченості району робіт представляють собою наступні документи та відомості про:

- забезпеченість території топографічними картами, інженерно-топографічними планами, фотопланами, спеціальними планами відповідного масштабу;
- матеріали обстеження існуючих пунктів геодезичних мереж;
- технічні характеристики геодезичних, картографічних і топографічних матеріалів. Оцінка можливості використання цих матеріалів і даних стаціонарних геодезичних спостережень (повнота і точність);
- дані про кадастри;
- виписки з каталогів координат і висот пунктів, які можуть бути використані в якості вихідних для проєктованої мережі;
- відомості про геодезичну мережу, включаючи пункти стаціонарних геодезичних спостережень із вказівкою їх технічних характеристик і можливості використання на основі результатів їх оцінки.

Аналізуючи важливість проведення та систематизації відомостей про топографо-геодезичну забезпеченість району робіт, важливо відмітити що перші роботи по закладці пунктів тріангуляції і полігонометрії на території Одеси почали проводитися в 1924 році.

На території міста Одеса мережа полігонометрії 4 класу складається з 19 ходів та має протяжність 79,0 км.

Мережа полігонометрії 1 розряду, розбудована на основі пунктів полігонометрії 4 класу, складається з 254 ходів, загальною протяжністю 221,0 км. Мережа полігонометрії 2 розряду складається з 72 ходів та має протяжність 112 км. На території міста Одеса виявлено 168 пунктів полігонометрії 4 класу, 1476 пунктів полігонометрії 1 розряду та 530 пунктів полігонометрії 2 розряду.

При зборі даних планово-висотної основи державної мережі вивчається їх наявність в натурі та стан придатності при подальшому використанні.

Придатність пунктів до використання визначається в результаті рекогностування. В випадку непридатності опорної основи потрібно оновити пункти планово-висотної основи або виконати перезакладання пунктів планово-висотної основи.

При проведенні рекогносцировки місцевості, було проаналізовано стан пунктів полігонометрії та тріангуляції даного району. Ми прийшли до висновку, що більшість пунктів знаходиться у незадовільному стані, пункти знищені, заасфальтовані, або порушені.

При камеральному аналізі схеми забезпечення вихідними геодезичними даними району робіт виявлено, що щільність пунктів розрядної геодезичної мережі перебуває в незадовільному стані. Польове рекогностування свідчить, що 22 з них є непридатними або знищеними.

Для проведення топографо-геодезичних робіт були використанні пункти міської полігонометрії 1 розряду. Пункти 8491, 8457, 8495, 4561, що розміщені найближче до району робіт та стан яких відповідає всім умовам для їх подальшого використання будуть використані для розбудови трансформаційного поля.

Характеристика пунктів міської полігонометрії наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Характеристика вихідних пунктів міської полігонометрії

№ п.п.	Номер пункту	Координати, м		Відмітка, м
		х	у	
1	8491	-4936,582	1844,069	23,479
2	8457	-4256,671	1970,338	36,924
3	8495	-5532,223	2233,927	11,371
4	4561	-4524,119	2664,841	38,385

Отже, виходячи із отриманих результатів обстеження можна зробити висновок, що територія, вибрана для проектування не достатньо забезпечена вихідними топографо-геодезичними даними для виконання топографічного знімання, тому необхідне подальше їх згущення знімальною геодезичною мережею або шляхом створення трансформаційного поля.

Розділ 3. Проєкт планової геодезичної основи та топографічне знімання

3.1. Проєктування планової знімальної геодезичної мережі

Топографо-геодезичні вишукування потребують створення опорної геодезичної мережі.

Опорна геодезична мережа будується за принципом від «загального до часткового», при систематичному контролі, який виконують не тільки після закінчення робіт, а також на всіх проміжних стадіях побудови.

Знімальні мережі є основою для знімання у всіх масштабах. Методи створення знімальної геодезичної мережі:

- прокладання теодолітних ходів, які опираються на пункти триангуляції та полігонометрії 1 і 2-го розрядів;
- прокладання висячих теодолітних ходів;
- прямі та обернені засічки;
- прокладання мікротриангуляції;
- тахеометричні ходи;
- мензульні ходи.

Аналіз топографо-геодезичної вивченості району робіт дає змогу стверджувати, що територія об'єкту забезпечена вихідними топографо-геодезичними даними в повній мірі, що і дозволяє створення знімальної геодезичної мережі.

Як правило, класично знімальна мережа створюється шляхом побудови теодолітних ходів.

Прокладання теодолітних ходів і топографічне знімання земельної ділянки буде виконуватись відповідно до вимог поставлених в Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500.

Розробка проєкту знімальної мережі розпочинається з проведення збору, систематизації і аналізу топографо-геодезичних матеріалів та фізико-географічних даних.

Проект знімальних геодезичних мереж розробляється на картах масштабу 1:2000 – 1:10000. В кваліфікаційній роботі проект розроблено на плані М 1:2000.

Теодолітні ходи з використанням оптичних теодолітів і світловіддалемірів та електронних тахеометрів прокладають з граничними відносними помилками 1:2000 відповідно до табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Вимоги до проектування теодолітних ходів електронними тахеометрами

Масштаб	$\Delta_{гр.} = 0,2\text{мм}$		$\Delta_{гр.} = 0,3\text{мм}$	
	Допустимі довжини ходів	Допустима кількість сторін	Допустимі довжини ходів	Допустима кількість сторін
1:5000	12,0	30	16,0	40
1:2000	7,0	20	9,0	30
1:1000	4,0	20	6,0	20
1:500	2,0	20	—	—

Довжини сторін у теодолітних ходах мають бути в таких межах:

- на забудованих територіях — не більше 1000 м і не менше 20 м;
- на незабудованих територіях — не більше 1500 м і не менше 40 м.

Сторони теодолітних ходів вимірюють світловіддалемірами і електронними тахеометрами згідно з вимогами відповідних інструкцій з експлуатації даного типу приладу. Абсолютні лінійні помилки не повинні перевищувати 2,0 м для знімання в масштабі 1:5000; 1,0 м — 1:2000; 0,6 м — 1:1000; 0,3 м — 1:500.

Кутові нев'язки в теодолітних ходах не повинні перевищувати $f \beta = \pm 20'' \sqrt{n}$, де n — кількість кутів у ході.

Під час прив'язки теодолітних ходів до вихідних пунктів вимірюють два прилеглих кути. Сума виміряних кутів не повинна відрізнятись від значення кута, що отримане із вихідних даних, більше ніж на 1'. Центрування приладів та марок виконують з точністю 3 мм.

Допускається прокладання висячих теодолітних ходів. Довжини висячих ходів не повинні перевищувати величин, що вказані в табл.3.2. При цьому кількість сторін у висячих теодолітних ходах на незабудованій території має бути не більше трьох, а на забудованій — не більше чотирьох.

Таблиця 3.2. Вимоги до проектування висячих теодолітних ходів електронним тахеометром

Масштаб	Довжини, одержані з використанням мірних стрічок та рулеток		Довжини, одержані з використанням світловіддалемірів та електронних тахеометрів	
	збудовані території	незбудовані території	збудовані території	незбудовані території
1:5000	350	500	3000	4000
1:2000	200	300	1600	2500
1:1000	150	200	1000	1500
1:500	100	150	500	750

Провівши аналіз методів створення знімальної геодезичної мережі, топографо-геодезичну забезпеченість району робіт вихідними геодезичними пунктами пропонуємо розвиток знімальної геодезичної мережі в даній кваліфікаційній роботі у вигляді розімкнутого теодолітного ходу та 12-ти висячих теодолітних ходів. Технічні характеристики основного розімкнутого ходу наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Технічні характеристики запроектованої знімальної геодезичної мережі від пунктів міської полігонометрії

Номер теодолітного ходу (початок-кінець)	Довжина ходу, км		Кількість сторін в ході		Довжина найменшої сторони ходу, м		Довжина найбільшої сторони ходу, м		Кутова невязка, сек		Лінійна невязка, м	
	по інструкції	по проекту	по інструкції	по проекту	по інструкції	по проекту	по інструкції	по проекту	фактична	допустима	абсолютна	відносна
1 (ПП8199-ПП0798)	2,0	,49	20	9	20	20	1000	106	7	34,6	0,12	1:34000

Проект знімальної геодезичної мережі від пунктів трансформаційного поля представлено на плані М 1:2000 в графічних матеріалах.

Для розбудови трансформаційного поля доцільно використати пункти полігонометрії 8491, 8457, 8495, 4561, які утворюють полігон. Під час визначення параметрів перетворення (масштабного коефіцієнту, суміщення та розвороту по осям, табл. 3.4) проведені GNSS-спостереження приймачем Leica GS14 на вказаних пунктах в RTK-режимі з отриманням корегуючих поправок від базової станції в м. Одеса (RTCM-124). Отримані результати (табл. 3.5) свідчать, що максимальне планово-висотне відхилення точки в трансформаційному полі становить 20 мм, тобто трансформаційне поле є якісним і точним.

Таблиця 3.4. Визначені параметри перетворень

Трансформація - Гельмерта (3D)	
Кількість точок трансформації - 4	
Трансформаційна модель - Бурса-Вольфа	
Параметр	Показник
Shift dX	-256.914
Shift dY	202.636
Shift dZ	-35.667
Rotation about X	4.4 "
Rotation about Y	5.2 "
Rotation about Z	8.1 "
Scale	29.1843 ppm

Таблиця 3.5. Технічні характеристики та контроль трансформаційного поля

Координати з каталогу координат пунктів полігонометрії				
№ п/п	Назва пункту	Координати, м		Висота над рівнем моря, м
		X	Y	
1	8491	-4936,582	1844,069	23,479
2	8457	-4256,671	1970,338	36,924
3	8495	-5532,223	2233,927	11,371
4	4561	-4524,119	2664,841	38,385
Виміряні GPS-приймачем координати пунктів полігонометрії				
№ п/п	Назва пункту	Координати, м		Висота над рівнем моря, м
		X	Y	
1	8491	-4936,562	1844,079	23,475
2	8457	-4256,670	1970,328	36,939
3	8495	-5532,233	2233,922	11,381
4	4561	-4524,110	2664,841	38,364
Вілхилення між фактичними та виміряними значеннями координат пунктів полігонометрії				
№ п/п	Назва пункту	Координати, м		ΔH , м
		ΔX	ΔY	
1	8491	0.020	-0.010	0.004
2	8457	0.001	0.010	-0.015
3	8495	-0.01	0.005	-0.010
4	4561	0.009	0.000	0.021

На основі розбудованого трансформаційного поля були визначені координати 4 точок раніше розбудованого теодолітного ходу в межах об'єкту робіт. Зокрема це точки: T1GPS, T2GPS, T27GPS, T28GPS. Визначення координат цих точок формує два вихідних базиси та дозволяє прокласти теодолітний хід і тим самим зменшити витрати праці, часу та коштів.

Для складання планів результати вимірів ліній на місцевості зменшують в декілька сотень або тисяч разів в залежності від розмірів ділянок, вимагаємої детальності їх зображення на плані, а також від цілей для яких їх складають.

На степінь цього зменшення вказує масштаб. Масштабом плану називається відношення довжини лінії на плані до горизонтального прокладання відповідної лінії на місцевості.

Під час розробки дипломного проекту було прийняте проектне рішення проводити топографічне та GPS знімання в масштабі 1:500. Обґрунтувати рішення можна тим, що саме в М 1:500 створюють топографічні плани, які використовуються як планово-картографічний матеріал при розробці проектів мереж. Також слід зазначити що Інструкцією з топографічного знімання визначено, що топографічні плани масштабу 1:500 можуть застосовуватися:

- для складання генерального плану та робочих креслень при проектуванні на забудованих і незабудованих територіях будівництва з малоповерховою забудовою;
- для вертикального планування і проектування озеленення території та складання планів інженерних комунікацій;
- для складання робочих креслень бетонних гребель, будівель ГЕС, камер-шлюзів, ділянок прилягання гребель до скель і схилів;
- для розробки проектів перебудови існуючих та робочих креслень нових залізничних станцій і вузлів;
- для детальних розвідок та підрахування запасів корисних копалин родовищ з винятково складною геологічною будовою;
- для проектування напірних трубопроводів на бетонних фундаментах, гідротехнічних споруд на площі понад 2 га, площадок під окремі забудови (ремонтні майстерні, складські бази і т.ін.),
- полів фільтрації, каналізації і теплогазопостачання в населених пунктах із щільною забудовою;
- для геологічного обслуговування гірничих підприємств, розробки робочих креслень при проектуванні і будівництві гірничо-добувних та збагачувальних підприємств;

- для ведення кадастрів населених пунктів.

Слід відзначити, що плани масштабу 1:500 є основними планами обліку підземних комунікацій. Вони повинні відображати точне планове і висотне положення всіх без винятку підземних комунікацій з показом їх основних технічних характеристик. При проведенні топографічного знімання земельної ділянки в с. Дачне також був проведений облік підземних комунікацій на даній території. Результати обліку відбиті на топографічному плані. Облік здійснений на основі довідкових архівних матеріалів.

Земна поверхня не являється площиною. Навіть ділянки рівнинної місцевості невеликої площі неможна вважати плоскими. Сукупність різноманітних нерівностей земної поверхні називається рельєфом.

Рельєф місцевості на плані можна представити за допомогою надписів висот характерних точок. При великій кількості цих надписів можна зробити висновок про форми рельєфу і стрімкість схилів. Найбільш розповсюджений спосіб зображення рельєфу на плані горизонталями. Горизонталь – слід, отриманий від січення земної поверхні рівнявою поверхнею, тобто горизонталь – лінія на земній поверхні, яка проходить через точки з однаковими висотами. Під час зображення рельєфу місцевості горизонталями, рівневі поверхні, які січуть земну поверхню, знаходяться одна від одної на однаковій відстані, яка називається висотою січення рельєфу.

Висота перерізу рельєфу на топографічних планах встановлюється відповідно до таких факторів як масштаб топографічного плану і характеристика рельєфу (максимально переважні кути нахилу).

Під час розробки проєкту було прийняте рішення обрати висоту перерізу рельєфу – 0,5 м. Обґрунтувати дане рішення можна взявши до уваги дані представлені в Інструкції з топографічного знімання. Так як визначено, що масштаб знімання – 1:1000 і на ділянці домінує рівнинний рельєф, з кутами нахилу більше 2°, то висота січення рельєфу буде становити 0,5 м, тобто горизонталі на топографічному плані будуть проведені через 0,5 м.

3.2. Прилади для виконання геодезичних робіт

У високоточних сучасних і високопродуктивних геодезичних роботах використовується нове покоління приладів, що дозволяють виконувати всі виміри в автоматизованому режимі. Такі вимірювальні прилади обладнані вмонтованими обчислювальними засобами й запам'ятовуючими пристроями, що створюють можливість реєстрації й зберігання результатів вимірів, подальше їх використання на ЕОМ для обробки. Застосування ЕОМ припускає інтелектуалізацію комп'ютерів, тобто можливість роботи з ними непрофесійного користувача природною мовою, у тому числі в мовній формі.

Для автоматизації польових вимірів при виробництві топографічної зйомки й інших видів інженерно-геодезичних робіт створені високоточні електронні тахеометри.

Електронний тахеометр – це вимірювальний інструмент, у якому конструктивно об'єднані електронний теодоліт, світловіддалемір і вбудовану ЕОМ із прикладним геодезичним програмним забезпеченням. Мікропроцесор дозволяє зберігати дані вимірів у внутрішній пам'яті і робити обробку й аналіз результатів вимірів безпосередньо в полі. За допомогою кутомірної частини визначаються горизонтальні й вертикальні кути, світловіддалеміру - відстані, а ЕОМ вирішує різні геодезичні завдання, забезпечує керування приладом, контроль результатів вимірів та їх зберігання.

Про розробці кваліфікаційної роботи для виконання польових робіт використовується електронний тахеометр SOKKIA SET 610 R. Електронний тахеометр призначений для створення планово-висотної основи та виконання топографічного знімання, а також розв'язування геодезичних інженерних задач.

В комплект електронного тахеометра входять:

- електронний тахеометр

- два акумулятори
- кабель для під'єднання зарядного пристрою
- зарядний пристрій
- додаткове приладдя: нитяний висок, викрутка, шпилька, пензлик
- орієнтир-бусоль
- кабель для передачі даних із тахеометра у пам'ять комп'ютера
- абсорбент
- інструкція з користування приладом.

Для перенесення тахеометра в пакувальній скриньці використовують пасок.



Рис. 3.1. Електронний тахеометр Sokkia SET 610 та приладдя в пакувальній скриньці.

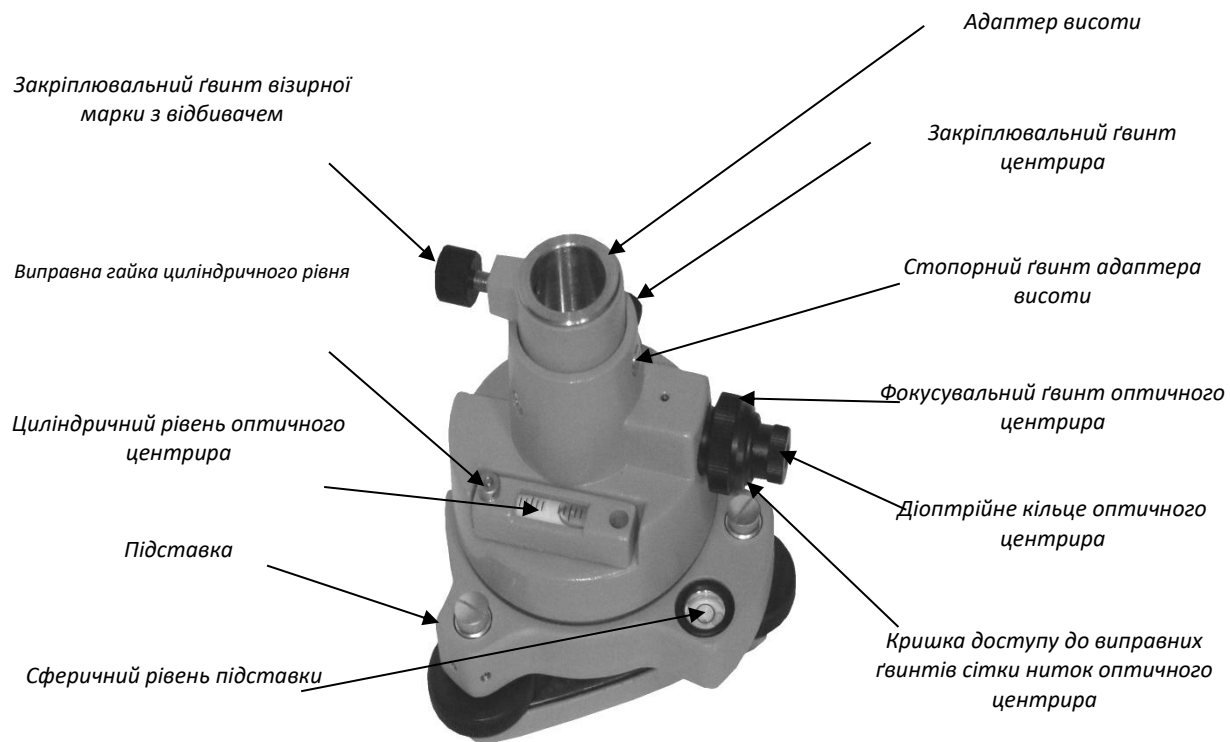


Рис. 3.2 Підставка з оптичним центром.

Будова електронного тахеометра Sokkia SET 610 R



Рис. 3.3. Електронний тахеометр Sokkia SET 610.

У таблиці подано технічні характеристики електронних тахеометрів Sokkia SET 610 (610 K).

Таблиця 3.6 Технічні характеристики електронних тахеометрів Sokkia SET 610 R

Технічні характеристики	Величини, діапазон приладу
Зорова труба	
Збільшення зорової труби, разів	26
Зображення зорової труби	Земне
Мінімальна віддаль фокусування, м	1,0
Кут поля зору труби	1°30'
Підсвічування сітки ниток, к-сть рівнів яскр.	5
Вимірювання кутів	
Одиниці вимірювання	Градус / Гон / Проміле
Дискретність кутових одиниць	1" / 0,3 мГон / 0,005 Проміле 5" / 1.5 мГон / 0,024 Проміле
Точність вимірювання	6" / 1.9 мГон / 0,030 Проміле
Час відображення відліку, с	0,5
<i>Режим вимірювань кутів</i>	
Зростання відліків горизонтального круга	За ходом год. стрілки / Проти ходу год. стрілки.
Вертикальний	Зенітна відстань 0°-360° / Кут нахилу ±0°-90°; 0°-360°; Проміле ±0-1 000‰
Компенсатор	
Автоматичний компенсатор кругів	Увімкнений (Гориз. і Вертик. / тільки Вертик.) / Вимкнений
Тип компенсатора	Рідинний двохосовий давач нахилу
Діапазон компенсації, кут. Мін	3
Вимірювання віддалей	
<i>Діапазон вимірювань</i>	
На стандартну призму AP01:	
зазвичай, м	1-2400
для топографічної видимості до 40 км, м	1-2700
На три стандартних призми AP01:	
зазвичай, м	1-3100
для топографічної видимості до 40 км, м	1-3500
Дискретність відлічування віддалі для точних і швидких вимірювань, мм	1
У режимі слідкування, мм	10
Макс. Відображувана віддаль на дисплеї, м	4199,999
Одиниці вимірювань	Метри / Фути / Дюйми

продовження таблиці 3.6.

1	2
<i>Точність вимірювань, мм</i>	
У режимі точні вимірювання	2+2 D (мм) 10 ⁻⁶
У режимі швидкі вимірювання	5+5 D (мм) 10 ⁻⁶
<i>Режим вимірювань</i>	
Точні вимірювання	одноразові-багаторазові
Швидкі вимірювання	одноразові-багаторазові
Слідкування	одноразові
<i>Час вимірювань, с</i>	
Точні вимірювання	2,8 + кожні наступні 1,6
Швидкі вимірювання	2,3 + кожні наступні 0,8
Слідкування	1,8 + кожні наступні 0,3
Атмосферна поправка	
<i>Діапазон введення</i>	
Введення температури, °C	-30 до +60 з кроком 1
Тиску, гПа	500 до 1400 з кроком 1
Тиску, мм рт. ст.	375 до 1050 з кроком 1
Атмосферної поправки	-499 до 499 з кроком 1
Приладової поправки, мм	-99 до 99 з кроком 1
Поправка за кривину Землі і рефракцію	Не вводиться / Вводиться з k = 0,142 або 0,20
Джерело живлення	
Джерело живлення, акумулятор	Літійо-іонний, BDC46E
Індикатор зарядженості акумулятора, рівні	4
Час роботи за температури, 25 °C	Близько 5 годин
Час заряджання акумулятора	Близько 2 годин
Номінальна напруга, в	7,2
Автоматичне вимикання живлення, рівні	5
Внутрішня пам'ять, точок	10 000
Рівні	
<i>Ціна поділки рівня на 2 мм</i>	
Циліндричного, кутових сек.	40
Сферичного, кутових мін.	10
Оптичний центр	
Зображення	земне
Збільшення, разів	3
Мінімальна віддаль фокусування, м	0,3

1	2
Додаткові характеристики	
Температура роботи з приладом	-20 – +50 °C
Висота приладу від верху корпусу підставки, мм	183
Висота горизонтальної осі обертання відбивача та марки до верху підставки, мм	170–188
Вага приладу, кг	5,1

Визначальною особливістю приладу є те, що він працює в двох режимах:

- стандартний - вимірювання із відбивачем;
- безвідбивачевий - вимірювання проводиться безпосередньо від об'єкта.

Безвідбивачевий режим дозволяє точно виміряти об'єкт, що знаходиться на певній відстані без необхідності установки відбивача безпосередньо в вимірювану точку. За допомогою такого режиму роботи може виконувати одна людина. Ця функція тахеометру економить кошти на виконання робіт, значно їх спрощує та прискорює.

Розбудова трансформаційного поля виконувалась GNSS-приймачем Leica GS14.

Приймач Leica GS14 - це легкий і надійний універсальний супутниковий приймач. Підтримує роботу в режимах статика, Stop & Go і GSM / GPRS RTK. Приймач може бути використаний як в якості RTK-бази, так і в якості ровера.

Повністю бездротове з'єднання і компактний розмір, гарантують комфортну і високопродуктивну роботу протягом всього робочого дня. Приймач і всі необхідні в поле аксесуари поміщаються в один маленький кейс, який не займе багато місця у відрядженні.

Приймач підтримує роботу з польовими контролерами серії Viva - CS10 і CS15. Польове ПО цих контролерів (SmartWorx Viva) на 100% підтримує роботу з CAD файлами, що дозволяє візуалізувати дані в поле, виключаючи помилки при передачі інформації з CAD. А можливість ведення фотоабрисів і

додавання позначок на фото дозволить відмовитися від ведення паперового абрису.

Швейцарська якість збірки всіх компонентів і високий клас захисту IP68 гарантують стабільну роботу в найсуворіших умовах нашої країни.

Приймач GS14 стандартно постачається з ПЗ Leica Geo Office. Це найпотужніше в галузі ПЗ для обробки даних GPS з дружнім інтерфейсом та всіма необхідними засобами для управління, відображення, обробки, імпорту та експорту даних приймача.

GS14 можна налаштувати для виконання різноманітних виробничих задач використовувати як геодезичний GPS приймач для виконання вимірювань в режимах «статика» і «кінематика», як базову GPS станцію або як звичайний навігатор для пошуку геодезичних пунктів. Також його можна модернізувати до приймача GS20 для збору даних ПС з описами та атрибутами об'єктів. Ви також можете в будь-який момент розширити функціональність приймача підключивши до нього зовнішні вимірювальні пристрої через серійний порт або Bluetooth. Додатково можна використовувати сигнали берегових маяків, підключення мобільних телефонів стандарту GSM та інших пристроїв для вимірювання в режимі реального часу. Меню GS14 містить декілька прикладних програм, які можуть бути використані для різноманітних обрахунків та отримання оптимальних результатів.

Технічні характеристики GPS приймача GS14:

1) Ввимірювання

- Технології Leica SmartTrack +, SmartCheck + і SmartRTK
- GNSS-плата NovAtel зі 120 каналами, по 60 супутників по двом частотам.
- Вимірювання фаз несучих частот GNSS з дуже низьким рівнем шумів і точністю <0,5 мм в смузі частот 1 Гц

- Одночасно відслідковують сигнали супутників (в залежності від доступних опцій):

- GPS: L1, L2, L2C і L5
- ГЛОНАСС: L1, L2
- Galileo (тест): GIOVE-A, GIOVE-B
- Galileo: E1, E5a, E5b, Alt-BOC
- Compass: BeiDou B1, B2
- QZSS
- SBAS: WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, QZSS

- GNSS вимірювання: повністю незалежні кодові і фазові вимірювання на всіх частотах GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou.

- Можливість включення і відключення будь-який з GNSS систем.
- Час ініціалізації: менше 1 сек

Диференціальна кодова GNSS-зйомка

- У плані: 25 см + 1 мм / км СКО
- По висоті: 50 см + 1 мм / км СКО

Статична і бистростатическая GNSS-зйомка

- У плані: 3 мм + 0,5 мм / км СКО
- По висоті: 5 мм + 0,5 мм / км СКО

Кінематична зйомка

- У плані: 8 мм + 1 мм / км СКО
- По висоті: 15 мм + 1 мм / км СКО
- Час ініціалізації на льоту зазвичай <4 з
- Надійність ініціалізації зазвичай > 99,9%

RTK мережі

- Підтримка рішень VRS, FKP, iMAX
- Підтримка стандартів MAC (Master Auxilliary Concept) підтримуваний

RTCM SC 104

2) Фізичні характеристики:

- Розміри (діаметр x висота), мм: 190? 90
- Вага: 0,93 кг
- Температура експлуатації: від -40 до +65 ° C
- Зберігання: від -40 до +80 ° C
- Вологість: 100%, з конденсацією
- Пиле- і влагозахищеність: IP68, захист від короткочасного занурення на глибину 1,4 м
- ударо і вібростійкість: задовольняє наступним стандартам для умов експлуатації:
 - Ударостійкість: витримує падіння з висоти 1 м на тверду поверхню, перекидання з віхи висотою 2 м
 - Вібростійкість: витримує сильні вібрації, відповідність ISO9022-36-08 і MIL-STD-810F - 514.5Cat.24

3) Електричні характеристики:

- Вхід зовнішнього живлення 10,5-28 В постійного струму
- Сумний літій-іонний акумулятор напругою 7,4 В і ємністю 2,6 Ач
- Споживання енергії 3,2 Вт
- Час роботи від двох внутрішніх батарей:
 - зі стандартним радіомодемом до 10 год прийому RTK
 - зі стандартним радіомодемом до 9 год передачі RTK
 - по GSM / GPRS каналу до 7 ч RTK

4) Передача і зберігання даних:

- Пам'ять: SD карта, 1 Гб (до 280 днів записи даних GPS і ГЛОНАСС (8 + 4 супутника) з частотою сек
- 1 x серійний RS232 Lemo, 1 x USB / RS232 Lemo, 1 x UART серійний і USB (для знімних RTK пристроїв), 1 x порт Bluetooth, Bluetooth v2.00 + EDR, клас 2
- Одночасне підключення до 3х пристроїв зв'язку, 2 інтерфейси виводу в реальному часі в різних форматах RTK / RTCM

- Запис дані в форматах Leica GNSS сирі дані і RINEX
- Частота запису до 20 Гц
- Введення і виведення формати LEICA, CMR, CMR +, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1



Рис.3.4 GNSS-приймач Leica GS14

3.3. Технологія проведення польових робіт по розбудові знімальної мережі

У результаті робіт для проведення топографічного знімання у масштабі 1: 500 ми запроектували планово-висотну геодезичну мережу у вигляді розімкнутого та висячих теодолітних ходів.

При створенні знімальної геодезичної мережі прокладанням теодолітних ходів на місцевості виміряють довжини ліній та кути.

При використанні електронного тахеометра його послідовно встановлюють на всіх вершинах ходу. На суміжних точках установлюють відбивачі. За допомогою тахеометра одночасно визначають горизонтальний кут, горизонтальне прокладення і перевищення. У залежності від конструкції тахеометра отримані результати

зчитують з дисплея приладу і записують у журнал чи зберігають в електронній пам'яті тахеометра.

Виміри, як правило, проводять за ходом годинникової стрілки для того, щоб одержати в теодолітному ході праві кути. Вимірювання кута виконується при двох положеннях круга (КП і КЛ) із взяттям відліків при кожному візуванні на точки.

Перед виміром кута проводять:

- центрування приладу над вершиною вимірюваного кута за допомогою нитяного виска;
- приведення осі обертання приладу в робоче положення
- орієнтування приладу відносно напрямку сторін світу або відносно заданого напрямку.

При вимірі кута необхідно виконувати послідовні дії. Відкріпивши алідаду горизонтального круга та зорову трубу, візують на задню точку. Приблизне візування на точку роблять за допомогою оптичного візиру. Коли предмет з'явиться в полі зору, закріплюють алідаду та зорову трубу. Ретельно фокусують трубу, добиваючись, щоб не було паралаксу і беруть відлік по горизонтальному кругу. Відкріплюють алідаду та зорову трубу і таким же чином наводять на передню точку, знову беруть відлік по горизонтальному кругу. Описана операція складає пів прийом, а різниця одержаних відліків дає значення горизонтального кута при одному із положень круга.

Для контролю та усунення помилок, можливих при першому півприйомі той самий вимір проводять при другому положенні круга. Вираховують друге значення кута. Результати вимірів записують в польовий журнал виміру.

Довжини сторін вимірюють у прямому та зворотному напрямках. Абсолютні лінійні похибки не повинні перевищувати 0,3 м при прокладанні теодолітного ходу для знімання в масштабі 1:500.

Кутові нев'язки не повинні перевищувати величини

$$f_{\beta} = \pm 20'' \sqrt{n}$$

де n - кількість кутів у ході.

Для отримання координат точок теодолітних ходів у загальнодержавній або місцевій системі координат, а також для здійснення контролю вимірювань теодолітні ходи необхідно прив'язувати до пунктів державної геодезичної мережі або мереж згущення.

У розімкненому ході як правило, початкова і кінцева точки ходу є пунктами опорної мережі, координати яких відомі. З кожного із кінцевих пунктів повинно бути видно принаймні по одному пункту опорної мережі, наприклад. Дирекційні кути відомі. Безпосередня прив'язка полягає у вимірюванні на кінцевих пунктах прилеглих кутів між вихідними напрямками та першою та останньою сторонами ходу.

Сьогодні під час виконання різних польових геодезичних робіт найбільші вимоги ставляться до оперативності, високої точності та якості, а це, своєю чергою, спонукає проектно-вишукувальні, земельно-кадастрові та будівельні організації використовувати нові засоби для визначення координат, застосовуючи передусім глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS). Протягом останніх десяти років у супутникових технологіях визначення місцезнаходження відбулися значні зміни в розвитку та розширення сфер застосування. На зміну традиційним GPS-спостереженням прийшла нова технологія під назвою кінематичне знімання у режимі реального часу – RTK (від англ. Real Time Kinematic), яка завдяки низці новітніх вдосконалень вийшла на провідні позиції за останніх декілька років. Саме за допомогою сучасної RTK-технології (особливого режиму проведення спостережень) координати пункту визначаються за декілька секунд з точністю 1–2 см на відстані до 100 км від активної референцної станції (постійнодіюча GNSS-станція, координати якої попередньо надійно визначені). Крім того, у користувача з'являється можливість під час польових робіт розв'язувати стандартні геодезичні задачі, аналізувати результати виконаних робіт і виявляти пропущені ділянки. Важливо і те, що під час обробки робочих

файлів, одержаних з використанням режиму RTK, у камеральних умовах не потрібне додаткове опрацювання результатів вимірювань.

Для роботи в режимі реального часу за технологією RTK користувачеві передусім необхідне відповідне обладнання, головним у якому є “роверний” двочастотний мультиканальний GNSS-приймач, який через певні канали зв’язку отримує відповідну інформацію від референцної станції. До складу цього обладнання входить власне GNSS-приймач (ровер) та польовий контролер або “кишеньковий” персональний комп’ютер.

Одним із важливих завдань під час сучасного RTK-знімання є процес приймання RTK-поправок через мережу Інтернет від референцної станції чи центру опрацювання даних усієї мережі таких станцій користувачем. Для цього у приймачі повинен бути вмонтований GSM/GPRS модем. Раніше існувала практика приймання поправок через радіомодем. Однак використання радіомодема виявило недоліки, пов’язані з необхідністю прямої “радіовидимості” референцна станція – роверний приймач, а також спеціальні дозволи на використання радіочастот тощо. Завдяки значному покриттю територій GSM-мережами почалося широке використання GPRS-зв’язку для реалізації методу RTK у країнах Європи, зокрема в Україні.

GNSS представляє собою систему супутникової навігації, створену з метою позиціонування (визначення місця розташування в просторі – тобто координат) об’єктів. Окрім визначення місця розташування об’єкта сучасні навігаційні системи дозволяють визначити напрямок його руху і швидкість.

Основні діючі і перспективні GNSS системи: GPS (США), ГЛОНАСС (Росія), GALILEO (Євросоюз), BeiDou (Китай), QZSS (Японія).

З метою підвищення точності позиціонування з декількох метрів до сантиметрів у багатьох країнах створюються наземні системи радіомаяків, а також інформаційна радіосистема для передачі користувачам диференціальних поправок, що дозволяють значно підвищити точність визначення координат.

Найбільша точність досягається при використанні RTK-поправок саме з наземних базових станцій. Саме така мережа під назвою System.NET компанії System solution діє з 2011 р. в Україні. Принцип роботи мережі представлений на рис. 3.5.

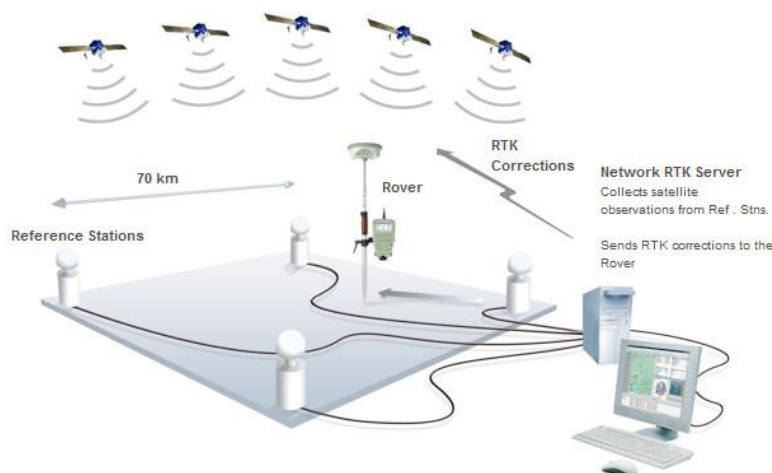


Рис. 3.5 Принцип роботи мережі System.NET

Проектом передбачається проведення калібровки системи координат та GPS-знімання на земельній ділянці в RTK режимі з отриманням поправок від мережі System.NET найближча до об'єкту робіт базова станція якої знаходять в місті Одеса (ODSA; RTCM0124).

3.4. Топографічне знімання

Спосіб полярних координат застосовують під час знімання ситуації на відкритій слабо розчленованій місцевості. Положення будь-якої точки на площині визначають полярним кутом, утвореним полярною віссю і напрямом на точку, яку знімають, та відстанню (радіусом-вектором) від полюса до цієї точки. Полюсом знімання є центр компаса чи іншого кутомірного приладу, встановленого на станції (точці знімальної мережі). За полярну вісь приймають північний напрям магнітного меридіана або напрям на візирну ціль (віху, рейку) передньої станції.

При зніманні електронним тахеометром віддалі від станцій до пікетних точок і віддалі між пікетами не повинні перевищувати величин, що наведені

в табл 3.8. При використанні радіостанцій для зв'язку між спостерігачем і помічником, який встановлює відбивач, указані віддалі можуть бути збільшені в 1,5 рази.

Таблиця 3.8 Віддалі від точок теодолітних ходів до пікетів і віддаль між пікетами не повинні перевищувати величин:

Масштаб знімання	Переріз рельєфу, м	Максимальна віддаль між пікетами, м	Максимальна віддаль від приладу до рейки при зніманні рельєфу, м	Максимальна віддаль від приладу до рейки при зніманні контурів, м
1:5000	0,5	60	1000	1000
	1,0	80	1000	1000
	2,0	100	1000	1000
	5,0	120	1000	1000
1:2000	0,5	40	750	750
	1,0	40	750	750
	2,0	50	750	750
1:1000	0,5	20	600	600
	1,0	30	600	600
1:500	0,5	15	500	500
	1,0	15	500	500

Порядок виконання робіт на станції при топографічній зйомці:

- встановлюють тахеометр на точку знімальної геодезичної мережі, приводять в робоче положення, вимірюють висоту приладу;
- орієнтують тахеометр (відлік 0°00'00") на іншу точку знімальної геодезичної мережі, як правило суміжну;
- знімають межі та ситуацію шляхом набору пікетних точок при одному положенні вертикального круга;
- по завершенню набору пікетних точок перевіряють замикання горизонту, тим самим перевіряють стабільність приладу під час знімання.

В результаті проведення знімання було визначено планове положення 643 пікетів.

На основі результатів обробки топографічного знімання створюємо топографічний план.

Топографічний план – зменшене подібне зображення на площині невеликої ділянки земної, у межах якої кривизна рівневої поверхні Землі не враховується.

Топографічні плани масштабу 1:500 потрібні для складання виконавчих планів промислових підприємств, багатоповерхової забудови житловою будівництвом з мережею підземних інженерних комунікацій, генеральних планів ділянок будівництва та робочих креслень багатоповерхової забудови, для проведення вертикального планування, складання планів існуючих підземних мереж та споруд і прив'язки будівель та споруд до ділянок забудови міста, для кадастру населених пунктів із складною забудовою та багатьох інших цілей. Точність топографічних планів оцінюють за величинами розходжень положень контурів та висот точок, виміряних на плані, з даними контрольних вимірів на місцевості. Критеріями оцінки якості є середні, допустимі та грубі похибки.

На топографічних планах масштабу 1:1000 достовірно та з потрібною точністю і детальністю відображують:

- 1) пункти тріангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери і пункти знімальної основи, які закріплені на місцевості центрами (наносяться за координатами);
- 2) будинки і будівлі, їхні характеристики згідно з умовними знаками. Будівлі, що виражаються в масштабі плану, відображають за контурами їхніх цоколів. Архітектурні виступи будинків і споруд відображаються, якщо величина їх на плані 0,5 мм і більше;
- 3) промислові об'єкти – будівлі і споруди заводів, фабрик, електростанцій, шахт, кар'єрів, торфодобування тощо, бурові та експлуатаційні свердловини, нафтові та газові вишки, цистерни, наземні трубопроводи, лінії електропередач високої та низької

напруги, колодязі і мережі підземних комунікацій; об'єкти комунального господарства; на планах масштабу 1:500 всі мережі підземних комунікацій наносять на плани при наявності матеріалів виконавчого знімання або якщо є завдання на знімання підземних комунікацій;

- 4) залізниці, шосейні та ґрунтові дороги і споруди при них - мости, тунелі, шляхопроводи, віадуки, переїзди;
- 5) гідрографія - річки, озера, водосховища, площі розливів; берегові лінії наносяться за фактичним станом на час знімання;
- 6) об'єкти гідротехнічні та водного транспорту - канали, канави, водоводи і водорозподільчі пристрої, греблі, пристані, причали, моли, шлюзи, маяки, навігаційні знаки;
- 7) об'єкти водопостачання – колодязі , колонки, резервуари, відстійники, природні джерела;
- 8) рельєф місцевості, що відображається горизонталями, позначками висот і умовними знаками обривів, скель, ярів, осипів, зсувів, ям, курганів і та ін. Форми мікрорельєфу відображають напівгоризонталями або допоміжними горизонталями;
- 9) рослинність деревна, чагарникова, трав'яна, культурна рослинність (ліси, сади, плантації, луки, окремі дерева і кущі). На планах масштабу 1:500 на вулицях і проїздах інструментально знімається кожне дерево з відображенням його породи, якщо діаметр його стовбура 4 см і більше;
- 10) ґрунти і мікроформи земної поверхні: піски, галькові, глинисті, щебеневі та інші поверхні, болота і солончаки;
- 11) державний кордон, межі політико-адміністративні, адміністративні, охоронних природних територій, землекористувань, різні огорожі. Державний кордон і межі наносять за координатами поворотних

пунктів або з використанням відомчих картографічних матеріалів, що є в наявності;

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

Результати топографічних знімів можуть бути представлені у вигляді цифрового або електронного топографічного плану. Цифрова обробка топографічної інформації вміщує три самостійні етапи робіт.

Перший етап — це первинна обробка зібраної різноманітної топографічної інформації і приведення її до єдиного уніфікованого вигляду. Вона передбачає обчислення площинних або просторових координат знімальних точок у заданій системі, формування знімальної інформації за її належністю до об'єктів місцевості.

Другим етапом цифрової обробки є створення цифрової моделі місцевості (ЦММ). В основі цифрового моделювання місцевості лежить така організація результатів знімання ситуації і рельєфу, яка дає змогу відображати точки області моделювання в дискретне середовище топографічної інформації, тобто для кожної точки даної області отримувати заданий набір топографічних даних.

Третій етап цифрової обробки топографічної інформації полягає у формуванні на основі ЦММ цифрових моделей всіх елементів створюваного плану, тобто в перетворенні ЦММ у цифровий та електронний топографічний план. На цьому етапі інформація, що є в ЦММ, трансформується в топографічну у відповідності з конкретними вимогами до змісту, масштабу, висоти перерізу рельєфу, математичної основи, системи умовних знаків тощо. Конкретними об'єктами є окремі структури цифрової моделі місцевості. До цієї обробки входять калібрування, апроксимація рельєфу та інтерполювання горизонталей, формування моделей умовних знаків, розміщення цих знаків, автоматизоване редагування і генералізація, зшивання та нарізання інформації, зв'язки по рамках тощо.

Цифровий топографічний план – це цифрова модель місцевості, що сформована з урахуванням законів картографічної генералізації у прийнятих для планів проекціях, розграфлення, системі координат та висот і записана на магнітних (оптичних) носіях.

Цифрові топографічні плани місцевості повинні задовольняти такі вимоги:

- створюватися із занесенням інформації на номенклатурні планшети, що покривають місцевість у рамках топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500;
- створюватися у системі координат 1963 р. у проекції Гаусса і Балтійській системі висот; в окремих випадках можуть створюватися в місцевій системі координат і висот, що зв'язана з загальнодержавною;
- середні помилки в положенні на плані предметів та контурів місцевості з чіткими межами відносно найближчих точок знімальної основи не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських та лісових районах - 0,7 мм. На територіях з капітальною і багатоповерховою забудовою середні помилки у взаємному положенні на плані точок найближчих контурів (капітальних споруд, будинків) не повинні перевищувати 0,4 мм.

Після обробки результатів топографічного знімання в М 1:500 земельної ділянки приступаємо до процесу створення електронного топографічного плану. Створення електронного топографічного плану проводимо в програмному комплексі AutoCAD 2013 з застосуванням електронної бібліотеки топографічних умовних знаків Geobl і ТороМар.

В першу чергу проводимо експорт точок знімального обґрунтування та пікетних точок в програмний комплекс AutoCAD 2013. Як результат експорту отримуємо робоче поле з координатною сіткою та масивом пікетів, кожен з яких має відповідний номер та висотну відмітку.

Провівши експортні операції створюємо відповідні тематичні інформаційні шари та приступаємо до процедури безпосереднього створення електронного топографічного плану.

В першу чергу наносимо на план основні елементи ситуації, а потім доповнюємо їх другорядними. Беручи до уваги довідкові архівні матеріали, наносимо на план підземні комунікації (лінії зв'язку та електропередач).

В результаті роботи отримуємо електронний топографічний план в М 1:500 земельної ділянки, що дає можливість в разі потреби необмежено розмножувати та легко редагувати його змістовну частину. Створений топографічний план земельної ділянки роздруковано та подано в графічних матеріалах кваліфікаційної роботи.

Розділ 4. Економічне обґрунтування робіт

Для складання кошторису на виконання робіт по створенню знімальної геодезичної мережі прокладанням теодолітного ходу та виконання топографічного знімання земельної ділянки для нанесення її на черговий план м. Одеса, використовувався «Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо – геодезичні та картографічні роботи» та «Збірник цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва». Дані Збірники розроблені з метою формування національної нормативно-правової бази топографо-геодезичної та картографічної діяльності, зорієнтованої на використання сучасних методів та технологій, розвитку ринкових відносин у сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності, упорядкування кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи.

Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи (далі - Збірник) призначений для визначення кошторисної вартості загальнодержавних топографо-геодезичних та картографічних робіт, які фінансуються з Державного бюджету України.

Збірник містить кошторисні розцінки та нормативи заробітної плати і трудових витрат на геодезичні роботи, топографічні зйомки, оновлення карт і планів, картографічні, обчислювальні, проектно-кошторисні роботи та складання технічних звітів про виконані роботи.

розцінки розраховані відповідно до вимог нормативно-технічних документів (інструкцій, положень, керівних технічних документів щодо виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт).

Укрупнені кошторисні розцінки розраховані на основі:

- Закону України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність";
- Кодексу законів про працю України;
- Закону України "Про підприємництво";
- Закону України "Про підприємства в Україні";

- Закону України "Про оподаткування прибутку підприємств";

- Указу Президента України від 1 серпня 2001 року N 575 "Про поліпшення картографічного забезпечення державних та інших потреб в Україні";

- постанови Кабінету Міністрів України від 31 березня 1999 р. N 490 "Про надбавки (польове забезпечення) до тарифних ставок і посадових окладів працівників, направлених для виконання монтажних, налагоджувальних, ремонтних і будівельних робіт, та працівників, робота яких виконується вахтовим методом, постійно проводиться в дорозі або має роз'їзний (пересувний) характер".

У Збірнику для кожного процесу наведено характеристики категорій складності, склад робіт, розцінку і в її складі зарплату, трудові затрати в бригадо-днях. Наведений склад робіт для кожного процесу є коротким переліком основних операцій, які в залежності від конкретних умов можуть змінюватись без коригування розцінок.

Розцінки у Збірнику за кожним процесом робіт наведені у гривнях на одиницю виміру (пункт, кв. км, пог. км, тощо) і включають витрати виробництва за статтями основних витрат:

- основна зарплата працівників;
- додаткова зарплата працівників;
- відрахування на соціальні заходи;
- польове забезпечення;
- вартість матеріалів;
- знос малоцінних предметів;
- амортизація основних фондів;
- транспортні витрати;
- інші витрати, пов'язані з безпосереднім виконанням робіт.

Розцінки та нормативи заробітної плати і трудових витрат розраховані на відповідні процеси, які включають комплекси польових та камеральних робіт, необхідних для випуску матеріалів згідно з їх найменуванням.

Нормативи витрат ураховують всі підготовчі та допоміжні роботи виробничого циклу, а саме:

- технічну підготовку виробництва;
- робоче проектування;
- навчання працівників безпечним методам виконання робіт;
- поточний ремонт, повірки та дослідження геодезичних приладів і інструментів, метрологічне забезпечення робіт;
- витрати на переїзд працівників до місця робіт і назад;
- витрати на перевезення матеріалів, спорядження, приладів, інструментів та інших вантажів до місця робіт і назад;
- витрати на узгодження місць побудови геодезичних пунктів і здачу їх користувачам (власникам) земельних ділянок для забезпечення їх схоронності;
- контрольні операції при перевірці робіт;
- витрати на оформлення матеріалів, їх здачу та приймання.

При виконанні розрахунків частина вартості робіт визначалася за нормативним документом - «Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо – геодезичні та картографічні роботи», а інша – по «Збірнику цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва».

Після визначення переліку топографо-геодезичних робіт, які формують обсяги витрат, розрахунки зводяться до кошторису, наведеного у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Кошторис на топографо-геодезичні роботи

№ п/п	Вид робіт	Од. вимір.	Категорія складності	Вартість одиниці, грн	Обсяг	Кошторис на вартість робіт, грн
Прокладання теодолітного ходу від пунктів трансформаційного поля						
1	Рекогносцировка пунктів РГМ	пункт	II	28,63	4	114.52
2	Визначення координат автономними супутниковими методами	пункт	II	209,10	8	1672.8
3	Опрацювання матеріалів супутникових спостережень	пункт	-	32,48	8	259.84
4	Прокладання теодолітних ходів	км	II	337,79	0,5	185.7845
5	Топографічне знімання, масштабу 1:500	га	II	1472,38	5,0	7361.54
6	Складання проекту	проект	-	3952	1	3952
7	Складання звіту з виконаних геодезичних робіт	звіт	-	1525	1	1525
Всього, грн					15044,58	

Висновки

На сьогоднішній день виникає необхідність вивчення загальних властивостей, принципів і закономірностей формування та функціонування земельних ділянок як об'єктів земельно-правових відносин та просторового базису для різного роду проєктів.

При проєктних роботах, першочерговою задачею є створення геодезичної знімальної мережі та виконання топографічного знімання земельних ділянок.

Мета даної кваліфікаційної роботи полягала в дослідженні використання мережі базових станцій Системнет в Приморському районі та в створенні знімальної геодезичної основи для топографічного знімання земельної ділянки, щодо якої будуть розроблятися проєктні роботи.

На першому етапі виконання проводилась топографо-геодезична вивченість району робіт, тобто вивчались всі вихідні планово-картографічні матеріали, відомості про раніше виконані топографо-геодезичні роботи, польове обстеження району робіт. При огляді та вивченні району робіт, було виявлено, що 22 пункти знищені та порушені або між ними відсутня видимість.

Для розбудови знімальної геодезичної мережі шляхом прокладання теодолітного ходу прийняте проєктне рішення використати 4 пункти міської полігонометрії 1 розряду (ПП8086, ПП0798, ПП8199, ПП 8200). Знімальну геодезичну мережу в даній роботі передбачено розвивати у вигляді розімкнутого теодолітного ходу з наступними технічними характеристиками: кількість сторін ходу – 9, довжина ходу – 0,49 км; максимальна – 106 м; мінімальна – 20 м; кутова нев'язка – 7 секунд; абсолютна лінійна нев'язка – 0,02 м; відносна нев'язка – 1:34000. Але даного ходу не достатньо для 100% знімання території тому проєктуємо вісім висячих ходів від точок розімкнутого теодолітного ходу.

Але повертаючись до ключової задачі кваліфікаційної роботи зазначимо, що для розбудови трансформаційного поля доцільно використати пункти полігонометрії 8491, 8457, 8495, 4561, які утворюють полігон. Об'єкт робіт при цьому знаходиться в центрі полігону. Під час визначення параметрів перетворення (масштабного коефіцієнту, суміщення та розвороту по осям) проведені GNSS-спостереження приймачем Leica GS14 на вказаних пунктах в RTK-режимі з отриманням корегуючих поправок від базової станції мережі Системнет. Отримані результати свідчать, що максимальне планово-висотне відхилення точки в трансформаційному полі становить 20 мм, тобто трансформаційне поле є якісним і точним.

На основі розбудованого трансформаційного поля були визначені координати 4 точок вихідних розбудованого теодолітного ходу в межах об'єкту робіт. Зокрема це точки: T1GPS, T2GPS, T27GPS, T28GPS. Визначення координат цих точок формує два вихідних базиси та дозволяє тим самим зменшити витрати праці, часу та коштів.

З точок теодолітних ходів було виконане топографічне знімання об'єкту робіт в М 1:500 електронним тахеометром Sokkia. Камеральна обробка результатів проводилась в програмному комплексі Digitals та AutoCAD. За результатами робіт викреслений топографічний план.

На завершальному етапі робіт обчислена кошторисна вартість робіт по розбудові повноцінного теодолітного ходу та трансформаційного поля. Загальна вартість робіт склала 15044,58 грн.

Підвівши підсумок можна сформулювати наступні переваги використання мережі базових станцій «Системнет»:

- підтримка єдиної міжнародної системи координат. Можливість безпосередньої роботи в будь-якій необхідній системі координат;
- виняток грубих помилок вихідних пунктів;

- істотне підвищення точності роботи, визначення координат з сантиметровою точністю в режимі реального часу і міліметрової в режимі післясеансної обробки;
- контроль точності безпосередньо під час виконання вимірювань;
- скорочення витрат на обладнання і часу на навчання. Для роботи не потрібна установка базових приймачів на пунктах з відомими координатами. Досить одного комплекту роверного приймача;
- скорочення витрат на транспорт і персонал. Базові станції не треба встановлювати і охороняти, для роботи достатньо 1го – 2х геодезистів;
- збільшення продуктивності праці. Час на реєстрацію однієї точки – кілька секунд;
- при роботі в режимі реального часу немає необхідності в постобробці отриманих даних;
- доступність даних 24 години на добу, 7 днів на тиждень;
- можливість комплексного використання мережі.

Список використаної літератури

1. Постанова КМУ від 07.08.2013 №646 «Порядок побудови ДГМ України»
2. Постанова КМУ № 1075 від 13.07.98 р «Про порядок використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) під час проведення топографо – геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок»
3. «Порядок топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500», затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 1675 від 17.04.2025 р.
4. «Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України» від 29.02.2000 р.
5. «Інструкція про типи центрів геодезичних пунктів (ГКНТА – 2.01,02-01-93)»
6. ГКІНіП - 02-262-02 «Інструкція з розвитку знімального обґрунтування і зйомки ситуації та рельєфу з застосуванням глобальних навігаційних супутникових систем ГЛОНАСС і GPS»
7. ГКІНіП – 01-271-03 «Керівництво з розвитку та реконструкції міських геодезичних мереж з використанням супутникових систем ГЛОНАСС та GPS»
8. Закон України “Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність” від 23.12.1998 р.
9. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г. „Глобальна система визначення місцеположення. Теорія і практика”, М.: Аска, - 2002. – 456 с.
10. Мацко В.П., Голубєва А.М „Введення в геотроніку”, К.: Гео, - 2003. – 198 с.
11. Островський А.Л., Геодезія. – Ч. 2. / Мороз О.І., Тарнавський В.Л. - Львів: НУ "Львівська політехніка", 2007. – 508 с.

12. Шумаков Ф.Т. конспект лекцій з дисципліни «Супутникова геодезія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання, спеціальності 7.070900 «Геоінформаційні системи та технології»), публікація: Х. ХНАМГ, 2019
13. Ремінський А.А Геодезія. Ч. 3. / Журавель І.В., Опара В.М. Х.: ХДАУ ім. В.В. Докучаєва, 1999. – 171 с.
14. Геніке А.А., Победінський Г.Г. «Глобальні супутникові системи, визначення місця розташування та їх застосування в геодезії», М: Астра, 2004.-355с.
15. Серапінас Б.Б. «Основи супутникового позиціонування», К.:1998. – 430с.
16. Шевченко Т.Г. Геодезичні прилади: Підручник / [за редакцією Т.Г. Шевченка]. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 460 с.
17. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500
18. Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи. – Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 29/м від 19.02.2003 р.