

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

к.г.н., доцент

_____ Ірина ЛЕОНІДОВА

«___» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Геоземлеробство»

За спеціальністю 193 «Геоземлеробство»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ

Науковий керівник: к.геогр.н., доцент

_____ Ірина ЛЕОНІДОВА

Рецензент:

Виконав здобувач другого (магістерського)
ступеня вищої освіти заочної форми навчання
Андрій ТОЛОКОННИКОВ

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

_____ **Андрій ТОЛОКОННИКОВ**

РЕФЕРАТ

Дослідження видів топографічного знімання. Толоконніков А.К. Кваліфікаційна робота. ОДАУ, кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру. 2023. 76 с. текстової частини, 12 таблиць, 3 вкладиші, 24 літературних джерел, 3 аркуші графічної частини.

Текстова частина включає: вступ, огляд нормативних документів і спеціальної літератури за темою кваліфікаційної роботи, загальні відомості про об'єкт та район робіт, геодезичне обґрунтування топографічного знімання, дослідження методів топографічного знімання, висновки, список використаної літератури.

Графічна частина включає: схема топографо-геодезичного забезпечення, схема геодезичного обґрунтування, топографічний план земельної ділянки.

Ключові слова: топографічне знімання, геопросторові дані, наземні методи, дистанційні методи, тахеометричне знімання, знімання за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), наземна фотограмметрія, лазерне сканування, знімання за допомогою інерційних навігаційних систем, мобільні картографічні системи, стереознімання, радіолокаційне знімання.

В кваліфікаційній роботі в повному обсязі приведено науково-обґрунтований комплекс виконання великомасштабного топографічного знімання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ І СПЕЦІАЛЬНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	7
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ТА РАЙОН РОБІТ	17
2.1. Фізико-географічна характеристика району робіт	17
2.2. Топографо-геодезична забезпеченість району робіт.....	22
РОЗДІЛ 3 ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ	25
3.1. Виконання планово-висотної прив’язки засобами GNSS.....	25
3.2. Розробка проекту знімальної геодезичної мережі	33
3.3. Методика геодезичних вимірювань	37
РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ..	43
4.1. Методи виконання великомасштабного топографічного знімання.....	43
4.2. Обґрунтування способу виконання топографічного знімання, масштабу і перерізу рельєфу.....	52
4.3. Супутникові GNSS-приймачі для GPS-спостережень.....	56
4.4. Методика геодезичних вимірювань.....	61
4.5. Обробка даних GNSS-спостережень.....	68
4.6. Складання топографічного плану земельної ділянки.....	68
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

ВСТУП

Загальна постановка проблеми та актуальність теми. Основним завданням топографо-геодезичного виробництва є забезпечення якісною топографічною, геодезичною та картографічною продукцією. Сьогодні вся територія України покривається топографічними картами у М 1 : 100 000-1 : 10 000. Наступний етап картографування території полягає у створенні топографічних карт у М 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 та 1 : 500, зокрема, на територію населених пунктів, що мають широке застосування у різних галузях народного господарства, а також використовуються для детального вивчення місцевості, виконання орієнтування на ній, проведення різних за призначенням точних вимірювань й розрахунків.

Для виконання будь яких земельно-кадастрових робіт необхідна достовірна інформація про топографічні умови місцевості, які отримують різноманітними методами. В результатів цього створюють топографічні плани конкретних територій, як сільськогосподарського призначення, так і несільськогосподарського. При цьому топографічні плани містять відомості про наземні об'єкти, точні межі земельних ділянок, підземні комунікації, відомості про рельєф, системи висот тощо. Тобто топографічне знімання надає повну інформацію про місце розташування конкретної території чи об'єкта.

Велику роль топографічне знімання відіграє для територій населених пунктів, зокрема, якщо на певній ділянці заплановано будівництво будівлі чи споруди. Тоді на наявному топографічному плані проєктант зможе визначити місце, де зводити будівлю безпечно, як практично і ефективно проводити благоустрій прибудинкової території, де розміщати підземні комунікації на ділянці (водопровід, каналізація, телефонні кабелі, газопровід). Користуватися центральними мережами без спеціальних дозволів заборонено. Топографічний план дозволить підряднику визначити, де можна підключитися до тієї чи іншої системи, прокласти труби або кабелі, підготувати проєкт, розрахувати кількість необхідного матеріалу і

вартість роботи. Бувають ситуації, коли необхідна перепланування вже існуючих комунікацій. Для цих робіт також потрібно попередньо провести топографічне знімання. Матеріали топографічного знімання застосовують при межуванні земель, при встановленні будинку на кадастровий облік, при вирішенні судових спорів та при інших роботах, які вимагають наявності плану земельної ділянки.

Мета кваліфікаційної роботи: аналіз та дослідження великомасштабного топографічного знімання й набуття практичних навиків геодезичних робіт з розвитку геодезичної основи для його виконання.

Об'єкт дослідження кваліфікаційної роботи: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування»

Поставлена мета передбачає вирішення наступних основних завдань:

- проаналізувати нормативно-правові акти України, наукові та методичні публікації щодо проведення геодезичних робіт при топографічних зніманнях території;
- аналіз фізико-географічної характеристики району робіт та топографо-геодезичної забезпеченості;
- створення геодезичного обґрунтування топографічного знімання;
- виконання планово-висотної прив'язки засобами GNSS;
- дослідження методів великомасштабного топографічного знімання;
- топографічне знімання земельної ділянки за допомогою GPS-спостережень методом RTK (Кінематика в режимі реального часу);
- обробка результатів GPS-спостережень знімальної геодезичної мережі та топографічного знімання;
- складання топографічного плану земельної ділянки в програмному комплексі Digitals.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ І СПЕЦІАЛЬНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Всі геодезичні роботи, як і будь-який вид діяльності, регулюються низкою законних та нормативно-правових актів (законами України, постановами Кабінету міністрів України, різними Положеннями, Інструкціями) – рис. 1.1.

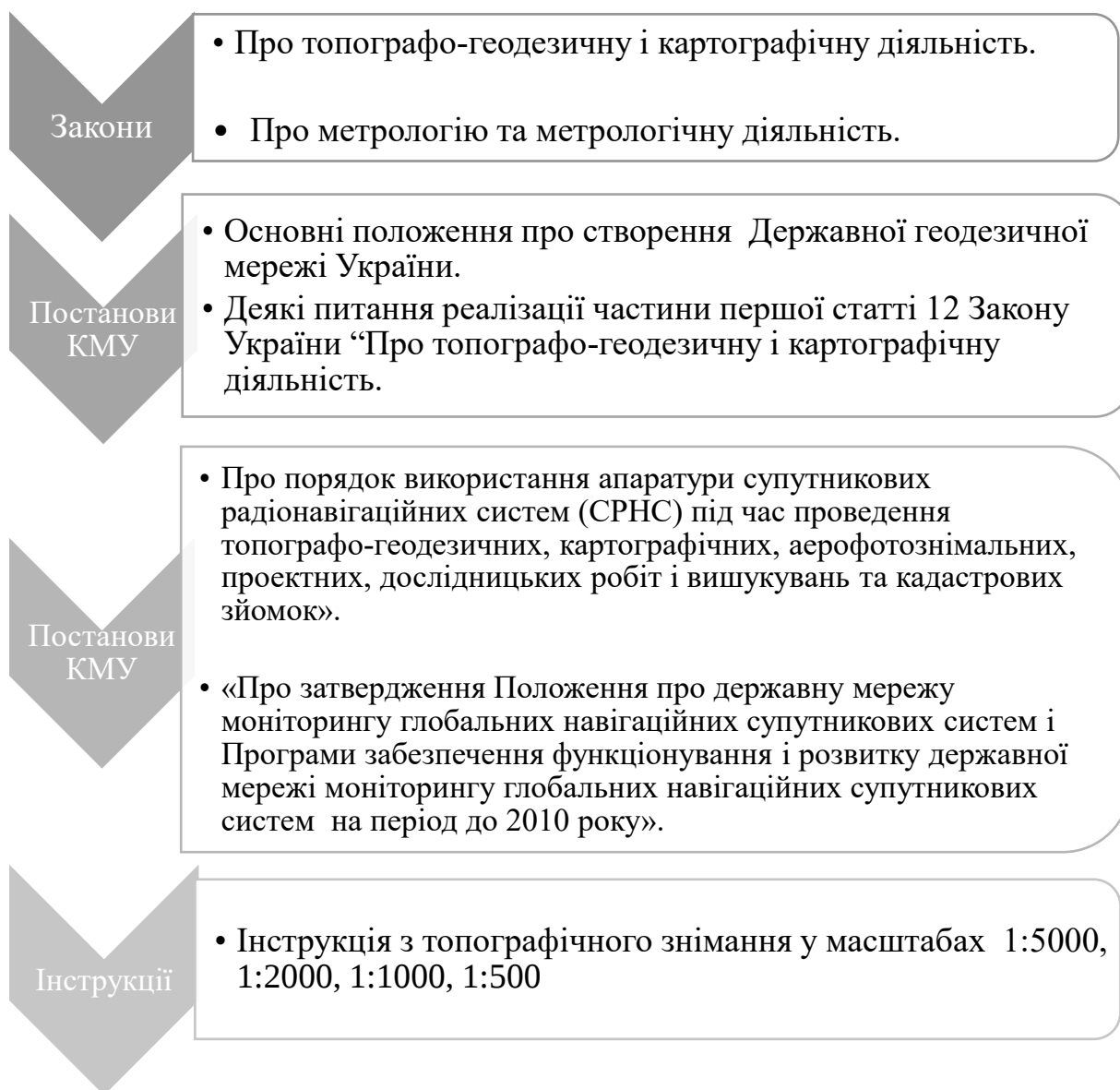


Рис. 1.1. Законодавчі акти в сфері забезпечення геодезичної діяльності

Законом України «*Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність*» дано визначення об'єктів, суб'єктів топографо-геодезичної та картографічної діяльності, а також понять «геодезична мережа». «Топографо- геодезична і картографічна діяльність – виробнича, наукова та управлінська діяльність, яка базується на визначенні параметрів фігури, координат точок земної поверхні та їх змін у часі, гравітаційного поля Землі, мережі постійно діючих станцій супутникового спостереження, створення і використання державної геодезичної і гравіметричної мереж України, створення топографічних та тематичних карт й планів, створення та оновлення картографічної основи для державних кадастрів, банків (баз) геопросторових даних та геоінформаційних систем» [22].

Порядок побудови та структуру Державної геодезичної мережі затверджується постановою Кабінету Міністрів України «*Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність*». Даний порядок встановлює, що: «При здійсненні робіт із землеустрою координатною основою є Державна геодезична референсна система координат УСК-2000, яка на місцевості закріплена пунктами ДГМ. Документація із землеустрою та планово-картографічні матеріали, які створені в місцевих системах координат, а також системах координат СК-63 та СК-42переводяться в систему координат УСК-2000 або місцеву систему координат, яка обов'язково зв'язана із системою координат УСК-2000» [3].

Законодавчо регульовані види діяльності в галузі метрології висвітлені в Законі України «*Про метрологію та метрологічну діяльність*». В цьому законі зокрема відмічено, що: «Роботи із землеустрою, топографо-геодезичні, гідрометеорологічні та картографічні роботи, виокремлені серед інших видів діяльності. Спеціальний орган порівнює вимірювальну техніку з еталоном у встановлені Законом строки. На підставі цього видається Свідоцтво про повірку робочого засобу вимірювальної техніки. Це дає можливість контролювати якість геодезичних вимірювань» [20].

Під час проведення топографо-геодезичних, аерофотознімальних,

картографічних, дослідницьких та проектних робіт і вишукувань та різних видів знімань розроблено спеціальний *Порядок для встановлення єдиних правил використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем*. Згідно нього: «Вся апаратура супутникових радіонавігаційних систем вітчизняного та зарубіжного виробництва, яка застосовується для виконання геодезичних робіт, підлягає обов'язковій реєстрації та обліку в Держгеокадастрі. Реєстрація та облік апаратури супутникових радіонавігаційних систем міністерства оборони, міністерства внутрішніх справ, служби безпеки України здійснюється Генеральним штабом Збройних Сил України у визначеному ним порядку. На основі вказаних документів Держгеокадастр у триденний термін реєструє та ставить на облік апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з видачею власнику (користувачу) Реєстраційного посвідчення (свідоцтва) встановленого зразка» [21].

У квітні 2003 року Постановою Кабінету Міністрів України було утворено державну мережу моніторингу глобальних навігаційних систем. Було встановлено, що: «Державна мережа моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем включає розташовані на території України пункти спостереження, які належать до сфери управління Національного космічного агентства, Міністерства екології та природних ресурсів, Міністерства освіти і науки, Національної академії наук, Міністерства економічного розвитку і торгівлі, відповідно до переліку додатку до Постанови» [18].

Основні завдання, засади формування, розвитку та функціонування державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем визначені в *«Положенні про державну мережу моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем»* [18].

З метою розвитку і формування державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем розроблена *«Програма забезпечення функціонування і розвитку державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем на період до 2010 року»*. Вона

призначена для забезпечення спеціалізованих державних служб, підприємств, установ та організацій та органів виконавчої влади інформацією під час проведення ними робіт, пов'язаних з базовим координатно-часовим забезпеченням, а також для задоволення потреб інших споживачів цих систем у підвищенні точності визначення місцезнаходження рухомих об'єктів» [18].

Геодезичним обґрунтуванням для виконання топографічних зніманих територій є державна геодезична мережа, геодезична мережа згущення та знімальні геодезичні мережі. Вимоги до створення геодезичного обґрунтування висвітлені в наступних законодавчих актах.

В Законі України *«Про внесення змін до Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»* відмічається, що: «ДГМ – мережа геодезичних пунктів, закріплена певним чином на місцевості. Вона забезпечує поширення єдиної системи координат на територію держави і є базовою для створення інших геодезичних мереж. ДГМ України є головною геодезичною основою топографічних зйомок усіх масштабів і повинна відповідати вимогам національної економіки та оборони України при вирішенні наукових та інженерно-технічних задач» [22].

Відповідно до постанови КМУ *«Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»*: «ДГМ – це сукупність пунктів мережі, закріплених на місцевості спеціальними центрами, які рівномірно розміщених на території України та забезпечують їх збереження та стійкість упродовж тривалого часу. ДГМ є вихідною для створення інших мереж та забезпечує розповсюдження систем координат і висот та гравіметричної системи. Складовими ДГМ є: планова геодезична мережа, висотна (нівелірна) мережа та гравіметрична мережа, між якими встановлено надійний геодезичний зв'язок» [3].

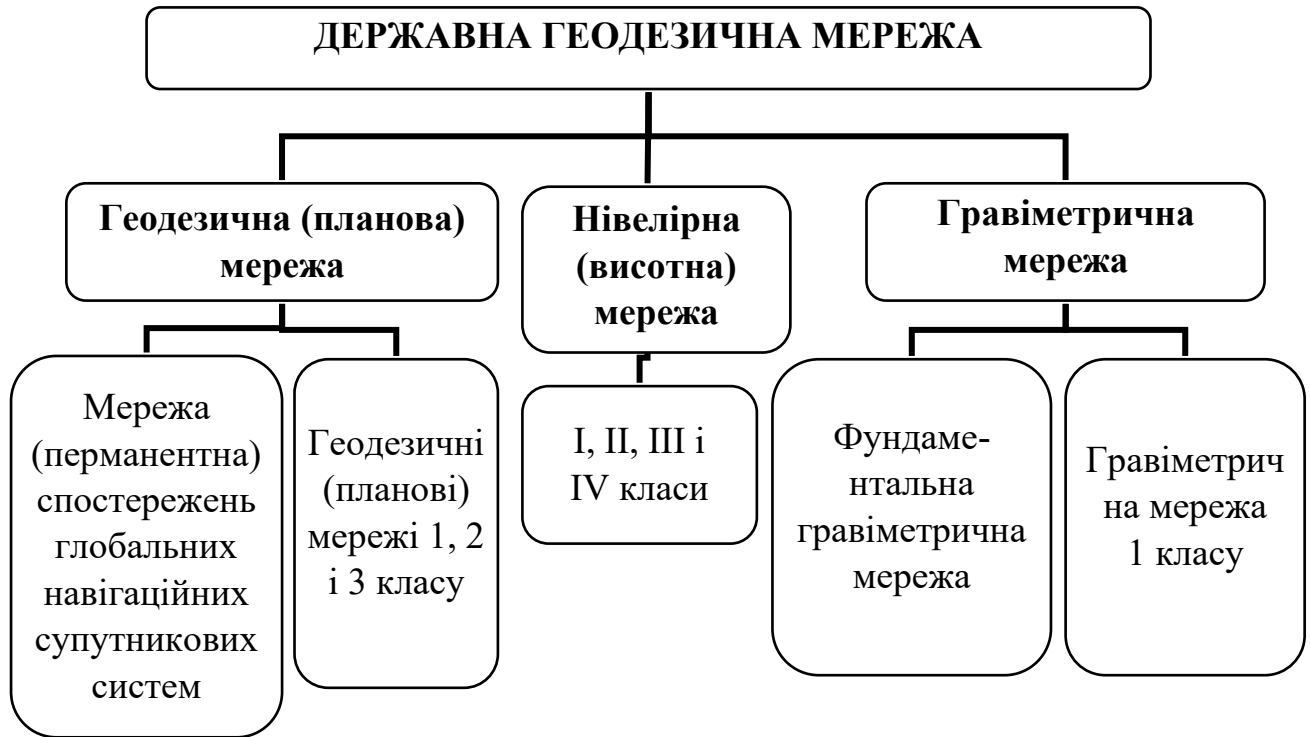


Рис. 1.2. Структура державної геодезичної мережі України

Геодезична (планова) мережа в свою чергу поділяється на мережу перманентних спостережень ГНСС та геодезична (планові мережі 1,2,3 класів).

Постанова Кабінету Міністрів України «Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України “Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність” визначила Порядок побудови ДГМ. Відповідно до неї: «Геодезичний пункт – це матеріальний актив, який під час виконання топографо-геодезичних робіт утримується для використання його як вихідної геодезичної основи. Геодезичні пункти Державної геодезичної мережі належать на праві власності державі в особі Держгеокадастру. Середня щільність геодезичних пунктів повинна бути не менше одного пункту на 30 км². Подальше збільшення щільності геодезичних пунктів ДГМ відбувається за результатами надійних розрахунків, виходячи з певних задач топографо-геодезичної діяльності на відповідній території [3].

Для геодезичного забезпечення топографічного знімання встановлюються такі норми щільності геодезичних пунктів та реперів ДГМ:

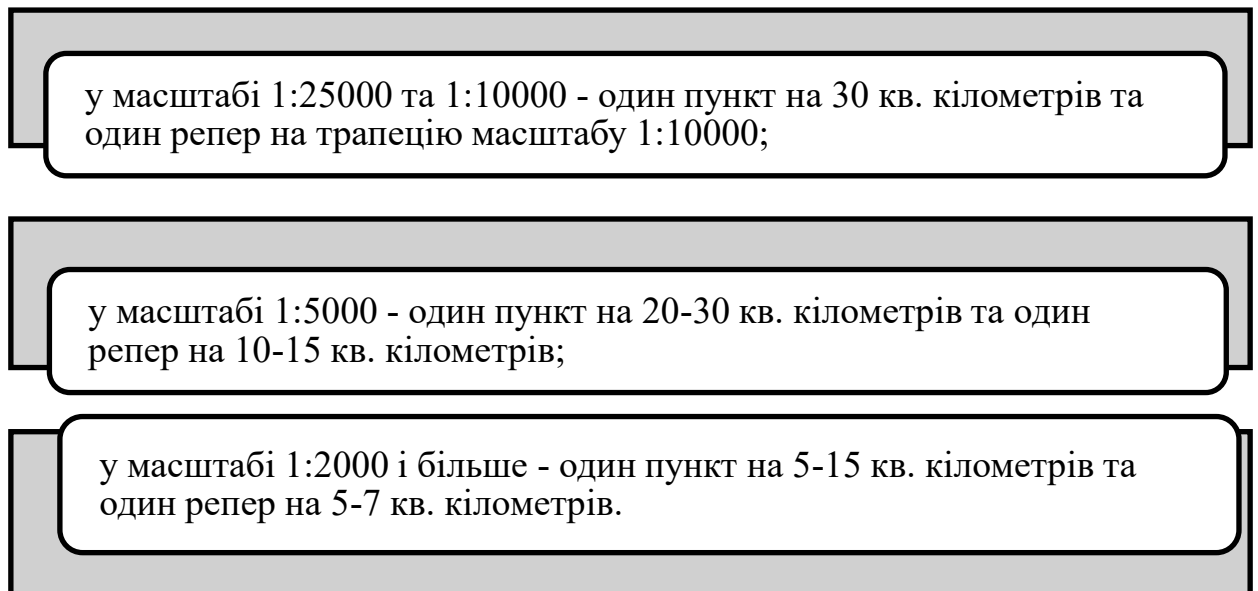


Рис. 1.3. Щільність геодезичних пунктів ДГМ

Для топографічного знімання в масштабі 1:2000 і крупніше додатково до геодезичних пунктів ДГМ визначаються пункти геодезичних мереж згущення (ГМЗ) та знімальних геодезичних мереж (ЗГМ). Для визначення геодезичних пунктів ЗГМ можливе обґрунтоване зменшення щільності геодезичних пунктів ДГМ у випадку використання супутникових геодезичних методів [7].

Геодезичні мережі згущення є основою топографічних знімачів у масштабах 1: 5000, 1:2000, 1:1000 і 1: 500 та інженерних робіт, які виконують у містах, селищах, на майданчиках промислового та житлового будівництва, при будівництві підземних комунікацій, в маркшейдерських роботах, при землевпорядкуванні, меліорації земель, земельному кадастрі тощо [6].

Геодезичні мережі згущення створюються в окремих районах при недостатній кількості пунктів державної геодезичної мережі. За точністю і послідовністю розвитку мережі згущення поділяються на 4 клас, перший і другий розряди. Знімальні геодезичні мережі (або робоче обґрунтування) – на їх основі безпосередньо проводять знімання контурів рельєфу місцевості, інженерно-геодезичні роботи при будівництві споруд. Спеціальні (місцеві) геодезичні мережі створюють в тих випадках, коли для вирішення

поставлених завдань на даній ділянці потрібно мати пункти, взаємне розташування, яких в плані і по висоті визначено з найвищою точністю. Систему координат в таких мережах зазвичай підбирають так, щоб редуційні поправки за перехід від вимірних величин до їх проекцій на місцеву умовну поверхню були мінімальними. Такі мережі будують, наприклад, в сейсмоактивних регіонах для прогнозування землетрусів, при будівництві великих споруд і т.д. [17].

Геодезичні мережі згущення створюють методами полігонометрії, трилатерації, тріангуляції та поєднанням цих методів. За наявності відповідних технічних засобів і умов спостережень визначення координат пунктів геодезичних мереж згущення може здійснюватись із використанням супутникових радіонавігаційних систем типу GPS.

Геодезичні мережі згущення поділяються на:

- мережі полігонометрії, трилатерації і тріангуляції 4 класу;
- мережі полігонометрії, трилатерації, тріангуляції 1 і 2 розрядів;
- мережі технічного та тригонометричного нівелювання [12].

Вид планової та висотної опорної геодезичної мережі вибирають залежно від площі знімання. До знімання територій площею, більшою 5 км², планова геодезична мережа будується методами тріангуляції, трилатерації та полігометрії 4 класу і вище, також геодезичних мереж згущення 1- го та 2-го розрядів. Геодезичні мережі 1-го та 2-го розрядів служать плановим обґрунтуванням на площі 2,5...5 км². При зніманні площі 1 ...2,5 км² будують геодезичні мережі 2-го розряду [7].

Геодезична основа, одержана шляхом побудови мереж згущення, в подальшому згущається шляхом побудови знімальної геодезичної мережі. *Знімальні геодезичні мережі* розвиваються на основі пунктів державної геодезичної мережі шляхом переходу від «загального до часткового» (від вищого розряду до нижчого), збільшуючи щільність пунктів геодезичної мережі для створення можливості виконання знімань великих масштабів. При побудові знімального обґрунтування одночасно визначають положення точок у плані й по висоті. Методи створення знімальної геодезичної

мережі:

- 1) прокладання теодолітних ходів, які опираються на пункти тріангуляції та полігонометрії 1 і 2-го розрядів;
- 2) прокладання висячих теодолітних ходів;
- 3) прямі та обернені засічки;
- 4) прокладання мікротріангуляції;
- 5) тахеометричні ходи;
- 6) мензульні ходи.
- 7) GPS-спостереження [8].

Обґрунтування способу побудови геодезичної мережі визначається згідно вимог Інструкції по топографічних зніманнях, масштабу знімань [7], висоти перерізу рельєфу, а також необхідності забезпечення геодезичних та землепорядних робіт з метою вишукування і будівництва, подальшої експлуатації споруд та комунікацій.

Нормативними документами, які регламентують проведення топографічних знімань є:

- Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 4 вересня 2013 р. № 661 [3];

- Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1: 200 000, 1:500 000, 1:1 000 000, затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31. 12.1999 р. [15];

- Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 та 1: 500, затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.94 [16];

- Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2. 04-02-98), Затверджений Наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 р. N 56 [7].

Суміжним документом є Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затверджений Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 № 509 [18].

Впродовж багатьох років технологічні схеми топографічних знімачів, приведені в цих нормативно-технічних документах відповідали високому рівню інфраструктури картографічного виробництва, створеної в Радянському Союзі і в перші роки незалежності України.

11 лютого 2010 року був прийнятий закон України *“Про внесення змін до Закону України “Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність”*. Цим Законом серед інших новацій передбачено, що виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт організовує і координує спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань топографо-геодезичної і картографічної діяльності на основі встановленого Кабінетом Міністрів України *Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування*, який було затверджено Постановою № 661 КМУ від 4 вересня 2013 року. Вперше в Законі України йдеться про державні топографічні та тематичні карти. Набуття такого статусу топографічних та тематичних карт вимагає значного підвищення їх інформаційно-технологічного рівня [22].

В *Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування* відмічається, що: «Результатом топографо-геодезичних робіт є створення топографічних карт (планів) призначених для задоволення потреб органів державної влади, оборони, науки, економіки, освіти персональних споживачів. Крім того вони є основою для створення геоінформаційних систем, тематичних, спеціальних та інших картосхем і планів. Створення топографічних карт може відбуватись в графічній, цифровій та електронній формах завдяки єдиній системі координат і висот за погодженими та уніфікованими між собою умовними позначеннями та класифікаторами» [22].

Основними положеннями створення та оновлення топографічних

карт *М 1: 10000 – 1:1 000 000* встановлюють загальні вимоги до геодезичної основи, точності та змісту загальнодержавних топографічних карт всіх масштабів (далі топографічних карт). Всі нормативно-технічні документи, що регламентують порядок створення та оновлення топографічних карт, повинні бути узгоджені з вимогами цих "Основних положень" [15].

Основними положеннями створення топографічних планів М 1: 5000 – 1: 500 визначено призначення топографічних планів, проєкцію, систему координат і висот, розграфку, номенклатуру, зміст, точність, геодезичну основу топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Визначаються також методи створення, оновлення та видання планів як у графічному, так і цифровому вигляді [16].

На проєктування планово-висотних мереж згущення з метою великомасштабних топографічних знімань території України поширюється головний нормативний акт – *Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1: 500* (ГКНТА-214-02-98), яка обов'язкова для всіх суб'єктів підприємницької діяльності, які виконують зазначені роботи.

Інструкція встановлює технічні вимоги до геодезичної основи, точності, змісту, методів створення та оновлення топографічних планів масштабів 1:5000 – 1: 500, методики виконання топографічних знімань, а також конкретизує вимоги щодо вибору системи координат, висот, масштабів та перерізу рельєфу в залежності від призначення топографічних планів [7].

Аналіз діючих нормативно- технічних документів в галузі топографічного картографування дає можливість зробити висновок, що вони не враховують сучасні методи топографічного знімання, не відповідають сучасному рівню розвитку геоінформаційних технологій та не задовольняють вимоги суспільства в якості, оперативності та достовірності геопросторових даних.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ТА РАЙОН РОБІТ

2.1. Фізико- географічна характеристика району робіт

Дослідження геодезичного обґрунтування для виконання топографо-геодезичних робіт буде виконуватись на території Київського району м. Одеси.

Одеса – місто обласного підпорядкування, адміністративний центр Одеської області і центр міжобласної системи розселення. Одеса розташована в північно-західній частині узбережжя Чорного моря і має статус курорту. Місто має складну планувально-функціональну структуру: масиви капітальної міської забудови перемежуються з ділянками садибно-дачної забудови.

Одеса є найбільшим транспортно-промисловим, рекреаційним, науково-технічним і культурним центром Причорноморського регіону України.

В місті склалося багатогалузеве господарство, спеціалізаціями якого є промисловість, зовнішній транспорт, наука і наукове обслуговування, курортно-рекреаційне господарство і туризм. Провідними галузями господарства міста є промисловість і зовнішній транспорт, в яких зайнято понад 50 % загальної чисельності від зайнятих в містоутворюючих галузях. Наука і наукове обслуговування спеціалізується на обслуговуванні провідних галузей господарства міста і регіону. Розвинена мережа закладів по підготовці кадрів різного профілю та рівня кваліфікації.

Розвиток курортно-оздоровчих закладів сприяла наявність курортологічних і рекреаційних ресурсів, своєрідність історико-архітектурних пам'яток, зосередження закладів культури, що викликають глибокий інтерес, можливість забезпечити певний рівень обслуговування вітчизняних та іноземних туристів, сприяли розвитку в місті індустрії туризму.

В місті значна роль належить підприємствам будівельного комплексу, проектним організаціям, закладам позаміського значення та управлінням

різного рівня. На теперішній час розширили свою діяльність приватні підприємства та підприємства з обмеженою відповідальністю різних форм власності, діяльність яких пов'язана з виробництвом, будівництвом, наданню населенню різноманітних послуг (маркетингових, посередницьких, туристичних медичних, дилерських, та інші). Соціальна інфраструктура представлена підприємствами та установами різноманітних видів обслуговування.

Місто Одеса розташовано в межах Причорноморської низовини на північно-західному узбережжі Чорного моря. Клімат Причорноморської низовини помірно-континентальний, з теплим тривалим літом і помірно холодною зимою з хитливим сніжним покривом. Найбільш холодним місяцем у році є січень, середньо місячна температура повітря становить (-4°C) – (-6°C). Середньомісячна температура найтеплішого місяця липня ($+22,5^{\circ}\text{C}$) – ($+22,9^{\circ}\text{C}$). Абсолютний мінімум температури настає в січні (-26°C) – (-29°C), абсолютний максимум у липні – серпні ($+36^{\circ}\text{C}$) – ($+41^{\circ}\text{C}$). Температурний режим залежить не тільки від розміру сонячної радіації, але й у значній мірі і від впливу повітряних мас континентального і морського походження. Більше 200 днів панує континентальне помірне повітря, до 50 днів тримається морське помірне. Тропічне повітря спостерігається 80-90 днів у році.

Район м. Одеси відноситься до зони недостатнього зволоження. Характерною рисою просторового розподілу осадків є зменшення їх кількості з північного заходу на південний-схід. Велика частина опадів спостерігається на теплий період року (70-85%) переважно у виді злив і складає 85-100 мм, однак такі розміри мають рідку повторювальність. Норма опадів у зимовий час складає 405-465 мм. Середня тривалість існування сніжного покриву складає 28-34 днів. Хитливий сніговий покрив розподіляється нерівномірно по всій території.

Атмосферний тиск взимку (листопад - лютий) досягає максимуму (760-766 мм), навесні поступово зменшується і влітку (червень) настає мінімум (у середньому 755 мм).

Місто Одеса розташоване на південно-західній окраїні Причорноморської низини. Середня висота степового плато складає 45-50 м. Рівнинний характер плато порушується балками у напрямках моря, долин Хаджибейського і Куяльницького лиманів.

Грунти на території міста Одеса представлені мало гумусними чорноземами і темнокаштановими ґрунтами.

Планувальна структура міста Одеса та його функціональне зонування характеризуються таким чином. Адміністративно-територіальний поділ міста Одеси включає чотири райони(табл. 2.1).

Таблиця 2. 1. Адміністративно-територіальний поділ м. Одеси

Назва району	Площа, км²	Населення, тис. осіб	Густота, осіб/км²	Житлові мікрорайони
Київський район (південь)	47,7	256,58	5379	Вузівський, Люстдорф, Південний, Селище Таїрова, Черемушки (частково), Шкільний
Пересипський район (північ)	25,3	263	10395,2	Лузанівка, Пересип, Селище Котовського, Слобідка, Шкодова гора
Приморський район (історичний центр та схід)	24. 2	259	10702,4	Аркадія, Великий Фонтан, Середній Фонтан, Малий Фонтан, Куликове поле, Молдаванка (частково), Сахалінчик, Центр
Хаджибейський район (захід)	89,7	242,9	2707,9	Ближні Млини, Бугайка, Верстатобудівельник, Дальні Млини, Молдаванка (частково), Черемушки (частково)

Об'єктом розробки кваліфікаційної роботи виступає земельна ділянка, яка знаходиться за адресою: м. Одеса, Київський район, вул. Інглезі, 6А. Землекористувачем виступає Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування». Вид діяльності: 85.32. Професійно-технічна освіта.

Земельна ділянка має наступні характеристики:

- конфігурацію багатокутника; рельєф спокійний; під'їзд з вулиці Інглезі; місцезнаходження – в межах м. Одеси;

- за основним цільовим призначенням відповідно до статті 19 Земельного кодексу України: землі житлової та громадської забудови;
- відповідно до класифікації видів цільового призначення (КВЦПЗ): 03.02 – для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти;
- склад угідь згідно класифікації видів угідь (КВЗУ) – 008. 03 – землі під соціально-культурними об'єктами.



Рис. 2.1. Викопіювання із генерального плану м. Одеси

Ознайомившись з фізико-географічними та кліматичними умови даної місцевості, можна зробити висновок, що на території відсутні природні фізико-географічні перешкоди для проведення польових робіт.

2.2.Топографо- геодезична забезпеченість району робіт

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

- забезпеченість території топографічними картами, інженерно-топографічними планами, фото планами, спеціальними планами відповідного масштабу;
- технічні характеристики геодезичних, картографічних і топографічних матеріалів. Оцінка можливості використання цих матеріалів і даних стаціонарних геодезичних спостережень (повнота і точність);
- дані про кадастри;
- відомості про геодезичну мережу, включаючи пункти стаціонарних геодезичних спостережень із вказівкою їх технічних характеристик і можливості використання на основі результатів їх оцінки.

Для визначення і обґрунтування складу та обсягів нових інженерно-геодезичних робіт, визначення методів і технологій їх виконання, проектування і розрахунків точності планово-висотних мереж, складання програми робіт в кваліфікаційній роботі зібрано інформацію про забезпеченість території топографічними зйомками, планово-висотними державними і відомчими геодезичними мережами, та встановлено доцільність їх використання при проектуванні нових робіт.

Дослідження забезпеченості та збір матеріалів вивченості проводилось по напрямках, визначених технічним завданням. Перед початком робіт проведено збір, аналіз і систематизацію картографічних матеріалів, що зберігаються в геодезичному архіві УАМ м. Одеси, згідно чого було встановлено обсяги виконання робіт.

Згідно дозволу на виконання топографо-геодезичних робіт в геодезичному архіві УМА м. Одеси отримані координати вихідних пунктів

міської полігонометрії, жорсткий планшет 53-А-16 і лавсанову кальку до нього. Система координат – міська. Система висот – Балтійська. Відомості про існуючі на район робіт матеріали інженерно-геодезичних, нівелірних топографо-геодезичних робіт приведені нижче (табл. 2. 2. та 2.3).

Таблиця 2.2. Перелік раніше виконаних геодезичних і нівелірних робіт в районі вишукувань

№	Вид робіт, клас, точність, тощо	Виконавець робіт, рік виконання, тощо	Інформація про використання (які саме пункти, реperi, марки використані, з якою метою)
1	пункти Державної геодезичної мережі, 1 -4 класів	підприємства Укргеодезкартографія, різних років	1 пункт 2 класу та 5 пунктів 3 класу ДГМ
2	пункти геодезичних мереж згущення	геодезичні спеціалізовані підприємства, різних років	2 пунктів на планшет 53-А- 16
3	спеціальні опорні інженерно-геодезичні мережі	геодезичні спеціалізовані підприємства, різних років	немає даних
4	знімальні мережі	геодезичні спеціалізовані підприємства, різних років	немає даних

Таблиця 2.3. Перелік матеріалів, виготовлених раніше на ділянку робіт

№	Вид матеріалів та характеристики (масштаб, переріз, фокус, роздільна здатність тощо)	Виконавець робіт		Інформація про використання (які саме матеріали використані, з якою метою, хто надав матеріали і в якому вигляді)
		знімальних (метод знімання, час виконання, в якому виді видані кінцеві матеріали)	цифрування (спосіб, програмне забезпечення, час створення, кінцеві матеріали)	
1	топографічні плани масштабу 1:2000	вивчення не вимагалось	вивчення не вимагалось	викопіювання із топооснови М 1:2000
2	інженерно-топографічні плани масштабу 1:500 з перерізом рельєфу через 0, 5 м	вивчення не вимагалось	не має даних	як підоснова для вивчення вихідних пунктів ДГМ на район робіт
3	виконавчі зйомки на ділянці робіт	вивчення не вимагалось	не має даних	не використовувались

В даній кваліфікаційній роботі було підібрано планово-

картографічний матеріал по Київському району м. Одеса в масштабі 1: 2000.

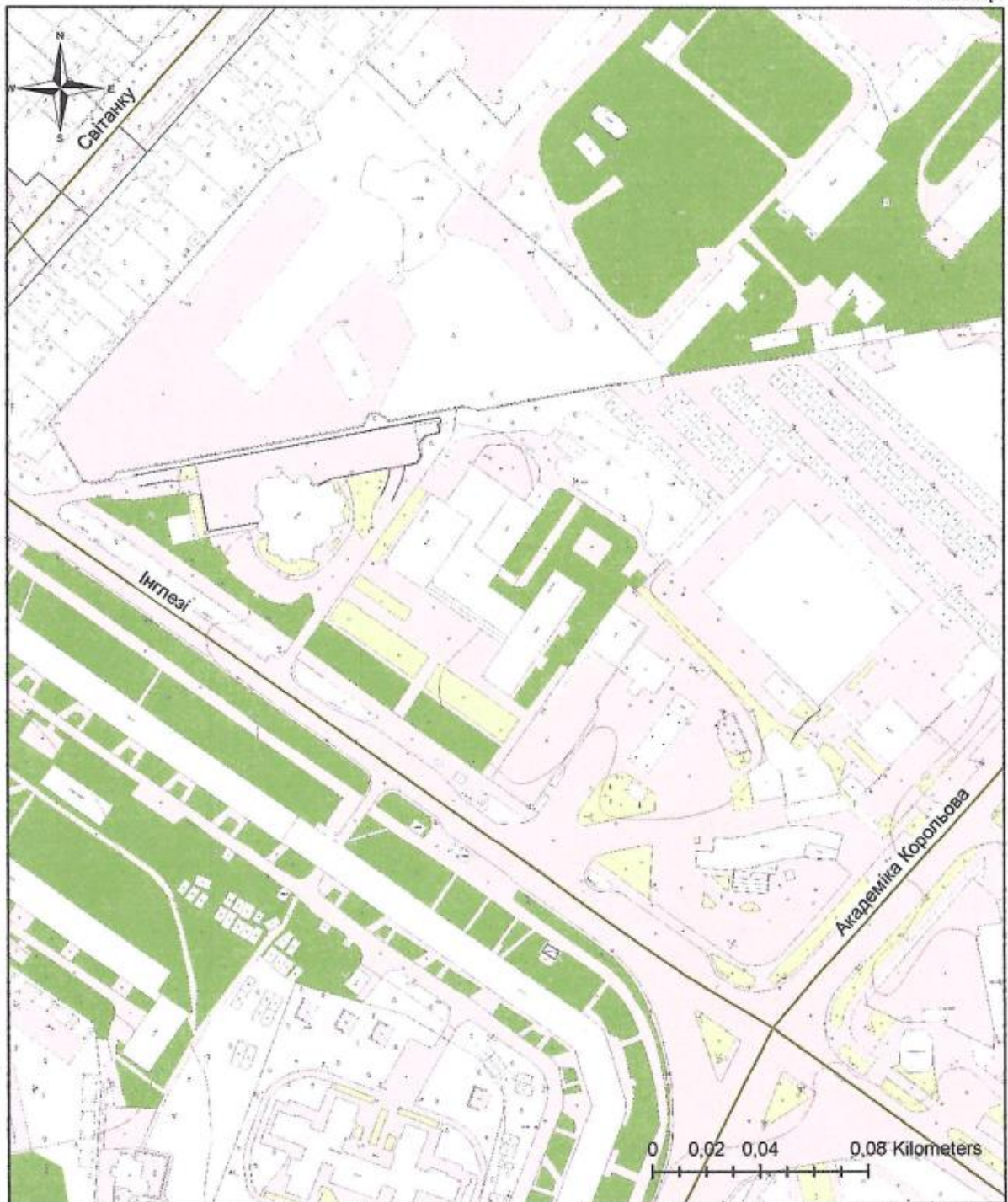


Рис. 2.2. Викопіювання із топооснови М 1:2000

По повноті та детальності дані плани цілком задовольняють проведення проектування геодезичних робіт з метою виконання топографо-геодезичних робіт при топографічному зніманні земельної ділянки в М 1: 500. Площа району робіт становить 1, 1371 га.

При огляді та вивченні району робіт, було виявлено, що на район робіт віднайдено 2 пункти розрядної полігонометрії: ПП2144 та ПП8641. Планові

координати пунктів визначені в місцевій системі координат УСК 2000, висоти пунктів – в Балтійській системі координат.

Відомості про пункти ДГМ на район робіт приведені в таблиці 2. 4.

Таблиця 2.4. Відомості про пункти державної геодезичної мережі на район робіт

№	Назва пунктів	Координати		Відмітки,м
		Х, м	У, м	
1	Пункт Фонтанка L 361321500	5 151 127,385	3 402 357,867	51,582
2.	Пункт Нерубайське L 361343300	5 150 985,691	3 386 910,632	59,721
3.	Пункт Батарея L361323900	5 125 847,436	3 391 462,014	47,020
4.	Пункт Прилиманське L 361344000	5 134 498,696	3 386 729,754	49,850
5.	Пункт Радіозавод L 361324100	5 134 652,250	3 393 715,125	76,3
6.	Пункт Парк Шевченка L 361335700	5 140 524,951	3 396 711,082	73,4
7.	Пункт полігонометрії PP 2144	5 134 459,449	3 393 337,683	50,295
8.	Пункт полігонометрії PP 8641	5 134 295,459	3 393 508,953	49,972

Для геодезичного забезпечення топографічного знімання земельної ділянки, пункти ДГМ, які можуть бути використані для розбудови геодезичної мережі – це: пункти PP2144 та PP8641, тому що вони знаходяться найближче до ділянки проектування і з них можна проводити кутові вимірювання, за рахунок хорошої видимості. GPS-прив'язка цих пунктів здійснювалась до пунктів ДГМ Парк Шевченко, Батарея, Прилиманське.

РОЗДІЛ 3

ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ

3.1. Виконання планово-висотної прив'язки засобами GNSS

Єдина системою координат на території України виступає Національна геодезична референтна системи координат УСК-2000, яка є основою при створенні планових та висотних геодезичних мереж. Крім того на території країни планова геодезична мережа з певною точністю та густотою пунктів використовує світову геодезичну систему координат WGS-84, де за систему відліку приймається міжнародна наземна система ITRS та Європейська наземна система відліку ETRS89.

При проведенні різноманітних польових топографо-геодезичних вишукувань найбільші вимоги пред'являються до високої точності та якості робіт, оперативності та швидкості їх виконання, що вимагає використання нових засобів визначення координат, з використанням переважно глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS).

Глобальна Навігаційна Супутникова Система (Global Navigation Satellite System - GNSS) - це система, яка дозволяє визначати координати, швидкість і напрям руху об'єктів в будь-якій точці земної кулі в будь-який час протягом доби при будь-якій погоді за допомогою спеціальних приймачів. На даний час в Україні найбільшого вжитку набула американська GNSS: NAVSTAR GPS.

Мережа глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) – це сукупність фіксованих, стаціонарно-встановлених базових станцій GNSS. Не менше як 5 базових станції стаціонарно фіксуються в пунктах з відомими координатами та підключаються до мережі Інтернет. Відстань між цими базовими станція становить ≤ 70 км. (рис. 3. 1).

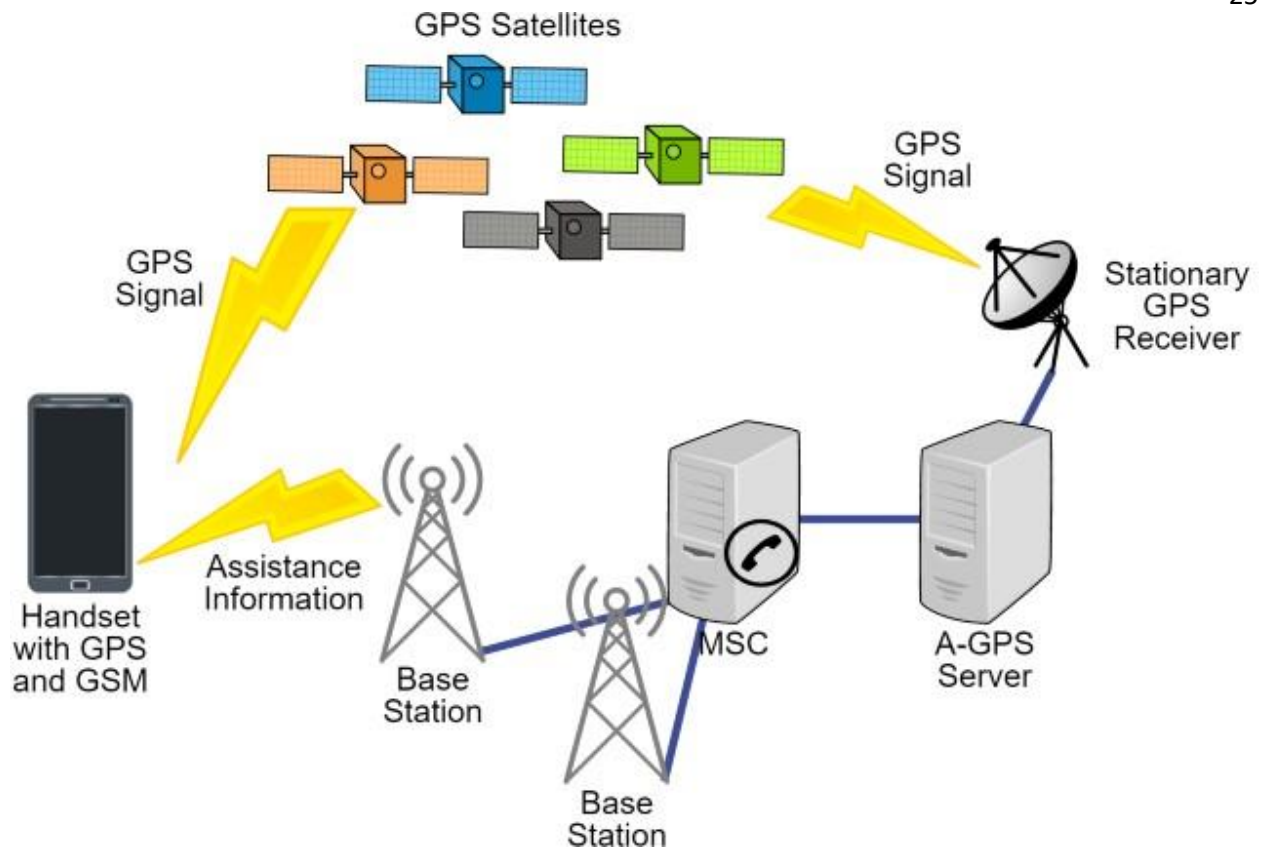


Рис.3.1. Принцип роботи GNSS- мережі

Стаціонарно встановлені базові станції працюють постійно (безперервно) та передають «сирі» супутникові дані на центральний мережевий сервер. На цьому сервері встановлено спеціальне технічне програмне забезпечення, яке може вираховувати поправки в режимі реального часу для довільного GNSS-приймача, який проводить геодезичні супутникові спостереження в зоні покриття мережі (зовнішня межа GNSS мережі).

Для того щоб розпочати роботу щодо супутникових спостережень в режимі реального часу та отримати поправки супутниковий GNSS-приймач (ровер) повинен зателефонувати та підключитися до сервера мережі GNSS (зазвичай через GSM/GPRS під'єднання). Після отримання поправок ровений приймач розраховує своє місцеположення.

Метою мережі GNSS є розрахунок та мінімізація впливу помилок супутникових вимірів, а також виправлення даних про місцезнаходження мобільного роверного приймача.

Переваги GNSS мережі:

- 1) для виконання геодезичних супутникових вимірювань можна використовувати лише один супутниковий приймач;
- 2) немає необхідності купувати свою базову станцію;
- 3) точність визначення місцеположення роверного супутникового приймача достатньо висока, не зважаючи на великі відстані між базовими та роверними супутниковими приймачами;
- 4) дуже висока достовірність розв'язків та доступність корекцій поправок, при цьому гарантоване отримання розв'язків навіть у разі збою зв'язку з базовою станцією.

У загальному розумінні супутникові спостереження поділяють на абсолютні та відносні методи. Абсолютний метод базується на тому, що координати наземного GNSS-приймача визначаються безпосередньо щодо координат GNSS-супутників, і при цьому використовується лише один наземний приймач. Принцип відносного методу передбачає, що координати наземного GNSS-приймача визначаються відносно одного або кількох наземних пунктів із відомими координатами, плюс дані координат GNSS-супутників. На рисунку 3.2 зображено загальний принцип абсолютного та відносного методів супутникових спостережень.

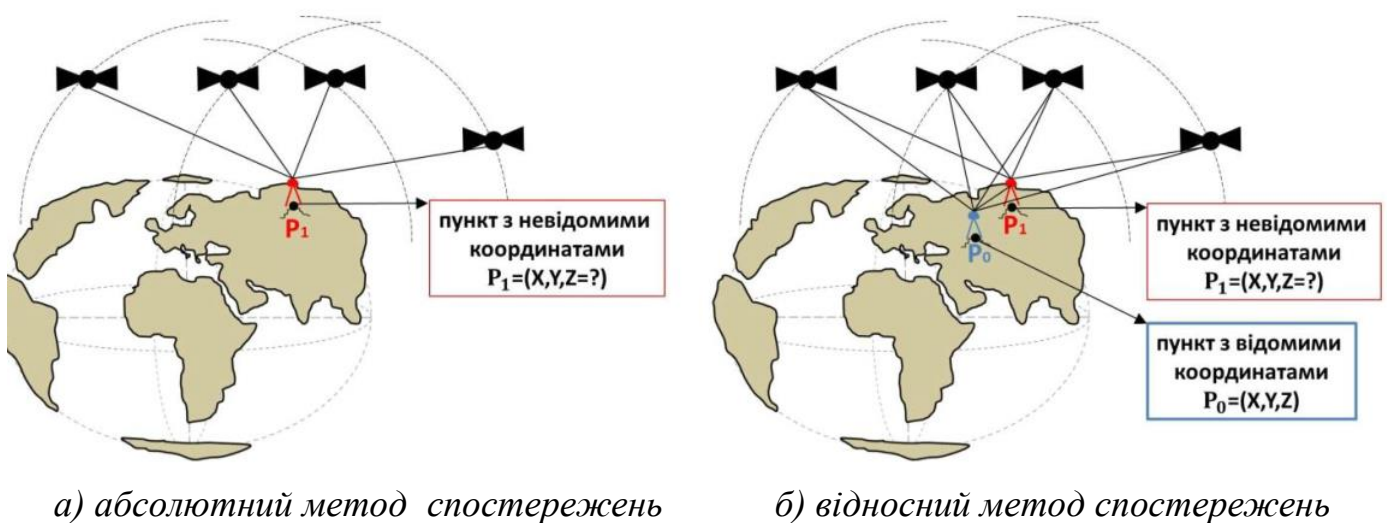


Рис. 3. 2. Загальний принцип абсолютних та відносних супутникових спостережень

Абсолютний метод супутникових спостережень є найпростішим підходом щодо визначення координат, тому здебільшого він використовується, як стандартний метод для навігаційних цілей. Похибка визначення координат на основі абсолютного методу може коливатися від кількох до десятків метрів. Це пов'язано з тим, що стандартний абсолютний метод зазвичай не передбачає жодних спеціальних можливостей зменшення впливу джерел похибок, які впливають на GNSS-сигнали. Власне через це, його практично не використовують в геодезичних цілях. Для зменшення впливу джерел похибок стандартного абсолютного позиціонування, з 1997 року існує удосконалений метод абсолютних вимірювань, який називають точним позиціонуванням точки або просто методом PPP (Precise Point Positioning) [23]. Суть цього методу полягає у тому, що GNSS-спостереження базуються на стандартному абсолютному методі з подальшим додатковим постопрацюванням вимірів в камеральних умовах. Однак, попри те, що в останні роки PPP-метод все частіше використовується в геодезії, сьогодні перевагу має все ж таки відносний метод GNSS-спостережень.

Відносний метод GNSS-спостережень використовує вимірювання фаз несучої хвилі, що виконані одночасно та за подвійною різницею між мінімум двома наземними станціями спостережень та GNSS-супутниками, що дозволяє усунути зсуви годинників супутників та приймачів. Іншими словами, метод відносного позиціонування – це процес визначення відносних різниць у координатах між двома наземними пунктами, кожен з яких одночасно спостерігає/вимірює діапазони супутникового коду та/або несучої фази групи тих самих супутників. Як правило, один GNSS-приймач розташований над відомим “базовим” пунктом, а інший віддалений – розташований (або динамічно переміщається) над невідомим “роверним” пунктом, який потребує геоприв'язки [24]. Обидва приймачі одночасно отримують GNSS-дані для подальшого обчислення координат шляхом постопрацювання або, альтернативно, базовий приймач передає дані у

вигляді поправок на роверний приймач для обчислення положення в режимі реального часу (RTK). Вимірювання діапазону виконується шляхом порівняння різниці фаз із використанням несучої або кодової фази. Основний принцип полягає в тому, що абсолютні похибки позиціонування у двох пунктах будуть приблизно однаковими для даного проміжку часу. Результативна точність отриманих різниць координат становить приблизно метр для спостережень кодової фази та сягає сантиметрового рівня для відстеження несучої фази. Відносні різниці координат зазвичай виражаються як базис-вектори, тобто базові лінії (відстані) між пунктами, що умовно утворюються під час відносних GNSS-спостережень. Відносний метод може виконуватись як у статичному, так і в динамічному (кінематичному режимі).

Згідно із чинною інструкцією щодо виконання топографо-геодезичних робіт за допомогою GNSS-систем на території України передбачено використання відносного методу для визначення координат та висот точок фізичної поверхні Землі та пунктів Державної геодезичної мережі [19]. Відносний метод рекомендовано використовувати, оскільки ним можна досягти міліметрового рівня точності базових ліній на основі опрацювання статичних GNSS- спостережень.

Технологія виконання робіт. В якості координатної основи для виконання топографічного знімання території Державного навчального закладу «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування» (м. Одеса, вул. Інглезі, 6А) було використано послуги мережі постійнодіючих референцних GNSS-станцій компанії System Solution, сертифікованої в установленому порядку.

Згідно договору № 429 від «1» грудня 2015 року Приватне акціонерне товариство «Систем Солюшнс», надає послуги із забезпечення технічної можливості цілодобового доступу до обладнання ПрАТ «Систем Солюшнс» (комплексу технічних засобів, який складається з серверів, станцій, ліцензійного програмного забезпечення тощо, що розміщені в межах території України, об'єднаних певною технологічною схемою) з метою

отримання коригуючої поправки для визначення місцеположення в реальному часі в межах території України та отримання результатів ГНСС-спостережень на території України.

Станції спостережень глобальних навігаційних супутникових систем ПрАТ «Систем Солюшнс» Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії включені у Банк геодезичних даних Державної геодезичної мережі, присвоєний клас Р (Українська постійно діюча мережа) пунктів Державної геодезичної мережі, положення обчислено в системі координат СК-63, Igb08, ETRS89, СКП планового положення координат не перевищує 0.005м, фактична точність прив'язки становить ± 0.01 м.

Станції можуть використовуватись, як вихідні пункти на рівні Державної геодезичної мережі, при побудові геодезичних мереж, створенні та оновленні топографічних карт та планів, веденні земельного, містобудівного кадастрів та інших видах топографо- геодезичних робіт (згідно п.9 постанови Кабінету Міністрів України «Порядок побудови Державної геодезичної мережі» № 646 від 7 серпня 2013 року).

Для роботи в режимі реального часу за технологією RTK “роверний” двочастотний мультиканальний GNSS-приймач 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. Надалі братимемо до уваги тільки роверні приймачі, вважаючи, що референцні станції вже встановлені.

Найважливіше завдання під час сучасного RTK-знімання є процес приймання RTK поправок через мережу Інтернет від референцної станції. 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.

Планово-висотну прив'язку засобами GNSS виконано за допомогою GNNS-приймач Leica Geosystems AG CS, який зареєстровано в Державній службі України з питань геодезії, картографії та кадастру від 02.03.2017 року № 0846 з використанням мережі перманентних базових GNNS- станцій.

Спостереження виконувались в режимі реального часу (RTK) з використанням референцних GNSS-станцій мережі System NET.

Доступ до серверу мережі здійснювався через мобільний інтернет-зв'язок по стандарту GSM/GPSRS. Оператор послуг мобільного зв'язку: ПрАТ «Київстар» (назва оператора). Поправки від мережі передаються у стандартизованому форматі RTCM v3.x (формат повідомлення, версія).

Для формування коригувальних поправок застосована технологія мережевого RTK Master Auxiliary Corrections (MAX), що має відкритий алгоритм і прийнята комітетом RTCM 104 як стандарт для GNSS-мереж. Технологія передбачає формування поправок в режимі реального часу одночасно від кількох базових станцій, одна з яких – головна (Master), а інші – допоміжні (Auxiliary). Головна та допоміжні станції визначаються автоматично, в залежності від положення приймача. Розрахунок RTK-поправок виконується програмним комплексом Leica GNSS Sriders v4. 3, встановленому на сервері мережі.

Максимальна довжина базової лінії становить 51 км (відстань до базової станції). Прив'язка пунктів полігонометрії PP 2144 та PP 8641 здійснена до пунктів Державної геодезичної мережі «Батерея», «Прилиманське» та «Парк Шевченка» (рис. 3.3).

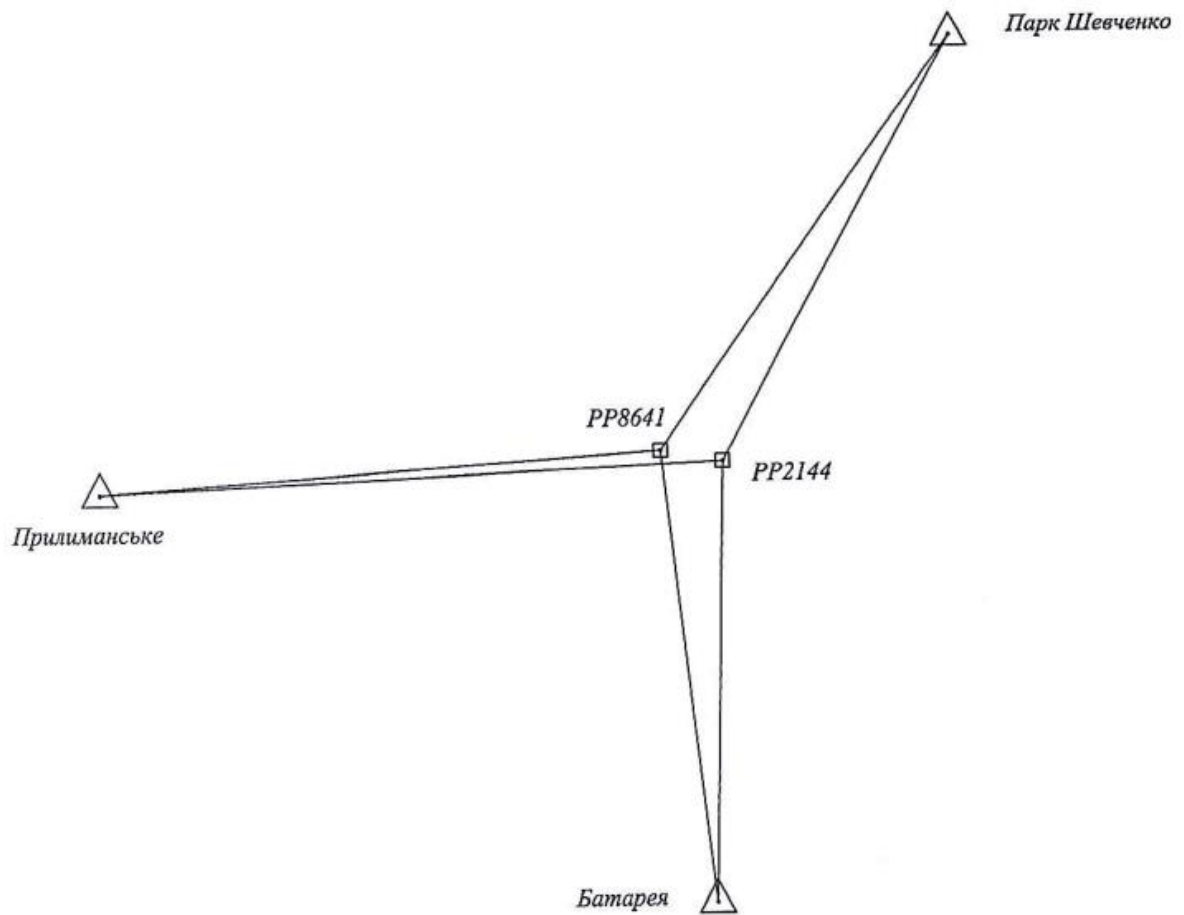


Рис. 3.3. Схема прив'язки пунктів полігонометрії PP 2144 та PP 8641

Перевірка диференційного поля координатних поправок, які задаються мережами GNSS. Контроль диференційного поля координатних поправок використаної RTK-мережі System.NET здійснювався на двох пунктах ДГМ – PP 2144 та PP 8641, координати яких отримані в Науково-дослідному інституті геодезії та картографії (Адміністратор банку геодезичних даних) від 10.06.2021р. №K5100.

Таблиця 3.1. Перевірка диференційного поля координатних поправок

№	Назва пунктів	Координати		Відмітки,м
		Х, м	У, м	
1.	Пункт полігонометрії PP 2144	5 134 459,449	3 393 337,683	50,295
2.	Пункт полігонометрії PP 8641	5 134 295,459	3 393 508,953	49,972

Розбіжність у значеннях координат контрольних пунктів не перевищує 0.01 м, що відповідає п.8 «Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК- 2000 при здійсненні робіт із землеустрою», затвердженого наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 509 від 02.12.2016р.

3.2. Розробка проекту знімальної геодезичної мережі

Роботи, які пов'язані з проектуванням геодезичних ЗГМ як геодезичного обґрунтування крупномасштабних зйомок місцевості проводяться із суворим дотриманням вимог Інструкції з топографічного знімання, враховуючи при цьому:

1) топографо-геодезичну забезпеченість району робіт за результатами попередніх геодезичних вишукувань на об'єкті дослідження та за фізико-географічними даними;

2) дослідження району запланованих робіт на основі наявних карт найкрупнішого масштабу, які є в наявності та за літературними джерелами;

3) аналіз матеріалів попередніх спеціальних обстежень досліджуваної території, у тому числі інструментальних досліджень, пов'язаних з розшуком геодезичних пунктів раніше проведених робіт;

4) вибір найбільш раціонального варіанту побудови геодезичної основи з урахуванням перспектив розвитку регіонів відповідно до генерального плану забудови земель.

На основі топографо-геодезичної вивченості району робіт (згідно схеми забезпечення об'єкту вихідними геодезичними даними), найдоцільніше геодезичну основу для топографічного знімання земельної ділянки за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування», створювати у вигляді знімальної геодезичної мережі.

Обґрунтування способу побудови геодезичної мережі визначається

згідно вимог Інструкції по топографічних зніманнях, масштабу знімань, висоти перерізу рельєфу, а також необхідності забезпечення геодезичних та землепорядних робіт з метою вишукування і будівництва, подальшої експлуатації споруд та комунікацій.

Знімальні мережі служать безпосередньо геодезичною основою для виконання топографічних знімань всіх масштабів та інших видів робіт.

Методи створення знімальної геодезичної мережі:

- прокладання теодолітних ходів;
- прямі та обернені засічки;
- прокладання мікротріангуляції;
- тахеометричні ходи;
- мензульні ходи;
- GPS-спостережень.

Кваліфікаційною роботою передбачено створення знімальної геодезичної мережі у вигляді теодолітних ходів за допомогою електронного тахеометра, так як це найбільш зручний і раціональний спосіб.

Теодолітний хід – це прокладання на місцевості сукупності поєднаних між собою ламаних ліній, в яких вимірюються горизонтальні кути та відстані між цими лініями. Теодолітний хід обов’язково повинен опиратись на пункти вищих класів геодезичних мереж.

Виконання проектних робіт з розбудови знімальних геодезичних мереж проводиться на картах М 1:10000 – 1:25000 або їх копіях.

Густота та розташування точок знімальної геодезичної мережі визначається в процесі рекогностування, а також з врахуванням технології виконання робіт, які визначаються Інструкцією по топографічних зйомках місцевості.

На наступному етапі визначаються нормативи до точності розбудови ЗГМ. Допустимі помилки ($\Delta_{гр}$) місцеположення точок планової ЗГМ та ГМЗ повинні бути в межах на рівнинних територіях та на забудованих землях 0.2мм у масштабі плану та 0. 3 мм – на залісненій території.

ЗГМ проектують від пунктів ДГМ, ГМЗ та технічного нівелювання.

Знімальна геодезична мережа в даній кваліфікаційній роботі буде розвиватись у вигляді теодолітних ходів, які будуть прокладатись за допомогою електронного тахеометра **Sokkia 630RK**.

Основна вимога до прокладання теодолітних ходів – місцевість повинна бути зручною для виконання вимірів довжин ліній. Пункти теодолітних ходів обирають з таким розрахунком, щоб була можливість зручно встановити геодезичний прилад та щоб виконувався хороший кругозір (огляд місцевості) для проведення зйомки території.

Якщо вимірювання в теодолітних ходах буде здійснюватися за допомогою електронних тахеометрів, то відстані в них повинні бути в наступних діапазонах:

- 1) на забудованих територіях: $20\text{м} \leq 1000\text{ м}$;
- 2) на незабудованих територіях: $40\text{м} \leq 1500\text{ м}$;

В таблиці 3.2 наведені граничні відносні помилки прокладання теодолітних ходів для топографічного знімання в М 1:500.

Таблиця 3.2. Допуски відносних похибок прокладання теодолітних ходів

Масштаб	$\Delta=0,2\text{ мм}$		$\Delta=0,3\text{ мм}$	
	Максимальні довжини ходів	Кількість сторін	Максимальні довжини ходів	Кількість сторін
1 : 500	2.0	20	-	-

В теодолітних ходах нев'язки для кутових вимірів повинні бути в межах $f_{\beta} = \pm 20''\sqrt{n}$, де n – кількість кутів в ході.

Дотримуючись всіх перерахованих вище умов, для того щоб провести топографічне знімання об'єкту проектування (м. Одеса, Київський р- н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування») на даній території прокладено розімкнутий теодолітний хід, який опирається на пункти полігонометрії 4 класу PP2144 та PP8641.

Технічні характеристики запроектованої знімальної мережі приведені

в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Технічні характеристики запроєктованої знімальної мережі

Показники	Величини	
	за інструкцією	по проекту
(п. РР 2144 – т.1 – т.2 – т.3 – т.5 – т.6 – т. 7. – т. 8 – т. 9 – РР8641)		
Довжина ходу, м	2000	700
Мінімальна сторона, м	20	25
Максимальна сторона, м	2000	225
Кількість сторін	20	10

Схема знімальної геодезичної мережі представлена на рис. 3.4.

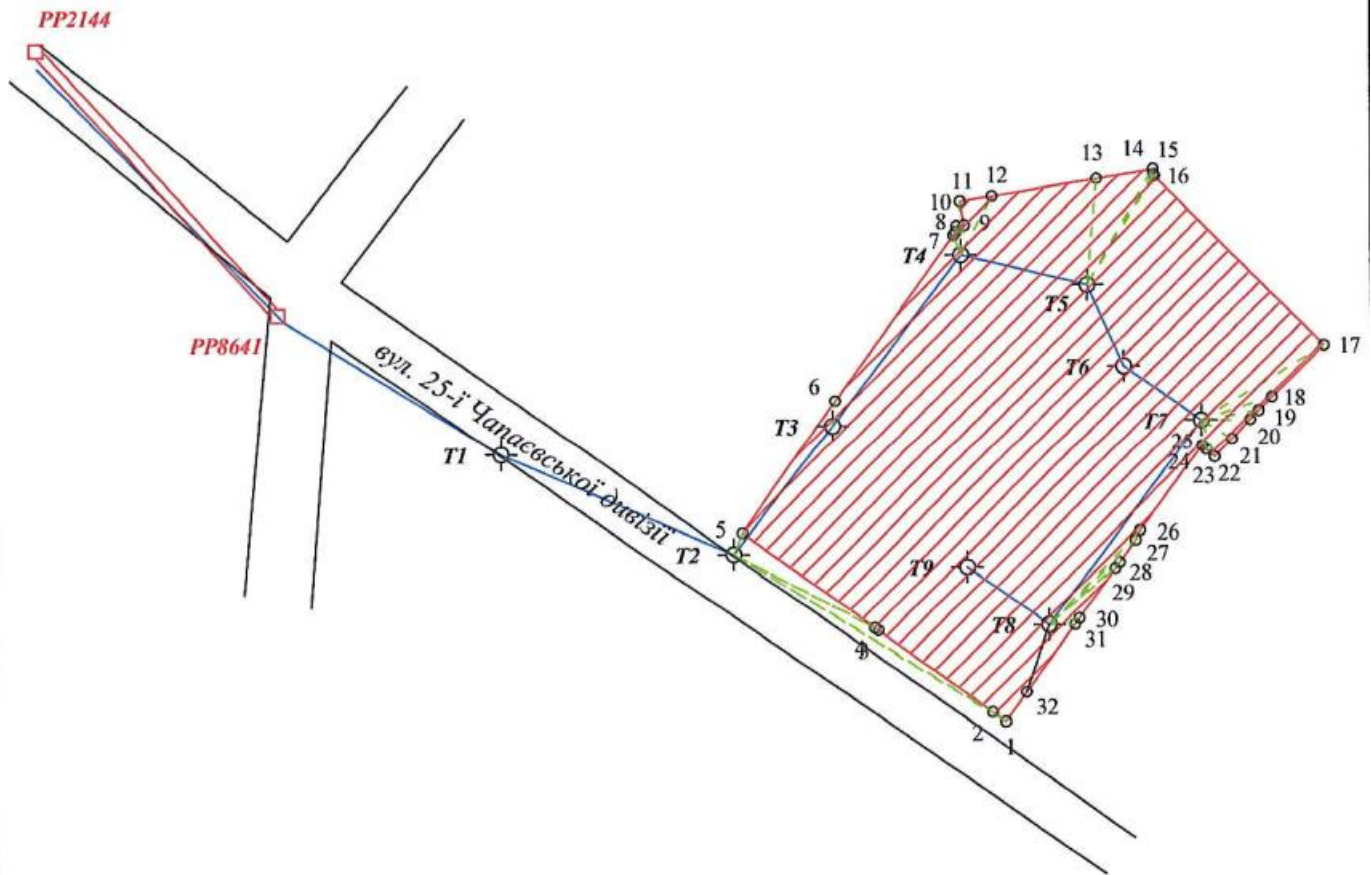


Рис. 3.4. Схема знімальної геодезичної мережі

3. 3. Методика геодезичних вимірювань

Сучасні засоби виконання польових знімальних робіт – електронні тахеометри, які максимально спрощують координатну прив'язку об'єктів і дозволяють виконавцю зосередитись на зборі додаткової інформації і її представленні в готовій для вводу в інформаційну систему формі. Тому в магістерській роботі для кутових і лінійних вимірювань буде застосовуватись електронний тахеометр *Sokkia SET-630RK*.

Електронний тахеометр – це багатофункціональний геодезичний прилад, що представляє собою цифровий теодоліт та світловіддалемір. За допомогою електронного тахеометра можна проводити виміри горизонтальних та вертикальних кутів, відстаней та перевищень між точками місцевості.

Методика виконання польових робіт з використанням електронних тахеометрів дещо відрізняються від типових геодезичних робіт. Насамперед завдяки внутрішньому аналітичному програмному забезпеченню.

Електронний тахеометр – це багатоканальна система опрацювання інформації, яка отримується з відстаней, горизонтальних та вертикальних кутів.

В геодезичній практиці для виконання довжин ліній застосовується поле електромагнітних коливань. При цьому використовуються такі способи вимірювань: частотний, імпульсний, фазовий, інтерференційний та комбінований в поєднанні імпульсного та фазового.

Сьогодні віддалемірні канали електронних тахеометрів базуються на імпульсному способі вимірювання довжин ліній з перетворенням інтервалів часу. Для вимірювання кутів використовується растровий датчик типу «накопичувач».

З метою усунення помилок при вимірюванні кутів, викликаних порушенням виправлення оптичного містка, зміною температури, розсіювальними властивостями електронних радіоелементів та їх зміною в часі, в каналах сигналів кутових датчиків запроваджено схеми автоматичної настройки.

Основні складові частини електронного тахеометра наступні: горизонтальний круг, вертикальний круг та зорова труба. На сьогодні електронні тахеометри оснащені електронним рівнем

Усі електронні схеми тахеометра живляться від стабілізованих джерел живлення. Тут найчастіше зустрічаються кадмієво-нікелеві елементи.

Загальний вигляд електронного тахеометра представлено на рисунку 3.5. Основні параметри електронних тахеометрів *Sokkia SET– 630RK* приведені в таблиці 3.4.



Рис. 3.5. Загальний вигляд електронного тахеометра Sokkia SET– 630RK

**Таблиця 3.4. Основні параметри електронного тахеометра
Sokkia SET-630RK**

Параметри	Норми
СКП виміру повним прийомом: - довжин ліній, мм - горизонтальних кутів - вертикальних кутів	$5 \pm 3 \cdot 10^{-6}$ Д 4" 5"
Максимальний діапазон відстані, м	2500
Межі виміру вертикальних кутів	$\pm 45^\circ$
Напруга живлення,	6,5 – 8,5
Межі роботи компенсатора	3'
Температурні межі роботи	-20°C до +50°C
Ціна поділки табло: - для кутів - для довжин ліній, мм	1" 1
Похибка компенсації при нахиланні вертикальної осі тахеометра на 30"	2"
Збільшення зорової труби, крат	30
Мінімальна відстань візування, м	1
Ціна поділки рівня: - циліндричного - круглого	15" 10'
Вага тахеометра, кг	6,4
Вага малого відбивача, кг	0,9
Вага великого відбивача, кг	1,8
Вага блоку живлення, кг	3,4
Кількість вимірів без перезавантаження акумулятора	600

Процес польових вимірювань при розвитку знімальної мережі у вигляді теодолітних ходів полягає у вимірюванні на місцевості горизонтальних кутів та довжин ліній.

При польових вимірюваннях в теодолітних ходах виконуються такі роботи:

- вибір і перевірка геодезичних приладів;
- організація та технологічна схема польових топографо-геодезичних робіт;
- рекогносрування місцевості, де передбачається прокладання

теодолітного ходу;

- огляд та вибір місцевстановлення пунктів та їх закріплення;
- вимірювання кутових та лінійних вимірювань;
- поетапне заповнення польового журналу результаті вимірювань.

Загальний порядок роботи з електронним тахеометром *Sokkia 630RK*.

1. Проводяться підготовчі роботи з геодезичним приладом до початку вимірювань.

а) Вибирають та фіксують в електронному тахеометрі одиниці вимірів для кутових величин, довжин ліній, температури та тиску. Ці налаштування пристрою зберігаються при вимкненні живлення, тому ця процедура виконується один раз.

б) Перевіряють та фіксують в електронному тахеометрі колімаційну похибку та місце нуля (місце зеніту) вертикального круга. Ці величини закладаються заводськими умовами, але для забезпечення точності вимірювань необхідно контролювати їх визначення та на початку будь-якого виду геодезичних робіт виконувати ці перевірки.

1. Процедура виконання робіт з електронними тахеометрами із застосуванням програмного забезпечення.

а) Створення реєстраційної маски тахеометра, а саме вибір структури записування даних (номер станцій, горизонтальних чи похилих ліній, кутових вимірів (ГК та ВК), перевищень, висот приладів тощо), в якому порядку та під якими кодами будуть реєструватись певні значення в пристрої електронного тахеометра. Формування перерахованих вище даних будуть залежати від виду топографо-геодезичних робіт, які передбачається виконати (прокладання теодолітних ходів, знімальна тріангуляційна мережа, полігонометрія, тахеометрична або горизонтальна зйомка тощо) і від типу перетворювача (конвертора), який перетворює записані значення в різні програмні пакети для подальшого їх опрацювання.

б) Процес визначення метеоданих і постійних значень відбивачів (виконується з використанням допоміжних приладів – термометрів чи барометрів) та їх запис в пам'ять електронного тахеометра. Під час

виконання високоточних робіт ця операція проводиться на кожній станції спостереження, а при різних видах зйомок, тоді коли відбуваються значні зміни стану атмосфери.

в) Процес спостережень електронним тахеометром на станції:

- встановлення коду процесу топографо-геодезичних робіт, який буде виконано (створення геодезичного обґрунтування чи різного роду зйомки);
- ідентифікація (назва або номер) станції спостереження;
- опис (назви чи номери) напрямків спостереження;
- при проведенні різноманітних зйомок визначається тільки станція спостережень та орієнтирний напрямок – на одну із точок геодезичного обґрунтування.

г) Процес вимірювань електронним тахеометром на станції:

- виставлення першого напрямку;
- виконання вимірів на станції;
- запис вимірюваних величин в пам'ять електронного тахеометра.

При створенні знімального геодезичного обґрунтування у вигляді прокладання теодолітних ходів на місцевості виміряють кутові та лінійні величини. Вимірювання *горизонтальних кутів* здійснюється способом виміру кута повним прийомом.

При вимірюванні горизонтальних кутів повним прийомом аліададу горизонтального круга повертають або лише за годинниковою стрілкою або лише проти ходу годинникової стрілки. Повний прийом виміру кута передбачає 2 півприйоми, між якими переставляється лімб горизонтального круга на $1 - 2^\circ$. Однією з головних умов при прокладанні теодолітних ходів на місцевості є їх прив'язка до вихідних пунктів державної геодезичної мережі, в процесі якої виміряють два прилеглі кути. При цьому сума цих виміряних кутів не повинна відрізнятись від величин кутів, які обчислені із вихідних даних на величину не більше $1'$.

Довжини ліній в теодолітних ходах в даній кваліфікаційній роботі передбачено виміряти електронним тахеометром. Геодезичне обладнання та інструменти, які фіксують початок та кінець довжини лінії, яка виміряється

встановлюють над центрами геодезичних пунктів з точністю 1мм. Коли довжини ліній в теодолітних ходах виміряють електронними тахеометрами, тоді треба ці лінії визначати двічі (два прийоми виконувати). Це означає, що необхідно робити одне наведення на відбивач і брати три відліки за таблом електронного тахеометра. Відхилення результатів вимірів в двох прийомах повинні бути в межах $\leq 3m$, де m – СКП виміру довжини лінії, яка береться з паспорту електронного тахеометра.

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ

4.1. Методи виконання великомасштабного топографічного знімання

Топографічне знімання – один із основних видів геодезичних досліджень у сфері проектування, будівництва, ландшафтного дизайну, землеустрою, сільського господарства тощо. Топознімання є комплексом польових і камеральних робіт, в ході яких геодезист визначає взаємне планово-висотне розташування точок рельєфу місцевості, лінійних об'єктів і об'єктів нерухомості на заданій ділянці. Результатом проведення топографічної зйомки є топоплани, карти, а також цифрові та 3D моделі місцевості. Проведення даного виду робіт дозволяє забезпечити високу якість проектувальних та будівельних робіт будь-якої складності.

Топографічне знімання, використовується при побудові робочої основи і зніманні ситуації та рельєфу при складанні проектів планування і забудови сільськогосподарських підприємств, при вишукуваннях трас, споруд лінійного типу і доріг, каналів, ГТС, будівництві ліній електропередач, трубопроводів.

Існує більше десяти варіантів проведення топографічного знімання. Для кожного з них характерні певні методики виконання, використовуване обладнання, деталізація даних. Для виконання топографічного знімання в сучасних умовах застосовують безконтактні та контактні методи та інше (рис. 4. 1).



Рис. 4.1. Методи великомасштабного топографічного знімання

Безконтактні дистанційні методи знімання. Традиційно до дистанційних або аерокосмічних методів відносяться ті методи, які дозволяють отримати інформацію про об'єкти земної поверхні, явища і процеси з космосу чи повітря і ґрунтуються на неназемній реєстрації електромагнітного випромінювання земної поверхні в різних діапазонах спектра. Залежно від висоти знімання території вирізняють: космічне, аерознімання та знімання безпілотними літальними апаратами (БПЛА).

Космічне знімання – всестороннє вивчення Землі, її природних ресурсів, динаміки природних і соціально-економічних явищ, охорони довкілля, вивчення та освоєння планет і космічного простору. Методика дистанційного зондування із космосу базується на реєстрації результатів спостереження і створення на цій основі картографічних документів різного типу незалежно від використаних засобів знімання. Космічне знімання (із висоти понад 150 км) виконується із супутника, що рухається чітко визначеною орбітою. Маневрування космічних літальних апаратів (КЛА)

значно обмежені. Зйомка з космосу має певні особливості: виконується з орбіт космічних літальних апаратів та траєкторій руху штучного супутника Землі, параметри яких впливають на властивість знімків; виконується з великої відстані через товщу атмосфери; швидкість польоту та її періодична зміна при просуванні орбітою; обертання Землі, а відповідно, й об'єктів знімання відносно площини орбіти; швидка зміна освітленості Землі.

Аерофотознімання є основним видом (методом) державного картографування великих територій і полягає у фотографуванні земної поверхні з літака за чітко розробленими технічними умовами. У комплекс аерофотознімальних робіт входять: власне аерознімання та отримання аерознімків, топографо-геодезичні та фотограмметричні роботи. Її здійснюють спеціальними топографічними аерофотоапаратами (АФА) – повністю автоматизованих приладів, які керуються електронними командами. Під час польоту АФА автоматично здійснює увесь повний аерофотознімальний цикл: експонує (відкриває і закриває об'єктив АФА), перемотує плівку для нового кадру, вирівнює плівку в площину. В результаті повторення циклу отримують неперервний аерофільм – ряд суміжних аеронегативів.

Аерофототопографічне знімання для створення топографічних планів у масштабах 1: 5000, 1:2000, 1:1000 і 1: 500 виконують стереотопографічним або комбінованим методом у залежності від характеру території, масштабу плану, строків проведення робіт і наявного стереофотографічного обладнання. Вибір методу визначається характером ситуації і рельєфу території, що підлягає зніманню, масштабом і площею знімання, існуючим фотограмметричним обладнанням, а також техніко-економічними розрахунками. З врахуванням наведених факторів і умов виконання робіт на конкретних об'єктах допускається поєднання стереотопографічного і комбінованого методів.

Польові фотографічні роботи при аерофототопо-графічному зніманні включають маркування топонімів або розпізнавання на аерофотозніманні чітких контурів, розвиток знімального планового та висотного

обґрунтування, дешифрування контурів при стереотопографічному зніманні, знімання рельєфу та дешифрування контурів при комбінованому зніманні.

Комплекс камеральних робіт при стереотопографічному зніманні: підготовчі роботи, що включають вивчення матеріалів аерофотознімання та польових топографо-геодезичних робіт; робоче проектування на підготовку вихідних даних; фотограмметричне згущення опорної мережі; виготовлення планів; дешифрування та стереотопографічне знімання контурів і рельєфу; підготовка планів до друку.

У комплекс робіт комбінованого аерофототопографічного знімання входять: підготовчі роботи; фотограмметричне згущення планової мережі; виготовлення фотопланів; підготовка планів до друку. Точність фотопланів забудованих територій перевіряють у польових умовах промірами між важливими контурами, а також між контурами та геодезичними пунктами.

Аерознімання за допомогою *безпілотних літальних апаратів (БПЛА)* виконується на невеликих за площею територіях (площею 8 – 10 км²) є перспективним видом сьогодні. Адже з кожним роком знижується собівартість конструювання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та збільшується кількість програмних продуктів для опрацювання даних, отриманих за допомогою БПЛА. Функціональні можливості таких програмних продуктів та веб-сервісів, таких як ARC3D, AgiSoft Photo Scan, Bundler, Microsoft Photosynth, Patchbased Multi-view Stereo Software Version 2 використовують для автоматичного генерування хмари точок з отриманих зображень. Створення ортофотопланів із застосуванням отриманих з БПЛА знімків складаються з трьох етапів:

- 1) попереднє опрацювання – синхронізація сирих зображень з накопиченням GPS-спостережень та виправлення їх спотворень;
- 2) реєстрація – генерація точок та їх групове вирівнювання;
- 3) генерація цифрової моделі рельєфу (ЦМР) – генерація 3D-точок, класифікація точок.

Картографічний метод базується на використанні детальних топографічних карт. Векторизований (напівавтоматично або автоматично) з

карти рельєф дає можливість проводити будь-які вимірювання та обчислення. За допомогою карт можна визначати різного роду характеристики: географічні та прямокутні координати, площі, об'єми, довжини ліній, вертикальні та горизонтальні кути.

Наземні методи топографічного знімання – це методи при яких предмети, контури місцевості та рельєф одержують на планах із заданою точністю в результаті безпосередніх польових вимірювань.

До сучасних наземних методів топографічних знімань відносяться:

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

Горизонтальні, вертикальні та тахеометричне знімання. Сучасні моделі високоточних електронних та роботизованих теодолітів, тахеометрів, нівелірів дозволяють відповідно виконувати кутові вимірювання з точністю до 0,5'' – 1'', 2'', вимірювання відстаней до 1 міліметра чи кількох міліметрів на один кілометр та вимірювання перевищень на 1 км подвійного ходу від 0,3 до 1 мм в залежності від виду рейки, що використовується. Безумовно, це впливає на величини допусків при розвитку знімальних геодезичних мереж та при всіх видів тахеометричних знімань.

В основі методу *тахеометричного знімання* лежить ідея отримання положення точки місцевості як в плані, так і по висоті одним візуванням зорової труби тахеометра (теодоліту). Цю ідею можна здійснити, якщо будуть відомі: віддаль від приладу до точки місцевості, напрямок лінії, що їх з'єднує, і перевищення точки місцевості відносно зорової труби приладу.

Тахеометричне знімання забезпечує створення топографічного плану з зображенням предметів, контурів та рельєфу місцевості. Тахеометричне

знімання застосовують для створення планів невеликих ділянок як основний вид знімання або в поєднанні з іншими видами. Цей вид знімання має ряд переваг перед іншими видами наземного знімання, якщо польові роботи необхідно виконати за короткий час або немає сприятливої погоди для виконання знімання іншими методами. Недолік її в тому, що при складанні карт (планів) у камеральних умовах виконавець не бачить місцевість, внаслідок чого можливе упущення окремих деталей місцевості та пов'язані з цим деякі спотворення в її зображенні.

Тахеометричне знімання може здійснюватись за різними схемами. Одна з них передбачає послідовне виконання етапів знімання: підготовчі роботи; згущення геодезичної основи прокладанням тахеометричних ходів, тобто створення знімальної основи знімання; знімання ситуації та рельєфу; камеральні роботи (визначення координат точок знімальної основи, обчислення горизонтальних прокладань, перевищень, відміток знімальних точок; створення картографічного (топографічного) зображення місцевості).

За іншою схемою прокладання тахеометричних ходів і знімання місцевості ведуть одночасно, при цьому на кожній знімальній точці (точці тахеометричного ходу) роботи починаються з визначення даних, необхідних для обчислення координат точок знімальної основи, а потім тих, які потрібні для встановлення планового і висотного положення об'єктів, розташованих на місцевості. Знімання характерних подробиць ситуації місцевості роблять залежно від конкретних умов місцевості і приладів, що є в наявності одним з наступних способів: прямокутних координат, полярним, прямих кутових засічок, лінійних засічок, обходу, створів, наземнокосмічним.

Мензульним, називають топографічне знімання, яке виконують за допомогою мензульного комплекту – мензули та кіпрегеля. Кіпрегель призначений для візування на предмет чи рейку, побудови графічно горизонтальних кутів, визначення віддалі від станції до рейки, встановленої у характерній точці за допомогою ниткового віддалеміра, вимірювання вертикальних кутів та перевищень. Результати знімання викреслюють

олівцем на планшеті безпосередньо в полі. Принципи знімання такі ж, як у зніманні тахеометричному, однак горизонтальні кути тут не вимірюють, а будують графічно на планшеті за допомогою кіпрегеля відносно пунктів основи знімальної. Горизонтальні проекції ліній відкладають у масштабі карти за допомогою вимірника та лінійки поперечного масштабу або масштабних лінійок, що закріплені на лінійці кіпрегеля. Висоти точок визначають методом нівелювання тригонометричного за допомогою кіпрегеля. В полі зарисовують рельєф та ситуацію. Однак деякі умовні знаки не викреслюють, а замінюють відповідними підписами. Перед початком знімання місцевості створюють знімальну основу. Методи її побудови різні, залежно від характеру місцевості та масштабу знімання.

Наземне фототопографічне (фототеодолітне) знімання є одним із видів фототопографічних знімань на основі якого складають графічні плани (карти) або визначають координати окремих точок місцевості за фотознімками, що отримані з поверхні землі. У наземному фототопографічному зніманні фотографування об'єктів виконують спеціальними фотокамерами, що називаються фототеодолітами. Перевагою НФТЗ є застосування майже ідеального випадку знімання. Фотознімки завжди займають вертикальне положення, фотографування виконується на скляних пластинах низької світлочутливості. Такі знімки не деформуються і мають велику роздільну здатність. Час експонування практично необмежений. На кожному фотознімку застосовується прямокутна система координат з початком в головній точці. Осі координат – це прямі, що дають протилежні координатні мітки. При цьому горизонтальна – вісь абсцис X , а вертикальна вісь – вісь аплікату Z . Так як об'єктив буде повернуте зображення – геометричний негатив, то вісь абсцис направлена вліво, а вісь аплікату – донизу. Розмір фотознімка частіше всього 13x18 см, причому довша сторона горизонтальна. Фотографування виконують з двох сторін кінців базису, що виміряні на місцевості.

Наземне фототопографічне знімання (фототеодолітна) використовується на територіях із складними формами рельєфу, а також при

зніманнях окремих об'єктів, фасадів будівель, кар'єрів, при спостереженнях за деформаціями споруд і випробуваннях конструкцій. Топографічний план отримують за результатами знімань за допомогою фототеодолітів, які встановлюють на земній поверхні на кінцях базисів, відстані та перевищення між кінцями яких визначають геодезичними методами з одночасним їх орієнтуванням. Об'єкт фотографують з лівого та правого штативів. Обробку знімків з метою отримання просторових координат окремих точок об'єкта виконують на фотограмметричних приладах, що дозволяють автоматично отримувати планове положення точок на планшетах.

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

За призначенням метод НЛС поділяють на: системи мобільного лазерного сканування, які застосовують для сканування лінійних об'єктів (залізниць, тунелів, автодоріг) та системи стаціонарного лазерного сканування, які використовуються (залежно від значення відстані) для вирішення багатьох прикладних завдань, таких як моніторинг, топографічне знімання, в промисловості, цивільному будівництві, відтворенні об'єктів тощо. Система мобільного лазерного сканування є різновидом мобільної системи картографування (МСК – з англ. Mobile Mapping System). МСК складається з таких блоків: лазерних сканерів і/або цифрових камер для визначення координат об'єктів дорожньої інфраструктури, ГНСС та

інерційної навігаційної системи (ІНС) для орієнтування мобільної картографічної системи. При чому ІНС забезпечує високоточне орієнтування МСК в тих випадках, коли неможливе використання ГНСС (тунелі, щільна забудова тощо). Мобільною платформою основних блоків може бути автомобіль або безпілотний літальний апарат (БПЛА). Точність геопросторових даних отриманих в результаті мобільного лазерного сканування при створенні автомобільних ГІС коливається від метра до десятка сантиметрів, а при скануванні залізничних колій досягає від декількох сантиметрів до міліметрів.

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

Найбільш доцільним для отримання планів масштабів 1 : 5000 та 1 : 2000 є метод аеротопографічного знімання. Цей метод використовується при зніманні на незабудованих територіях з великими площами, з розвинутими формами рельєфу, трасами значної довжини, а також на забудованих великих територіях з одноповерховою або багатоповерховою розосередженою забудовою. Для забудованих територій рекомендуються горизонтальне та вертикальне знімання, а для незабудованих -

тахеометричне.

4.2. Обґрунтування способу виконання топографічного знімання, масштабу і перерізу рельєфу

Топографічне знімання складається з комплексу польових та камеральних робіт, що виконуються для створення карт і планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. В даній кваліфікаційній роботі передбачено топографічне знімання ділянки району робіт за допомогою GPS-спостережень.

Існує декілька методів виконання GPS- знімання: статичний; швидко статичний; псевдокінематичний метод; метод Stop & Go («стій-йди») кінематика; RTK (кінематика в режимі реального часу).

На рис. 4. 2 подано блок-схему методів GNSS вимірювань.

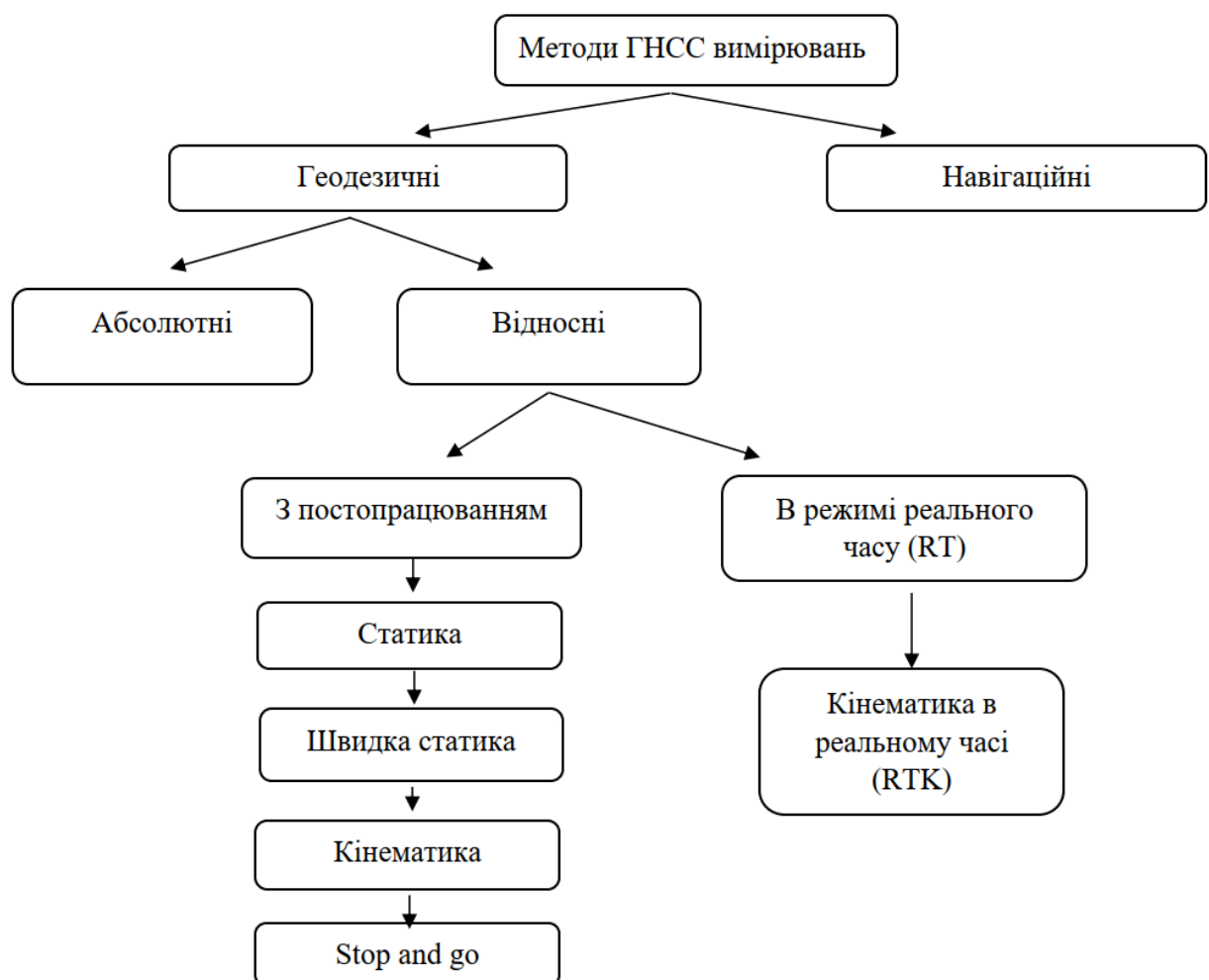


Рис. 4.2. Технологічна схема методів GNSS вимірювань

Вибір конкретного методу залежить від наступних факторів:

- необхідний рівень точності;
- технічні можливості приймача і наявність відповідного програмного забезпечення;
- характер навколишньої місцевості і метереоумови (радіоперешкоди, рельєф, гір);
- наявність обмежень на переїзд між пунктами, що спостерігаються і відстанями між ними;
- конфігурація супутникової системи і кількість супутників, що спостерігають, наявність засобів зв'язку.

Кінематичний метод. Метод дозволяє отримати положення пунктів так же швидко, як і у випадку використання електронного тахеометра при рішенні топографічних задач. Метод вимагає виконання короткої процедури ініціалізації з метою визначення цілочисленних неоднозначностей фаз. Після цього опорний приймач продовжує безперервно спостерігати на пункті з відомими координатами, другий приймач перевозиться (у включеному стані) на перший пункт, що визначається, де знову спостерігає 1 хвилину. Потім він відвідує всі інші пункти, що визначаються (лиш по одному разу).

Кінематичний метод з статичною ініціалізацією (метод «Stop & Go» (стій / йди)). Метод дуже подібний на попередній. Точно таким же чином на базовому пункті з відомими координатами відбувається процедура ініціалізації, потім рухомий приймач переміщається в початкову точку маршруту руху і проводить там спостереження під час декількох хвилин. Далше рухома платформа з приймачем починає рух по маршруту. GPS-вимірювання виконуються безперервно під час руху з інтервалом 1 секунда. Частіше всього застосовується для отримання координат лінійних об'єктів типу доріг, рік та інше. Даний метод застосовується для знімання відкритих територій, доріг, трубопроводів та інших споруд лінійного типу. Він є найшвидшим і найекономічнішим.

Кінематичний метод з ініціалізацією «на ходу». Даний метод не

вимагає для ініціалізації розміщення рухомого приймача на базовій станції - ця процедура виконується безпосередньо при русі транспортного засобу по маршруту. Крім того, якщо по якій – небудь причині відбувся зрив спостережень (наприклад, із – за проїзду під залізничним мостом), процес ініціалізації відбувається знову без зупинки руху. Точнісні параметри і сфера використання методу не відрізняються від інших кінематичних методів. Даний метод використовують в тих випадках, коли ініціалізацію в статичних умовах важко виконати, або під час визначення координат із рухомих об'єктів.

Робота в режимі «кінематика» аналогічна до режиму «стій/йди». Розбіжностями між ними є те, що під час мобільної частини в режимі «стій/йди» вимірювання відносяться до реальних точок місцевості, а під час мобільної частини в режимі «кінематика» вимірювання відносяться до визначених моментів часу; по-друге, у режимі «кінематика» мобільний приймач рухається безперервно, а в режимі «стій/йди» зупиняється для виконання спостережень.

Вивчивши переваги усіх методів виконання топографічного знімання за допомогою GPS та оцінивши ситуацію навколо земельної ділянки за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування» для знімання було обрано метод *RTK (Кінематика в режимі реального часу)*.

Для виконання топографічного знімання необхідно виконати обґрунтування та вибір масштабу знімання.

Масштаб знімання та висота січення рельєфу визначає місткість та точність ситуації рельєфу на топографічній карті чи плані. Зі збільшенням масштабу топографічного знімання та зменшенням висоти січення рельєфу підвищується точність планів та карт та детальність зображення на них ситуації та рельєфу місцевості. Точність польових вимірів при виконанні знімання повинна відповідати точності масштабу, в якому буде складатися план.

Тому чи детальніша та точніша потреба даних з плану при проектних та інших розрахунках, тим більш точно необхідно проводити знімальні роботи та більш крупним повинен бути масштаб плану. Однак підвищення точності та детальності зйомки приводить до ускладнення методів її виробництва та підвищення витрат праці та засобів на одиницю знімальної площі. Тому при топографічному зніманні потрібно обирати такий масштаб та висоту перерізу рельєфу, які б забезпечували б необхідну точність, детальність та повноту зображення елементів місцевості при мінімальній вартості робіт.

Як наслідок, основною умовою правильного вибору масштабу знімання та висоти січення рельєфу є відповідність між точністю плану чи карти та потрібною точністю проектування та при потребі перенесення в натуру. Масштаб топографічного знімання встановлюється в залежності від масштабу топографічного плану чи карти, які створюються за результатами знімання, типу картографованої території, а також згідно цільового призначення робіт.

На вибір масштабу знімання впливають наступні фактори, які об'єднуються в 4 групи:

- виробничі – вид будівництва, розмір ділянки знімання, стадії проектування, наявні топографічні матеріали, інженерні вишукування та інше;
- природні – характер та розташування території, що підлягає зніманню, контурність, рельєф та пора року;
- технічні – прилади, якими буде виконуватися знімання та висота січення рельєфу;
- економічні – вартість робіт та термін знімання.

Згідно до кваліфікаційної роботи земельна ділянка передбачена – *для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти*, тому відповідно до Інструкції з топографічного знімання масштаб зйомки даної земельної ділянки буде становити $\frac{1}{500}$ (пункт 1.2.4 інструкції).

Наступним етапом при виконанні топографічного знімання є

визначення перерізу рельєфу, який буде залежати від масштабу знімання, стрімкості схилу місцевості, ухилу місцевості, ситуації місцевості. Оскільки рельєф ділянки знімання рівнинний з кутами нахилу до 2° , тому в даній кваліфікаційній роботі переріз рельєфу для топографічного знімання ділянки проектування передбачається 0,5 м.

4. 3. Супутникові GNSS-приймачі для GPS-спостережень

В геодезичні практики сьогодні широко застосовуються GPS-приймачі, які представляють собою радіоприймальний пристрій для визначення географічних координат його поточного місцезнаходження з допомогою використання сигналів штучних супутників відповідної системи GPS.

Принцип роботи GPS-приймачі заключається в обчисленні положення на основі вимірювання часу розповсюдження радіосигналів, що випромінюються штучними супутниками на антену приймача інформації про положення кожного супутника на орбіті. У існуючих системах необхідна інформація орбіт усіх супутників періодично передаються та зберігаються в пам'яті GPS-приймача, які називають альманахом.

Окрім загальних електричних параметрів виробники GPS-приймачів надають параметри чутливості до сигналів супутників, кількість одночасно працюючих каналів прийому та параметри точності.

Параметри точності визначення положення відносяться до конкретних реалізацій GPS-приймачів, відповідних GPS-систем та умов їх використання:

- * точність визначення географічних координат в горизонтальній площині;
- * точність визначення висоти над рівнем моря;
- * точність визначення та формування сигналів точного часу PPS.

Лідером виробництва сучасних GPS-приймачів є швейцарська компанія Leica Geosystems.

Прилади. *LeicaGS10, GS15, GS16, GS18, GS25, GS30* – одно- та двочастотні приймачі, які забезпечують високоточні вимірювання. *SR20* –

одно частотний портативний приймач.

Двочастотні приймачі мають дві великі переваги. По-перше, вимірювання по двох частотах дозволяють майже повністю іоносферні похибки вимірювань фази коду та несучої, забезпечуючи таким чином більшу точність ніж одночастотні приймачі при певних довжинах базисів та під час підвищеної активності іоносфери (іоносферних штормів). По-друге, двочастотним приймачам потрібні більш короткі сеанси вимірювань для отримання заданої точності.

Анени. *AX1201, AX1202, AT504, Smartantenna*: сумісні з відповідними приймачами. Вибір антени залежить від виду геодезичних робіт.

Продукція Leica – це не тільки високоточні прилади для проведення різного виду геодезичних робіт, а ще і постійне оновлюване сучасне програмне забезпечення для обробки даних геодезичних зйомок, різні сервіси для удосконалення роботи приймачів та полегшення роботи геодезистів.

Програмне забезпечення (табл.4.1.)

Таблиця 4.1. **Програмне забезпечення**

№	Назва ПЗ	Призначення
1.	Leica Infinity	управління, обробка, аналіз та оцінка якості даних, отриманих з тахеометра, ГНСС або БПЛА; дає можливість обробляти та врівноважувати дані зйомок, поєднувати різні типи файлів (CAD та GIS) в одному проекті та готувати звіти, а також розраховувати площу
2.	Leica SmartWorx Viva	зйомка та кодування точок, ліній та площ; винос в натуру (на місцевість) точок, ліній та площ, висока чіткість графічного зображення
3.	Leica Geo Office	імпортує дані зйомок з будь-якого знімального приладу (дозволяє обробляти дані ГНСС за допомогою SmartCheck, дає можливість обробляти TPS-дані як від одиночного тахеометра, так и при маршрутній зйомці; обробляти дані топозйомки)

№	Назва ПЗ	Призначення
4.	Leica SpiderQC	для обробки даних систем GPS, ГЛОНАСС, BeiDou и Galileo та застосовується для слідуючих задач: експертиза об'єктів та контроль якості; моніторинг характеристик RTK-мереж; моніторинг якості даних, отриманих з базових станцій; для виявлення та візуалізації зміщення базових станцій та інших критичних об'єктів інфраструктури; допомагає обрати найкраще місце для встановлення базової станції. За допомогою карт в режимі RTK дозволяє визначити помилки, пов'язані з дією іоносфери, тропосфери чи неточністю орбіти супутника, а також перевірити стан мережі та наявність в ній проблемних площ

Для розвитку геодезичної мережі та виконання знімання земельної ділянки в даній кваліфікаційній роботі був використаний *двохчастотний GNSS-приймач Leica Geosystems GS 08 plus* з використанням мережі перманентних базових GNSS-станцій.

Приймач підтримує роботу як з польовими контролерами серії Viva – CS10 та CS15 (ПО SmartWorx Viva), а також і з контролерами нового покоління - CS20 під управлінням новітнього ПО Leica Captivate.

Технології *SmartCheck* (автоматична перевірка ініціалізації кожні 4 сек) і *xRTK* (фіксоване рішення в складних умовах), які підтримуються *GS08plus*, гарантують отримання максимальної кількості точних рішень протягом дня, незалежно від умов роботи.

З технологією *RTKplus* приймач автоматично розпізнає, аналізує та адаптується до змін умов навколишнього середовища при нестабільності RTK зв'язку, при зміні ситуації з перепонами для отримання стабільного сигналу. *Leica GS07* паралельно відстежує велику кількість сигналів і практично миттєво обирає найкращі сигнали.

Завдяки технології *SmartTrack*, *Leica GS07* відстежує сигнали всіх супутників активованих GNSS систем та використовує всі їх сигнали, гарантуючи низький рівень шуму, що дозволяє проводити вимірювання

навіть в районах з дуже обмеженим небосхилом.

Зовнішній вигляд *Leica GS08plus* представлений на рис. 4.3



Рис. 4.3. Зовнішній вигляд *Leica GS08plus*

Технічні характеристики GNSS-приймача *Leica GS08plus* приведеі в табл. 3.2.

Таблиця 4.2. Технічні характеристики GNSS-приймача Leica GS08plus

Характеристики Leica GS08plus:	
Точність 2D (статика)	5 мм + 0.5 ppm
Точність 3D (статика)	10 мм + 0.5 ppm
Точність 2D (RTK)	10 мм + 0.5 ppm
Точність 3D (RTK)	20 мм + 0.5 ppm
Час ініціалізації	6 с
Канали (кількість)	120
Канали (особливості)	до 60 супутників одночасно на двох частотах
Супутникові системи	GPS, Glonass
Сигнали, що відстежується	GPS: L1, L2, L2C (C/A, P, C Code), Glonass: L1, L2 (C/A, обмежений P Code)
Технології підтримки	RTK, SmartCheck
Рівень захисту	IP68
Вага	2.70 кг (комплект)
Запис даних	На зйомну 8 Гб SD-карту контролера. Необроблені дані Leica GNSS та дані RINEX до 5 Гц
Робоча температура	-30° .. +65°C
Температура зберігання	-40° .. +80°C
Розміри	Діаметр і висота антени: 186 мм и 71 мм.
Інтерфейс антени	Кнопка Вкл/Викл і функціональна кнопка, 3 світлодіода стану
Внутрішня батарея	Змінна літій-іонна батарея (2.6 Ач / 7.4 В)
Зовнішня батарея	Номінальна напруга 12 В постійного струму, діапазон 10.5 - 28 В постійного струму

Склад комплекта GNSS приймача Leica GS08plus:

- 1x Smartantenna GS08plus (L1/L2, Glonass, RTK, Raw data)
- 1x Польовий контролер CS10 3.5G
- 1x Віха GLS13
- 2x Акумулятор GEB212
- 1x Зарядний пристрій – GKL311
- 1x Тримач GHT62 із зажимом GHT63
- 1x Кейс GVP661

Сумісне використання приймача Leica GS08plus з лазерним далекоміром Leica Disto дозволяє визначати координати точок від 0,05 м до 100 м з точністю ± 1.5 мм, навіть у важкодоступних місцях.

4.4. Методика геодезичних вимірювань

Технологія проведення робіт з використанням супутникової GPS апаратури складається з наступних етапів:

- 1) складання проекту геодезичних робіт на об'єкті;
- 2) отримання дозволу для роботи на режимних або приватних територіях та на роботу радіостанції;
- 3) польове рекогностування, в результаті якого приймаються висновки по об'єкту, технології робіт та особливостях матеріально-технічного забезпечення знімання. В результаті складається проект польових робіт та готується необхідний картографічний матеріал;
- 4) закладка центрів;
- 5) організація базових станцій (якщо цього потребує технологія);
- 6) планування сеансів спостережень, яке включає визначення оптимальних часових проміжків вимірювань, проектування послідовності сеансів або маршрутів обходу;
- 7) польові вимірювання (знімання об'єктів);
- 8) камеральна обробка, отримання результатів вимірювань;
- 9) складання технічного звіту та оформлення необхідної документації;

10) польовий контроль та здача матеріалів.

З приведеного вище переліку стає зрозумілим що між супутниковими та традиційними технологіями багато спільного.

При використанні в геодезичних роботах супутникових приладів координати визначаються по взаємному положенню двох точок. У кожній з них знаходяться приймачі, які приймають сигнали від супутників декількох GNSS-систем. Один з них розташований на точці з відомими координатами – він вважається опорним (базовим). Другий, рухомий (ровер) переміщується по точках, координати яких треба визначити. В ході обробки взаємне положення між такими точками може бути в значній мірі виправлено, таким чином відповідно помітно значно підвищується точність координування.

Існує 2 фундаментальних способи роботи:

- з використання постобробки;
- в режимі реального часу (RTK режим).

В режимі RTK хоч і виконуються ті ж самі дії: рішення вектора між двома приймачами та диференціальна корекція, але вони реалізовані зовсім інакше. Мало того, що вся обробка виконується в реальному часі, безпосередньо в польовому комп'ютері (контролері), між приймачами необхідно мати надійний канал зв'язку для обміну даними. Усі налаштування, управління зніманням, обмін даними та реєстрацію результатів забезпечує польове програмне забезпечення, функціонал та зручність якого і визначає успіх використання обладнання у користувачів.

При запуску знімання на опорному (базовому) приймачі в польовому програмному забезпеченні треба вказати точні координати для даної точки у відповідності з раніше обраною системою координат. В подальшому програмне забезпечення має змогу порівняти теперішнє (отримане) приблизне рішення з відомими значеннями і сформулювати різницю координат для базової точки. Ці різниці називаються поправками, які базовий приймач відправляє на рухомий (ровер) по обраному каналу зв'язку.

Рухомий приймач, працюючи недалеко від базової станції (до

декількох десятків кілометрів), знаходиться приблизно в рівних з базою умовах прийому супутникових сигналів та має близький до неї рівень похибки визначення координат. Таким чином ПО контролера, яке знаходиться на рухомому приймачі, прийнявши корегуючу інформацію від бази, має можливість виправити результати своєї роботи в реальному часу.

Якщо в проекті польового контролера вірно проведене налаштування системи координат та на об'єкті забезпечений надійний канал доставки корегуючої інформації, то можна сказати, що ровер видає одразу готові точні координати. Це дозволяє виконувати як оперативні знімальні роботи так і винос в натуру різних об'єктів.

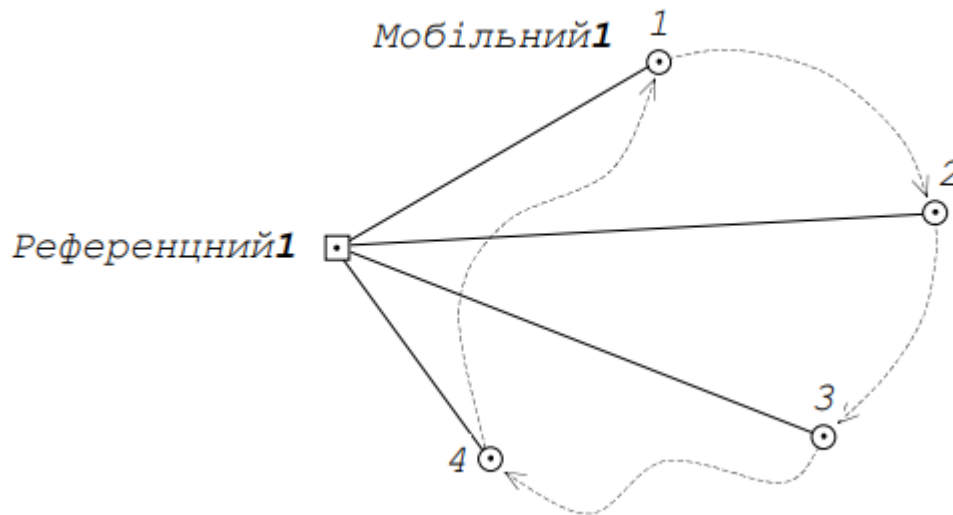


Рис. 4.4. Схема знімання методом RTK

Важливо відмітити, що наявність одного лише сервісу надання корегуючої інформації від базової станції без прив'язки до місцевих вихідних пунктів геодезичної мережі і правильного налаштування робочої системи координат не може забезпечити високоточне абсолютне позиціонування.

Канали зв'язку для режиму RTK. Сам по собі режим RTK ніяк не залежить від способу комунікації. Важливо одне, щоб зв'язок був стабільним на необхідній відстані від базового приймача до ровера. На сучасному етапі можна виділити 4 категорії засобів доставки «поправок» до рухомого приймача:

- радіоканали в УКВ-діапазоні;
- мережі мобільного зв'язку GSM/GPRS з голосовими каналами або за допомогою виходу в мережу Інтернет;
- WiFi зв'язок, Bluetooth;
- глобальний сервіс, який використовує супутниковий L-діапазон або Інтернет.

В залежності від умов та специфіки робіт обирається той чи інший варіант або їх комбінація. Виходячи з цього, існує широкий вибір обладнання до основного комплекту приймач-контролер.

Переваги технології RTK. Відсутність сумнівів у перевагах технології RTK підтверджена багаторічним досвідом підтвердження заявлених виробниками якостей. Однак існують питання відносно точності визначення просторових координат та ряду технологічних моментів. Це викликає багаточисельні дискусії та створює хибні передумови у виборі методики проведення геодезичних робіт. Основними позиціями по даному питанню є:

- вплив якості вихідних координат пунктів державних та відомчих опорних геодезичних мереж;
- існування багаточисельних регіональних (місцевих) прямокутних систем координат при тому, що дані про параметри їх задачі відсутні;
- ефективність застосування мультисистемних супутникових приймачів ГНСС (глобальних навігаційних супутникових систем) GPS;
- специфіка роботи у важких умовах (вкрита густою рослинністю або забудована територія);
- суворе дотримання при проведенні вимірювань вимог методичних рекомендацій та нормативних документів.

Обмеження використання технології RTK. Окрім переваг технології RTK, яка використовує стільникові канали зв'язку, вони мають також специфічні недоліки та обмеження:

1. Нерівномірне покриття або відсутність стільникового зв'язку на великих територіях.
2. Вимагає наявності спеціалізованої послуги щодо пакетної передачі даних (при використанні голосових каналів зв'язку) або доступу до мережі Інтернет (GPRS).

Ці причини вказують на залежність від стабільності та якості послуг стільникового зв'язку.

Окремим параметром, який впливає на точність супутникових спостережень в режимах «статика» або «кінематика» є віддаленість від базової станції рухомого приймача. Практичний досвід активних користувачів геодезичного GPS обладнання та проведення багаточисельних досліджень показали, що при здійсненні вимірювань в режимі «кінематика» довжина базових ліній не повинна перевищувати 15-20 км. Збільшення відстані приводить до значного зниження точності та збільшення часу ініціалізації. Причому такий ефект спостерігається при найкращих інших умовах спостережень: відсутності перешкод для проходження сигналу, достатній кількості та сприятливому положенню на небосхилі (геометричний фактор) супутників системи.

4.5. Обробка даних GNSS-спостережень

Однією з найважчих задач для геодезиста є оцінка якості вимірювань. Існує певна послідовність обробки результатів GPS вимірювань (табл. 4.3).

У супутникових технологіях це особливо важливо, оскільки сама техніка вимірювань не є фізично очевидним фактом, на відміну від вимірювань кутів, відстаней традиційними методами. Геодезист вимушений цілковито розраховувати на апаратуру, засоби обробки, а надійність їх роботи не повинна визивати сумніви при виконанні певних вимог.

Таблиця 4.3. **Послідовність обробки результатів GPS вимірювань**

врахування параметрів GNSS-приймачів та антен
попередня обробка вимірювань
обчислення векторів (баз)
врівноваження мережі
експортування результатів в заданій системі координат

Як і у звичайних геодезичних вимірюваннях, у вимірюваннях з допомогою GNSS-технологій можна виділити такі джерела основних помилок:

- помилки користувача (неточне вимірювання висоти антени, помилки центрування, помилки у показах метеоапаратури);
- помилки апаратури, до яких відносяться помилки фазових та кодових відліків, які характеризують шум апаратури, похибки у виміряних часових затримках або поправок часу як на супутнику, так і в приймачу;
- нестабільність фазових центрів антен;
- вплив зовнішніх умов навколишніх умов на шляху розповсюдження сигналу (неоднорідність тропосфери та іоносфери, інтерференція);
- послаблення сигналу із- за перешкод;
- помилки математичної обробки (слаба геометрія сузір'я супутників, помилки орбіт та апріорних координат початку базової лінії);
- помилки геофізичних моделей або стохастичних моделей).

Каталог координат, отриманий внаслідок виконання GPS-знімання методом «Кінематика реального часу», автоматично створений в тій системі координат, яка вибрана в налаштування приймача. В подальшому координати трансформують у потрібну систему координат за допомогою спеціального програмного забезпечення.

В табл. 4.4 приведений каталог координат земельної ділянки за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій

харчування».

Таблиця 4.4. **Каталог координат меж земельної ділянки**

№	X	Y
1	5134034.167	3393934.517
2	5134036.597	3393931.048
3	5134057.657	3393900.984
4	5134058.305	3393900.043
5	5134082.636	3393865.326
6	5134117.396	3393889.165
7	5134161.348	3393919.591
8	5134162.208	3393920.187
9	5134163.740	3393920.351
10	5134163.950	3393922.330
11	5134170.100	3393921.200
12	5134171.614	3393929.477
13	5134176.576	3393956.669
14	5134179.250	3393971.324
15	5134177.973	3393971.547
16	5134177.5064	3393971.724
17	5134133.950	3394016.630
18	5134120.070	3394003.100
19	5134116.450	3393999.770
20	5134114.017	3393997.546
21	5134108.867	3393992.840
22	5134105.920	3393988.382
23	5134103.988	3393988.380
24	5134105.920	3393988.250
25	5134106.960	3393985.120
26	5134084.740	3393969.060
27	5134082.260	3393967.960
28	5134076.370	33939623.870
29	5134074.740	3393962.720
30	5134061.440	3393953.440
31	5134059.850	3393952.340
32	5134041.900	3393939.810
33	5134034.167	3393934.517

4.6. Складання топографічного плану земельної ділянки

Топографічні плани створюються у графічному та цифровому вигляді.

Цифровий топографічний план одержують шляхом запису просторових координат об'єктів місцевості і кодів їх характеристик у числовому вигляді в процесі польового топографічного знімання.

Технологія створення цифрових топографічних планів передбачає такі основні процеси: збір цифрової інформації; цифрову обробку; накопичення і зберігання; графічне відображення; редагування.

Збір цифрової інформації відбувається безпосередньо при топографічному зніманні.

Цифрова обробка включає три самостійних етапи робіт. Перший етап - це первинна обробка зібраної різноманітної інформації, приведення її до єдиного уніфікованого вигляду. Вона передбачає обчислення координат точок у заданій системі, формування знімальної інформації за їх належністю до об'єктів місцевості. Другий етап – створення цифрової моделі місцевості (ЦММ). На цьому етапі організовуються результати знімання ситуації та рельєфу таким чином, щоб для кожної точки району зйомки можна було б отримати набір топографічних даних. Третій етап полягає у формуванні на основі ЦММ цифрових моделей всіх елементів створюваного плану, тобто в перетворенні ЦММ у цифровий та електронний топографічний план. Сюди входять такі види робіт: калібрування, інтерполювання горизонталей, формування моделей умовних знаків, розміщення цих знаків, автоматизоване редагування і генералізація, зшивання та нарізання інформації.

Накопичення і зберігання ЦММ, цифрових та електронних топографічних планів здійснюється в банку цифрових картографічних даних. У банку даних здійснюється стандартизація і накопичення потрібної інформації, приведення отриманих у різний час і різною формою даних до єдиного вигляду.

На всіх етапах створення цифрових топографічних планів здійснюється *редагування*. Метою редагування є: забезпечення високої

якості топографічних планів з тим, щоб вони найповніше відповідали своєму призначенню і вимогам, що до них ставляться.

Після проходження всіх вищеописаних етапів створення цифрової карти, за допомогою сучасної офісної техніки отримують її графічний аналог в необхідній кількості копій.

Матеріали топографічного знімання земельної ділянки за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування», починаючи зі створення цифрової моделі і до роздрукування, оброблялись в програмному комплексі Digitals Вінницького науково-виробничого підприємства «Геосистема». Даний програмний комплекс забезпечує автоматизацію геодезичних, землевпорядних і земельно-кадастрових робіт від обробки польових матеріалів до складання обмінних файлів IN4, топографічних, кадастрових планів, технічної документації.

Digitals дозволяє працювати з DAT-файлами GPS-приймачів обробленими в TGO, використовувати супутникові знімки, будувати моделі рельєфу, обраховувати дані теодолітного та тахеометричного знімань, провести швидку підготовку креслення перенесення проекту в натуру, і т.д.

Після того, як «сирі дані», отримані внаслідок GPS-спостережень, оброблені в Процесорі Базових Ліній Weighted Ambiguity Vector Estimator (WAVE) програмного пакету Trimble Geomatics Office, починається робота по викреслюванню об'єктів, зазнятих під час знімання, вводу атрибутивної інформації про об'єкт робіт, яка в подальшому буде використовуватись для нанесення необхідних підписів на топографічний план, виготовлення технічного звіту по виконанню топографічної зйомки земельної ділянки.

За допомогою *Менеджера умовних знаків* створюються умовні знаки об'єктів місцевості, потрібні для точної і достовірної передачі інформації про об'єкт робіт (з обов'язковим дотриманням «Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500»). Для

побудови горизонталей використовуємо команду *Горизонталі із ЦМР/TIN*. Для цього потрібно тільки помітити пікети і ввести переріз рельєфу. Для формування проміжних горизонталей, методом інтерполяції, помічаються горизонталі основні (потовщені), вказується переріз рельєфу і в результаті активування команди *ЦМР | Інтерполювати горизонталі* програма побудує проміжні горизонталі. Для створення рамки, штампу використовуються шаблони графічних документів формату DMT в меню *Сервіс/Документи*. Для кінцевого оформлення топографічного плану, вставки ситуаційної схеми, умовних позначень, інформації про організацію-виконавця робіт, район робіт, масштаб і т.д. використовується меню *Вставка*.

Для створення, редагування, роздрукування топографічного плану, DAT-файл з обробленими GPS-матеріалами експортується із Leica Geo Office в програмний комплекс Digitals.

При виконанні кваліфікаційної роботи було складено план земельної ділянки за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування» у масштабі 1:500 за 33 поворотними точками земельної ділянки та 104 пікетними точками (для відображення ситуації та рельєфу – див. графічний матеріал 3). З плану видно, що земельна ділянка займає площу 1,1371 га.

ВИСНОВКИ

Великомасштабні топографічні знімання виступають одним із ключових моментів при розв'язанні питань проектування капітального будівництва і експлуатації цивільних, промислових, гірничих та сільськогосподарських підприємств усіх галузей економіки як для сьогодення, так і для майбутнього нашої держави. Врахувавши актуальність даного питання була обрана тема кваліфікаційної роботи «Дослідження видів топографічного знімання».

В результаті виконання даної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Огляд наземних та дистанційних методів та технологій збирання геопросторових даних показує, що чинна нормативна документація в топографо-геодезичній та картографічній галузі ідеологічно та технологічно виявляється застарілою. Рівень розвитку і застосування сучасних технологій збирання геопросторових даних значно випереджає нормативну базу щодо них в Україні.

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

суспільства до геопросторових даних та інформації тощо. Зважаючи на сучасне різноманіття зазначених вище методів збирання геопросторових даних, постає питання дослідження технологічних схем, точності, достовірності та оперативності знімань для перегляду нормативно-технічної документації забезпечення топографічного картографування, продукція якого б відповідала сучасним досягненням розвитку геоінформаційних технологій, вимогам і потребам інформаційного суспільства.

3. Досліджено методи топографічного знімання і встановлено, що з появою цифрових камер фотознімання витісняється цифровим топозніманням. Проте, одним з найновіших топографічних методів є метод лазерного сканування. Цей метод застосовується як самостійний, в наземному варіанті та реалізується особливими приладами – сканерами. Суть технології полягає у визначенні просторових координат точок поверхні об'єкта з дуже високою швидкістю – тисячі і десятки тисяч вимірів в секунду. Окрім того, лазерне сканування комбінується із цифровим аерозніманням. Наземні контактні методи знімання (крім GPS-знімання) застосовуються для знімання незначних ділянок, коли методи аерознімання економічно недоцільні. Зауважимо, що наземні супутникові приймачі GPS визначають своє положення на основі інформації від супутників, проте приймачі GPS контактують з об'єктом, координати якого визначаються, і тому відносяться до контактних методів.

4. Метод знімань вибирають на основі техніко-економічного обґрунтування, що враховує строки вишукувань, масштаб знімання та висоту перерізу рельєфу, характер місцевості, кліматичні та транспортні умови, наявність обладнання та спеціалістів. Разом з тим вибір методу топографічних знімань має визначатися відповідно до фізико-географічних умов району проведення робіт, термінів і обсягів їх виконання та економічної доцільності. Крім того кожен метод зйомки може використовуватись як окремо так і в комбінації з іншими методами, що регламентується технічним проектом.

5. При розробці кваліфікаційної роботи аналіз геодезичної основи для

виконання картографо-геодезичних робіт проводився на прикладі Київського району м. Одеса. При огляді та вивченні району робіт, було виявлено, що на район робіт віднайдено 6 пунктів тріангуляції державної геодезичної мережі (1 пункт 2 класу та 5 пунктів 3 класу) та 2 пункти полігонометрії 4 класу. Для геодезичного забезпечення топографічного знімання земельної ділянки, пункти ДГМ, які можуть бути використані для розбудови геодезичної мережі – це: пункти PP2144 та PP8641, тому що вони знаходяться найближче до ділянки проектування. Планово- висотної прив'язки до цих пунктів здійснено засобами GNSS.

6. Для виконання топографічного знімання об'єкту робіт передбачено створення знімальної геодезичної мережі у вигляді розімкнутого теодолітного ходу за допомогою електронного тахеометра, так як це найбільш зручний і раціональний спосіб.

7. Проектом передбачено топографічне знімання конкретного об'єкту за адресою: м. Одеса, Київський р-н, вул. Інглесі, 6А, Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище торгівлі та технологій харчування». Масштаб знімання приймаємо 1:500, який обумовлений вимогами до точності зображення контурів земельних ділянок, будівель, споруд, проїздів, інших елементів території, що передбачені у відповідних нормативно-технічних документах. Знімання передбачено за допомогою GPS-спостережень методом *RTK (Кінематика в режимі реального часу)*. В процесі роботи визначені координати 33 GPS-пунктів (поворотні точки земельної ділянки) та 104 пікетних точок для відображення ситуації та рельєфу, за даними яких ми в подальшому будуємо топографічний план місцевості. Земельна ділянка займає площу 1,1371 га.

В результаті виконання даної кваліфікаційної роботи можна зробити висновок, що при створенні знімальної геодезичної мережі та виконанні топографічного знімання за допомогою GPS-спостережень досягається геодезична точність результатів вимірювань в мінімальний проміжок часу з максимальним економічним ефектом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурштинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 316 с.
2. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтененеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення GPS. Теорія і практика. Київ: Наук. думка, 1995. 315 с.
3. Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.08.2013р. №646. Дата оновлення: 14.06.2023. URL: <https://cutt.ly/CwDgII3z>.
4. ДСТУ 4220:2003. Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять: К.: Держспоживстандарт України, 2003. 18 с.
5. Електронний архів-репозитарій Одеського державного аграрного університету: <http://lib.osau.edu.ua/jspui>.
6. Інженерна геодезія. Основи інженерної геодезії: підручник / Войтенко С.П., Шульц Р.В., Самойленко О.М., Адаменко О.В., Александровський І.Р., Малащук О.С., Юрковський Р.Г., Мовчан Т.В., Булишева Д.В. // за ред. Войтенка С.П. Одеса: Прес-курер, 2021. 632 с.
7. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) : Наказ Кабінету Міністрів України від 23.06.1998 р. № 393/2833. Київ. Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1999. 156 с.
8. Інтернет сайт «GeoGuide». URL: <http://www.geoguide.com.ua>.
9. Карпінський Ю., Лазоренко-Гевель Н. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування, 2018 URL: [2018_01_30_rtitle_Methods_capture_6_Karp.pdf](#)
10. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. Геоінформаційні технології: нові парадигми і нові ризики топографо-геодезичної та картографічної діяльності. Львів.: *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Збірник наукових праць Західного Геодезичного Товариства. Видавництво

- НУ “Львівська політехніка”, Вип. І(22). 2011. С.43-48.
11. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. Топографічне картографування в національній інфраструктурі геопросторових даних. *Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку*: Збірник наукових праць. К.:ДНВП “Картографія”, 2008. Вип. 3. С.52-60.
 12. Крохмаль Є.М., Левицький І.Ю., Благонравіна Л.О. П’ятимовний словник основних термінів і визначень в геодезії, фотограмметрії та картографії. Навчальний посібник. Харків: Харк. держ. агрн. ун-т ім. В.В. Докучаєва, 1995. 146 с.
 13. Кучер О.В., Лепетюк Б.Д., Стопхай Ю.А. Супутникові радіонавігаційні спостереження при реалізації геодезичної референцної системи координат України – УКС-2000. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2005. С. 26-32.
 14. Мазурак І.І., Малащук О.С. Методи виконання великомасштабного топографічного знімання. *Сучасні тенденції розвитку геодезії, землеустрою та природокористування*. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 15-16 червня 2022 р., Одеса: ОДАУ, 2022. С. 36-39. URL: <https://cutt.ly/ZwTKFyA5>
 15. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000: Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999 р. URL: <https://cutt.ly/EwDhwlgN>
 16. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 та 1: 500: Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.94. URL: <https://cutt.ly/qwDhrkHO>
 17. Островський А.Л., О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський. Геодезія. Частина II. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. 562 с.
 18. Про затвердження Положення про державну мережу моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем і Програми забезпечення функціонування і розвитку державної мережі моніторингу глобальних

- навігаційних супутникових систем на період до 2010 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.04.2004р. №470. Дата оновлення: 01.01.2016. URL: <https://cutt.ly/NwDgM09w>
19. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 №509. URL: <https://cutt.ly/WwDgAY54>.
 20. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014р. №1314-VII. Дата оновлення: 01.01.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18> Text.
 21. Про Порядок використання апаратури супутникових радіо-навігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.07.1998р. №1075. Втрата чинності: 31.12.2019. URL: <https://cutt.ly/6wDg2Axo>
 22. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998р. №353-XIV. Дата оновлення: 08.06.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> Text.
 23. Zumberge, J. F., Heflin, M. B., Jefferson, D. C., Watkins, M. M., Webb, F. H. (1997). Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks. Journal of Geophysical Research, 102 (B3), 5005-5017. DOI: 10.1029/96JB03860.
 24. US Army Corps of Engineer. (2003). Engineering and design – NAVSTAR global positioning system surveying. Number EM 1110-1-1003. URL: <https://cutt.ly/1wDiXVMp>