

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Топографо-геодезичні роботи при інвентаризації міських земель

(Topographic and geodetic works at inventory of urban lands)

Головні Ігоря Юрійовича

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІГ

“ ___ ” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Топографо-геодезичні роботи при інвентаризації міських земель

(Topographic and geodetic works at inventory of urban lands)

Виконав студент групи зГД-31ск

Спеціальність: **193 «Геодезія та землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Головня Ігор Юрійович

Керівник: проф. Анненков А.О.

Ідентичність підтверджую

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**

Кафедра: **Інженерної геодезії**

Освітній рівень: **бакалавр за освітньо-професійною програмою**

Спеціальність: **193 «Геодезія та землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ГІСУТ

“ ___ ” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Головні Ігорю Юрійовичу

Тема роботи «Топографо-геодезичні роботи при інвентаризації міських земель (Topographic and geodetic works at inventory of urban lands)», затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від “ ___ ” _____ 20__ року.

1. Керівник роботи: проф.. Анненков А.О.
2. Строк подання студентом роботи до захисту: _____
3. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Огляд приладів для геодезичних спостережень та програмно-методичних засобів створення геодезичних мереж
 - Р. 2. Виконання геодезичних робіт при проведенні інвентаризації
 - Р. 3. Схеми розвитку геодезичних мереж
 - Р. 4. Економіка, організація та техніка безпеки
4. Графічний матеріал за розділами:
 - Р. 3. Схема згущення планової геодезичної основи методом GPS спостереженьПроект планової мережі згущення
Схема проекту теодолітних ходів

Викопіювання з планово-картографічних матеріалів масштабу 1:2000 з об'єктом проведення робіт та запроєктованою геодезичною основою
 Картки обстеження геодезичних пунктів А 4881, А 5173
 Картки обстеження геодезичних пунктів М 0077, А 3687

5. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
 б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	До 09.05.2022
Розділ 2.	До 23.05.2022
Розділ 3.	До 23.05.2022
Розділ 4.	До 06.06.2022
Остаточне оформлення роботи	До 06.06.2022
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	До 15.06.2022
Попередній захист роботи на кафедрі	16.06.2022

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

7. Дата видачі завдання: 12.02.2022.

Зав. кафедри ПГ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОГЛЯД ПРИЛАДІВ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ:	
1.1 Супутникові радіонавігаційні приймачі.....	10
1.2 Стислий огляд електронних тахеометрів.....	12
1.3 Програмне забезпечення вирівнювання традиційних мереж та GPS-мереж.....	20
2. ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ:	
2.1 Вимоги до точності виконання інвентаризаційних робіт.....	24
2.2 Рекогностування району робіт на місцевості.....	25
2.3 Типи центрів для закріплення пунктів планової геодезичної основи.....	27
2.4 Планування GPS-вимірювань та підготовка обладнання до спостережень.....	30
2.5 Горизонтальне знімання забудованої (незабудованої) території....	38
3. СХЕМИ РОЗВИТКУ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ:	
3.1 Загальні відомості про геодезичну мережу.....	40
3.2 Розрахунок кількості стадій розвитку геодезичної основи та оптимального коефіцієнта переходу від однієї стадії розвитку геодезичної основи до іншої.....	42
3.3 Розрахунок точності GPS-мереж.....	51
3.4 Розрахунок точності теодолітних ходів.....	52
3.5 Розрахунок точності кутових та лінійних вимірів	66
3.6 Розрахунок максимальної довжини теодолітних ходів на основі вибраних приладів.....	69
4. ЕКОНОМІКА, ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	
4.1 Організація робіт з інвентаризації.....	71

4.2 Кошторис на виконання робіт.....	73
4.3 Техніка безпеки.....	76
ВИСНОВОК.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83

ВСТУП

Метою проведення інвентаризації земель населених пунктів є встановлення місця розташування об'єктів землеустрою, їх меж, розмірів, правового статусу, виявлення земель, що не використовуються, використовуються нераціонально або не за цільовим призначенням, встановлення кількісних та якісних характеристик земель, необхідних для ведення Державного земельного кадастру, регулювання земельних відносин, раціонального використання і охорони земельних ресурсів, оподаткування та орендної плати за землю.

Призначенням інвентаризації земель населених пунктів є:

- визначення кількісного складу земель;
- отримання даних для виготовлення технічної документації із землеустрою щодо інвентаризації земель;
- одержання достовірної інформації для вирішення питань щодо припинення права користування земельними ділянками, які використовуються не за цільовим призначенням, з порушенням земельного законодавства і встановлених вимог або ж нераціонально;
- вирішення питань щодо розбіжності місцеположення, форми або розміру ділянки, яка фактично знаходиться у користуванні, та ділянки, яка раніше була надана у користування;
- аналіз фактичного використання земельних ресурсів;
- одержання інших даних, необхідних для ведення державного земельного кадастру;
- надання інформації для обчислення земельного податку та орендної плати.

Результатом робіт є інформація про кількісні та якісні показники стану територіальних ресурсів, узагальнена характеристика розподілу земель за формами власності, відомості про наявні територіальні резерви для реалізації бізнес проектів тощо. Така інформація є вкрай необхідною для налагодження

ефективної системи управління земельними ресурсами. Це, в свою чергу, проявлятиме безпосередній вплив на покращання якості життєвого середовища, підвищення планувальної культури, збільшення надходжень до місцевих бюджетів.

Сучасні підходи до створення кадастрових баз даних ґрунтуються на широкому використанні сучасних методів геодезичних вимірювань, у першу чергу GPS-технологій. Супутникова радіонавігаційна система або, як вона ще називається, глобальна система визначення місця розташування GPS (Global Position System) забезпечує високоточне визначення координат і швидкості об'єктів у будь-якій точці земної поверхні, у будь-який час доби, у будь-яку погоду, а також точне визначення часу. Технологія GPS дозволяє вирішувати геодезичні завдання самого різного рівня: від розвитку державної геодезичної мережі до інвентаризації земельних ділянок. Практика показує, що продуктивність праці зростає при цьому в десятки разів.

Об'єкт дипломного проектування – це територія кадастрового кварталу 69:089 обмеженого вулицями Чумака Василя, Героїв Севастополя, Метробудівською та бульваром Вацлава Гавела у Солом'янському районі м. Києва, загальною площею 12,0761 га. Основна частина кадастрового кварталу 69:089 складається із п'ятиповерхових багатоквартирних житлових будинків, які були збудовані у 50-60-х роках минулого століття. На території кварталу також розташовані Фаховий коледж інженерії та управління Національного авіаційного університету та дошкільний навчальний заклад № 1016.

Згідно даних геопорталу Державної геодезичної мережі України [8] найближчі пункти ДГМ до кадастрового кварталу 69:089 це:

- пункт полігонометрії 4 класу ДГМ А3687, визначений супутниковим методом, тип центру – У-15к;
- пункт полігонометрії 4 класу ДГМ А4881, визначений супутниковим методом, тип центру – У-15к;

- пункт полігонометрії 1 розряду ДГМ А5173, визначений супутниковим методом, тип центру – Р 21;

- пункт полігонометрії 1 розряду ДГМ М0077, визначений супутниковим методом, тип центру – Р 21.

В дипломному проекті узагальнено відомості про проведення інвентаризації земель в Україні та представлено класифікацію й основні технологічні особливості сучасних методів GPS-вимірювань, розроблено узагальнену технологічну схему інвентаризації земель, деталізовано основні операції для основних етапів такої технології та виконано експериментальні дослідження точності визначення меж земельних ділянок із використанням GPS-вимірювань.

В роботі описано як створена вихідна планово геодезична основа методом GPS-спостережень, запроектовані окремі теодолітні ходи, наведено їх розрахунок та оцінку точності, розглянуто ряд сучасних приладів, за допомогою яких виконуються кадастрові зйомки, описано весь процес геодезичних робіт при кадастровій зйомці для інвентаризації земель.

1. ОГЛЯД ПРИЛАДІВ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ:

1.1 Супутникові радіонавігаційні приймачі

Для виконання високоточних супутникових радіонавігаційних спостережень використовуються двочастотні приймачі системи GPS в комплекті з високоточними геодезичними GPS-антенами. Такі прилади виробляються відомими фірмами, такими як Trimble, Allen Osborne Associates, Ashtech.

Прилади цих фірм визнані в Світі і вони найчастіше використовується для високоточних геодезичних спостережень. За своїми технічними характеристиками вони схожі, але враховуючи, що на сьогоднішній день в більшості підприємств геодезичної галузі та на всіх перманентних станціях України використовуються приймачі виробництва Trimble пропонується і надалі використати приймачі цього виробника.

Приймачі повинні забезпечувати приймання сигналів L1 C/A коду, L1/L2 фази несучої, WAAS/EGNOS.

GPS-антени слугують для прийому сигналів від супутників. Геодезична антена – це високочастотна мікросмугова антена з широкою основою. Цей прилад встановлюється на штативі для отримання найвищої точності GPS-вимірювань. Механічний центр антени максимально повинен співпадати з її фазовим центром і не перевищувати 1 мм.

Всі такі типи антен, для яких відомі варіації фазових центрів антен, визначені міжнародними центрами досліджень та прийнятими Міжнародною службою геодинаміки – IGS. В основному приймачі повинні відповідати вимогам наведеним у таблиці 1.1.

Приймачі повинні мати міжнародний сертифікат відповідності та пройти метрологічну перевірку.

Таблиця 1.1 Основні вимоги до супутникових приймачів

Тип приймачів	Число каналів, не менше	Частоти	Точність
Двохчастотні	24	L1/L2 (GPS)	5 мм+1*10 ⁻⁶ Д

Приймач TRIMBLE 5700 приймає сигнали на частоті L1 і L2 з GPS-супутників системи NAVSTAR. Він автоматично реєструє дані спостережень і може одночасно відслідковувати до 9 супутників, точно вимірює фазу несучих частот і кодів (CA та P) і зберігає інформацію у внутрішній пам'яті. Приймач безперервно працює на P-кодів, використовуючи 9 паралельних каналів в період, коли AS-кодування вимкнуте і використовує крос-кореляційні виміри під час AS-кодування. Це дає можливість оновити повний цикл фазових сигналів L1 та L2 і виконувати двочастотні спостереження в будь-який час.

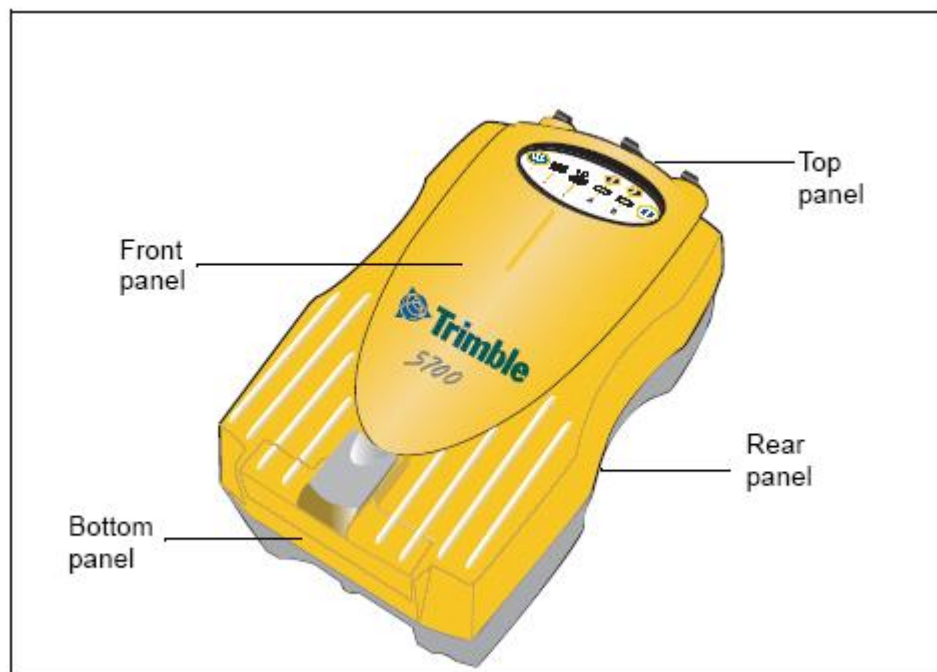


Рис. 1.1 Двохчастотний приймач TRIMBLE 5700.

GPS-антени Zephyr служать для прийому сигналів від супутників. Геодезична антена – це високочастотна мікросмугова антена з широкою

основою. Цей прилад встановлюється на штативі для отримання найвищої точності GPS-вимірювань. Механічний центр антени співпадає з верхньою площиною її основи і проектується вниз вздовж вертикальної осі симетрії. Широка основа дає можливість зменшити похибки при вимірах висоти антени.

Модуль батарей забезпечує безперервне живлення. Він складається з двох змінних батарей, що можуть перезаряджатися. Приймач, при необхідності, автоматично переключається від однієї батареї до іншої.

Можна використати персональний комп'ютер для перезапису даних з приймача і проведення попередніх обчислень.

Приймачі TRIMBLE 5700 мають міжнародний сертифікат, а також «Свідоцтво» УкрЦСМ.

1.2 Стислий огляд електронних тахеометрів

Електронні тахеометри, що випускаються сьогодні, можна умовно розділити по ступеню автоматизації на чотири групи: рутинні (найпростіші), універсальні, роботизовані і комбіновані.

До першої групи можна віднести механічні електронні тахеометри з мінімальною автоматизацією й обмеженими вбудованими програмними засобами. Як правило, такі тахеометри мають кутову точність вимірів 5–10", лінійну 3–5 мм/км. Ряд тахеометрів не мають внутрішньої пам'яті або має обмежену: 500 або 1000 записів. До другої групи відносяться механічні тахеометри зі значними можливостями, оснащені великою кількістю вбудованих програм, великою внутрішньою пам'яттю – до 10 000 і більш записів. Кутова точність вимірів таких приладів, як правило, 1-3", лінійна 2-3 мм/км. У третю групу входять роботизовані тахеометри із сервоприводом, що володіють усіма можливостями приладів попередньої групи. До четвертої групи відносяться прилади нового покоління, що сполучають у собі електронний тахеометр, супутниковий приймач (GPS) і польовий контролер – комп'ютер. Цей прилад одержав назву Combi Station.

По точності електронні тахеометри можна розділити на дві групи: високоточні (1-2") і середнього класу точності (3-7").

На сьогоднішній день в Україні представлені інтереси таких великих фірм, як Sokkia, Nikon, Leica, Zeiss та інші. Усі виробники надають багатий вибір приладів по точності, комплектності, додатковим можливостям і цінам.

Технічні можливості електронних тахеометрів визначаються:

- дальністю виміру відстані без утрати точності;
- можливістю працювати від внутрішнього елемента харчування тривалий час ;
- можливістю тривалий час записувати дані зйомки у внутрішню пам'ять;
- вагою приладу в комплекті;
- наявністю портів зв'язку для інтеграції з іншою апаратурою;
- наявністю компенсатора;
- зручною клавіатурою;
- інтерфейсом, що легко читається.

По точності виконання кадастрових робіт, відповідно до інструкції по топографічній зйомці, досить використовувати п'яти- або трьохсекундні тахеометри.

Leica Geosystems AG (Швейцарія) представляє широкий спектр приладів і технологій. Як правило, щороку з'являється принципово новий тип устаткування, модифікуються й обновляються вже існуючі версії приладів і технологічних ланцюжків обробки даних. Усі прилади обов'язково проходять випробування на вібростенді і мають дворічну гарантію. Нові моделі мають подвійний далекомір: стандартний з інфрачервоним і червоним (видимим) діапазоном спектра для виміру відстаней без відбивача до 80 м або з відбивачем від 1000 до 5000 м. Тахеометри серії 1100 із сервоприводами в сполученні зі спеціальною клавіатурою й інтегрованим у неї радіомодемом дозволяють щонайкраще автоматизувати процес збору даних. У цьому випадку керування приладом ведеться реєчником, що значно зменшує

затрати і помилки при кадастрових роботах. Для обробки зібраних даних можна використовувати топографічний комплекс LISCAD, що вирішує наступні задачі:

- обмін даними між тахеометром і ПК;
- вирівнювання мереж і окремих ходів (планове і висотне);
- побудова цифрових планів і карт;
- складання кадастрових планів і баз даних;
- рішення інженерних задач і проектування;
- імпорт/експорт даних у ГІС і САПР;
- введення GPS-даних;
- редагування користувачем стандартних шрифтів, ліній і умовних знаків або створення нових бібліотек.



Рис. 1.2 Тахеометр Leica 1100



Рис. 1.3 Тахеометр Sokkia PowerSET 3000

Компанія Sokkia Co. Ltd. (Японія) мала первісну назву Sökkisha Co. Ltd., яку можна перевести як «Компанія, що займається вимірювальним устаткуванням». Свою нинішню назву фірма одержала в 1992 р. Серед відмінних рис електронних тахеометрів, що тепер широко продаються в усьому світі, хочеться відзначити привабливий і функціональний дизайн, компактні й енергоємні джерела живлення, можливість налаштування конфігурації функціональних кнопок (серія 100, SET5F, SET5W, SET6F) і можливість вимірів по візирних марках з відбивачами, (PowerSET, серія 100). Серія PowerSET – це найбільш інтелектуальні прилади, що застосовують для рішення широкого кола задач. Зокрема, вбудоване програмне забезпечення SDR (використовуване також у польових комп'ютерах SDR33/31) має наступні можливості:

- виконання зворотної засічки;
- спостереження й вирівнювання теодолітного ходу;
- визначення висот недоступних об'єктів;

- винос в натуру координат точкових об'єктів, ліній, дуг;
- виконання архітектурних обмірювань;
- обчислення площ;
- зйомка поперечників, розбивка доріг і багато чого іншого.

Серія 100 - ці прилади, дуже схожі на тахеометри серії PowerSET, оскільки використовується та сама апаратна частина. Клавіатура цих інструментів більш компактна, як і раніше алфавітно-цифрова, але тепер за допомогою однієї клавіші можна ввести кілька символів (у залежності від вибраного режиму), є можливість настроювання їхньої конфігурації. Клавіатура розташована на обох сторонах приладу. Такі інструменти дозволяють передавати результати вимірів безпосередньо в персональний комп'ютер у реальному часі. Вони також мають широкий набір убудованих прикладних програм для ефективної роботи в полі. Внутрішня пам'ять приладів дозволяє зберігати дані для 3000 записів.



Рис. 1.4 Тахеометр Sokkia SET6F

SET5F, SET5W, єдине розходження цих двох інструментів – те, що SET5W має водонепроникне і пилезахистне виконання відповідно до класу IP67 по стандарті IEC529 Міжнародної електротехнічної комісії. Дані тахеометри мають компактний дизайн, дисплеї на обох сторонах, внутрішню пам'ять на 3000 точок і широкий набір вбудованих прикладних програм. У цих приладах є можливість налаштування конфігурації програмних клавіш. Алфавітно-цифрова клавіатура відсутня (є тільки чотири функціональні клавіші і клавіша ESC), однак є можливість введення буквено-цифрової інформації за допомогою функціональних клавіш або шляхом введення коду з задалегідь завантаженого списку. Вбудоване програмне забезпечення SET5F русифіковане.

Прилади фірми Sokkia мають український сертифікат, затверджений для засобів вимірювальної техніки.



Рис. 1.5 Тахеометр Zeiss Elta 50R

Компанія Carl Zeiss Jena Gmb для кадастрових робіт пропонує тип рутинних електронних тахеометрів (Routine Total Station) Elta 40R і Elta 50R.

Прилади відрізняються один від іншого по точності і типу випромінювача. Прилад Elta50R швидкодіючий і має переваги, якими зазвичай не володіють прилади такого класу. Вбудоване програмне забезпечення русифіковане.

Особливі переваги приладу:

- просте і наочне обслуговування за допомогою всього семи кнопок керування;
- підтримка процесу зчитування за допомогою графічного представлення;
- керування, введення даних і прийняття рішень користувачем у режимі діалогу;
- програми виміру: Hz-V (теодолітний режим), SD-Hz-V (теодолітний режим і вимір похилої відстані), HD-Hz-h (виміри горизонтальної відстані, кута і перевищення), у-х-h (відносні прямокутні координати);
- повне об'єднання різних систем відліку та одиниць виміру;
- внутрішня пам'ять МЕМ на 1400 рядків даних;
- інтегрований набір програм орієнтований на реальні роботи ;
- візуалізація усіх вимірів, обчислень і системних повідомлень;
- енергорежим роботи, який забезпечує зберігання близько 1000 вимірів або 7-8 годин безперервної зйомки;
- вага включаючи батарею, 3.5 кг (футляр 2.5 кг).

Дані, отримані в полі і записані у внутрішню пам'ять приладу, можуть бути передані на комп'ютер для подальшої обробки в офісі або можуть бути роздруковані на принтері для документування і наступних обчислень.

Варто відзначити, що зараз випущено нову модель цих приладів, що має більший обсяг пам'яті і дозволяє вимірювати відстані на більш велику дальність.

Компанія Nikon Europe B.V. для кадастрових робіт пропонує електронні тахеометри серії 720, DTM-410\420, DTM-310 чотирьох і п'ятисекундної точності. Хочеться відзначити тахеометри DTM-410\420 (відрізняються по точності і більш розширеним функціям ПЗ).

Прилади мають наступні особливості:

- розширене вбудоване програмне забезпечення;
- внутрішня пам'ять до 2000 точок;
- великий дисплей 4 на 16 символів;
- всепогодне виконання, що дозволяє працювати при короткочасному дощі;
- тривалість роботи від однієї батареї до 7 годин;
- клавіатура з підсвічуванням.



Рис. 1.6 Тахеометр Nikon DTM-410

Компанією Spectra Precision AB налагоджений випуск тахеометрів серії 600, які відрізняються модульним принципом нарощування можливостей електронних тахеометрів серії Geodimeter System 600. Роботизована модифікація цієї серії Geodimeter System 600 S має систему автоматичного пошуку і наведення на відбивач, що підвищує ефективність польових робіт. Подальша комп'ютеризація тахеометрів, розширення можливостей вбудованих програм, впровадження зроблених сервоприводів, систем

радіокомунікації тахеометра з блоком дистанційного керування, системи автоматичного наведення і спостереження за ціллю привели до створення нового покоління тахеометрів-роботів Geodimeter System 600 S PRO. З останніх розробок слід зазначити Geodimeter ATS (Automatic Tracing System – автоматична система стеження). Точність виміру в режимі стандартних вимірів 1", у режимі автослідкування 2", СКП виміру відстані $\pm (1+3 \times D \times 10^{-6})$ мм. Прилади цієї серії можуть використовуватися як звичайні електронні тахеометри з функціями автоматичного наведення – “робот”, і як датчики автоматичної системи стеження, для рішення наступних задач:

- автоматичні спостереження за деформаціями інженерних споруд і земної поверхні;
- геодезичне забезпечення гідрографічних робіт;
- автоматичне керування будівельними машинами на денній поверхні та в підземних виробітках.

1.3 Програмне забезпечення вирівнювання традиційних мереж та GPS-мереж

Обробка спостережень постійнодіючої супутникової радіонавігаційної мережі виконується за допомогою комплексу GAMIT/GLOBK, який являє собою повний пакет для обробки GPS-спостережень, вирівнювання просторових мереж та інтерпретації результатів з метою моделювання геодинамічних процесів розроблений для використання на UNIX-платформах.

Основними функціями програмного комплексу є:

- забезпечення завантаження файлів даних спостережень ;
- обчислення баз з врахуванням точних ефемерид супутників, тропосферних та іоносферних поправок та інших факторів, оцінка точності;
- відображення результатів обробки у вигляді графіків, діаграм;
- вирівнювання просторових мереж, обчислення координат пунктів, оцінка точності;
- трансформація результатів обробки у різні системи координат;

- обчислення зміщень станцій, швидкостей змін їх положення, орбітальних параметрів та параметрів обертання Землі.

Програмний комплекс складається з двох взаємозв'язаних блоків:

- GAMIT - блок для обчислення векторів-баз та створення коваріаційної матриці;

- GLOBK - блок для поєднання результатів обробки по сесіях, кампаніях та методах побудови мереж та їх наступного вирівнювання з оцінкою точності.

Головним продуктом GAMIT є вільний розв'язок баз у вигляді, так званого, H-файлу (можна перетворити в SINEX-формат), який містить в собі параметри оцінки бази та коваріаційну матрицю і який може бути скерований в GLOBK для комбінування даних з метою визначення координат станцій та швидкостей їх зміни, а також орбітальних параметрів та параметрів обертання Землі. Максимальна кількість станцій та сесій визначається при компіляції програмного забезпечення і може бути пристосована до вимог та можливостей технічного обладнання.

GeoLab – це скорочення від слів «Геодезична лабораторія», розробленої Bitwise Ideas Incorporated (Nepean, Ontario Canada). Головне призначення GeoLab – це проведення тривимірного вирівнювання різних типів спостережень та їх комбінацій за методом найменших квадратів, отримання кінцевих координат та деталізована оцінка точності. Але можливості GeoLab значно ширші. Вона може проводити різноманітні перетворення координат та обчислення картографічних проекцій. Додаткові модулі дозволяють вводити GPS-дані (файли рішень), а текстовий редактор – вводити користувачеві різні типи даних. Користувач може сам розробляти різні додатки для вводу даних, а також для автоматизованого їх виводу.

Наведемо основні функції програми GeoLab 3:

- вирівнювання за методом найменших квадратів та статистичний аналіз вертикальних, горизонтальних, тривимірних спостережень та їх комбінацій, при цьому кількість пунктів в мережі необмежена;

- апріорна оцінка мережі;
- інтерполяція моделі геоїда та сумісне використання гравіметричних та традиційних даних;
- підтримка при врівноваженні декількох моделей геоїда та картографічних проєкцій;
- перетворення геодезичних систем відліку координат та картографічних проєкцій;
- обчислення приблизних координат;
- можливість перекриття декількох мереж;
- якісний модуль для введення GPS-даних;
- якісна графіка.

Модуль програми GPS Environment for GeoLab 3 призначений для просторового вирівнювання мереж за методом найменших квадратів. Кожного разу при обробці сирих даних в програмах обробки GPS-даних утворюються файли рішень. Ці файли містять інформацію про GPS-положення бази та дані оцінки точності. Положення бази зазвичай виражено у геодезичних (B,L,H) та просторових декартових координатах (X,Y,Z), або як різниця координат. Координати в файлі розв'язку майже завжди асоційовані з їхньою оцінкою точності, у вигляді середньої квадратичної похибки (СКП), кореляційної або коваріаційної матриці. GPS Environment for GeoLab 3 знаходить у файлах розв'язку цю інформацію та перетворює її для GeoLab, додаючи до відповідного приросту координат. Кожен пункт, прийнятий до вирівнювання, повинен мати унікальну назву. Якщо декілька сесій проводились на одному й тому ж пункті, то цей пункт повинен мати однакові назви в кожній з сесій. Назва пункту – це єдиний шлях, за яким GeoLab зможе відрізнити один пункт від іншого. Програмі також необхідно вказати тип файлу розв'язку з яким вона буде мати справу. Якщо мережа складається з різних файлів розв'язку (різні типи приймачів, різні методи спостережень), то ці файли будуть завантажені до програми окремо. Остаточна мережа може складатися з різних типів файлів розв'язку, але

кожен тип файлу розв'язку повинен підтримуватись програмою GPS Environment for GeoLab 3.

Програма підтримує більше двадцяти програмних продуктів для обробки супутникових даних. Якщо ж якоїсь програми не має в цьому списку, або з'явилася нова програма, то користувачеві можна легко самому створити конвертер для передачі даних в GPS Environment (при умові, якщо файл розв'язку є текстовим (ASCII)).

За допомогою утиліти Coordinate Transformer можна виконувати різноманітні перетворення картографічних проекцій та координат. Найважливіші з них:

- перетворення координат з однієї зони в іншу;
- перетворення координат з однієї картографічної проекції в іншу;
- обчислення прямокутних координат в картографічній проекції за геодезичними;
- перетворення тривимірних координат за сімома параметрами;
- перетворення двовимірних координат за чотирма параметрами;
- поєднання тривимірного перетворення з двовимірним.

2. ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ

2.1 Вимоги до точності виконання інвентаризаційних робіт

Усі геодезичні роботи по земельно-кадастровій інвентаризації земель виконуються у відповідності з інструкцією з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (1982 р.) та у відповідності до вимог Будівельних норм і правил — ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва».

Основним фактором, що визначає усі параметри земельно-кадастрових зйомок, є вимоги до точності та детальності відображення кадастрових об'єктів. Ці вимоги, у свою чергу, визначаються цільовим призначенням, якістю земель і максимальними можливостями відображення в плані облікової одиниці площі. Такими обліковими одиницями повинні бути:

- у містах державного і обласного підпорядкування - 1 кв.м (0,0001 га);
- для ділянок садово-городніх товариств — 2,5 кв.м (0,00025 га);
- у містах районного підпорядкування і селищах — 15 кв.м (0,0015 га);
- у селах — 100 кв.м (0,010 га).

На основі вищевикладеного рекомендуються такі масштаби створення земельно-кадастрових карт (планів):

- у містах державного і обласного підпорядкування — не дрібніше 1:500;
- у містах районного підпорядкування і селищах — не дрібніше 1:1000;
- у селах — 1:2000.

Для забезпечення необхідної точності відображення прийнятої облікової одиниці площі похибка (гранична) точок знімального

обґрунтування і межових знаків відносно найближчих пунктів державної геодезичної сітки не повинна перевищувати:

- у містах державного і обласного підпорядкування – 10 см;
- у містах районного підпорядкування, в селищах – 20 см;
- у селах – 40 см.

Помилка взаємного положення суміжних точок межі не повинна перевищувати 0,1 мм у масштабі плану.

При виконанні виробничого етапу робіт необхідно керуватись наступними принципами:

- основою для створення робочого інвентаризаційного плану повинен бути планово-картографічний матеріал не дрібніше масштабу 1:2000, а в містах обласного (районного) підпорядкування — масштабу 1:500;

- відображення підземних споруд та рельєфу на вихідному матеріалі не обов'язкове;

- граничні похибки положення точок зйомочних мереж відносно планової опори не повинні перебільшувати: у містах державного і обласного підпорядкування – 0,1 м; у містах районного підпорядкування і селищах – 0,2 м; у селах – 0,4 м.

2.2. Рекогностування району робіт на місцевості

Після схематичного нанесення пунктів майбутніх спостережень на карту й складання інструкції, як добратися до існуючих контрольних пунктів, необхідно проведення рекогносцування на місцевості. Кожному пункту присвоюється унікальний ідентифікатор. Найбільш очевидним методом виконання цього є послідовне призначення кожному пункту номера. Пункти можуть мати інформативніші ідентифікатори (наприклад, повна назва), але проста послідовна нумерація спрощує майбутні посилання на кожний пункт. Під час рекогносцировки необхідно відвідати кожний пункт і перевірити його на відповідність таким умовам:

1. Розміщення в районі безперешкодного огляду неба, починаючи з висоти 20 градусів (над обрієм).
2. Легкий доступ (переважно транспортом).
3. Марка, переміщення якої мало ймовірно.
4. Чиста ділянка для видимої азимутальної марки.
5. Наявність місця для паркування транспорту.
6. Приналежність землі державі.

Повна прив'язка GPS мережі до пунктів ДГМ вимагає виконання спостережень мінімум на трьох контрольних пунктах. У багатьох районах є супермережі, зручні опорні монументи яких можна використати для GPS знімань. Якщо є пункти супермережі, немає навіть необхідності відвідувати їх до початку роботи в полі. Прийнятна планова прив'язка буде складатися з вимірювання координат стосовно контрольних пунктів ДГМ на кожній стороні території знімань.

Якщо пункт відповідає всім умовам, він повинен бути відзначений для установки монумента. Рекогносцировщик повинен намалювати розміщення пункту на великомасштабній карті місцевості й приготувати попередній опис того, як добратися до пункту від відомого орієнтира. Цей опис заощадить багато годин у майбутньому. У випадку, коли монумент установлює інша бригада, вона доповнює опис інформацією про остаточне розміщення марки й прив'язці до прилеглих явних орієнтирів. Для знімань, що будуть виконуватися з метою включення пунктів у державну мережу, складання такого опису обов'язково, а в деяких випадках потрібно накреслити й схему місцевості. Остаточна документація про пункт на місцевості повинна б включати фотографію околиць пункту, назву й адресу землевласника, попередні координати, інформацію про джерела енергії тощо.

2.3 Типи центрів для закріплення пунктів планової геодезичної основи

Закладка нових центрів пунктів виконується на основі робочого проекту побудови геодезичної мережі, уточненого за матеріалами обстеження та рекогносцировки.

Закладка центрів виконується згідно вимог «Інструкції про типи центрів геодезичних пунктів, ГКНТА -2.01, 02-01-93», 1994.

При побудові міської геодезичної мережі пункти 4 класу та 1,2 розряду закріплюють постійними центрами типів У15Н, У15К, 143, 160.

Вузлові пункти па пункти в лінійно-кутових ходах через 5 км закріплюють центрами типу 160, рисунок 2.3.

При неможливості всі пункти ходу закріпити постійними центрами дозволяється їх закріплювати знаками тривалого зберігання такими як металеві штирі, залізничні костилі. В таких випадках закріплення пунктів постійними центрами здійснюють не рідше ніж через 1000 м у мережах 4 класу та 1 розряду.

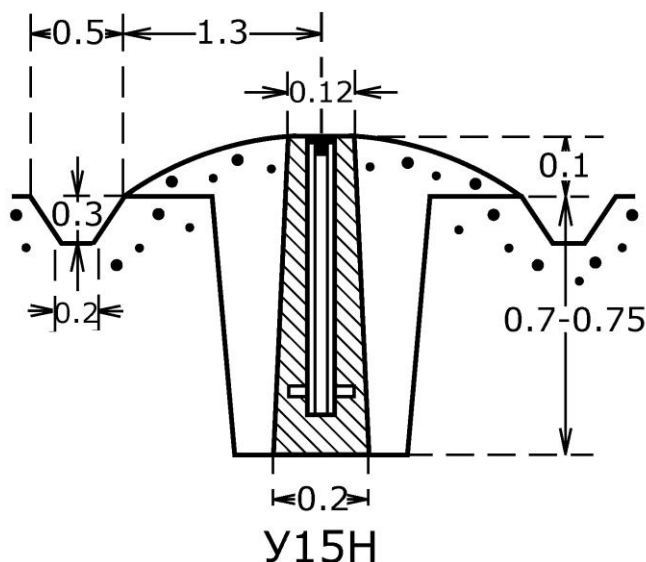


Рис. 2.1 Центр пунктів лінійно-кутових мереж для незабудованих територій.
Тип У15Н

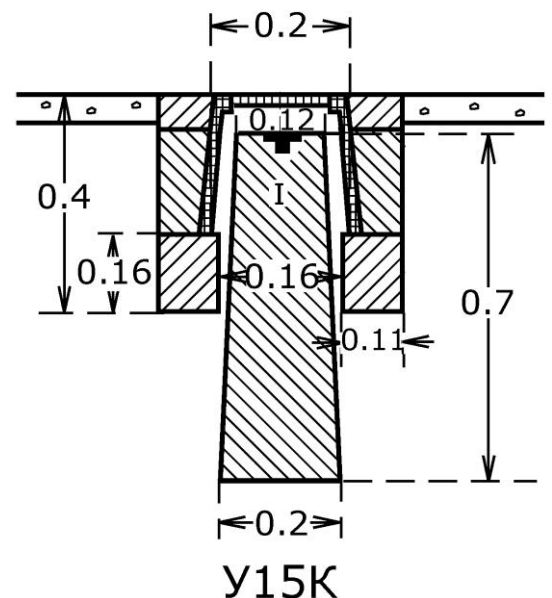


Рис. 2.2 Центр пунктів лінійно-кутових мереж для забудованих територій. Тип У15К

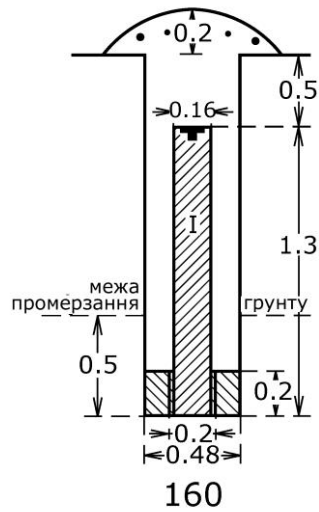


Рис. 2.3 Грунтовий репер. Тип 160

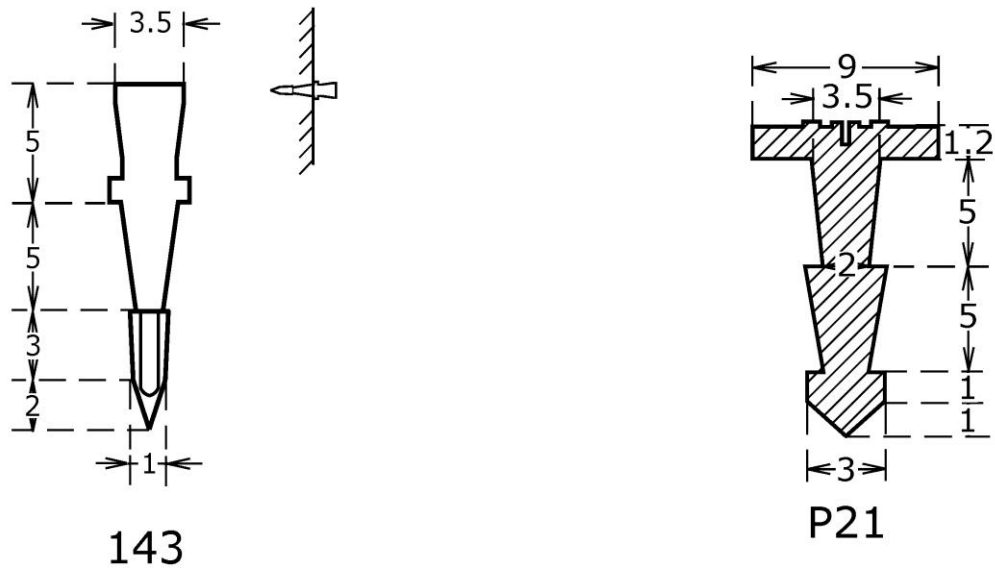


Рис. 2.4 Стінний знак для закріплення пунктів у будівлях. Тип 143

Рис. 2.5 Тимчасовий робочий центр для закріплення лінійно-кутових мереж на ділянках з твердим покриттям. Тип P21

Центри мають розташовуватися попарно, забезпечуючи закріплення обох кінців лінії.

На незабудованих територіях для закріплення пунктів використовувати тип центру У-15Н, рисунок 2.1. Зовнішні знаки на пунктах не встановлюються. Для кращого розпізнавання на такому пункті на відстані 1,5 м від центра встановлюється залізобетонний розпізнавальний стовп з охоронною пластиною, яка повинна бути повернута в сторону центра. Безпосередньо над центром пункту насипають невисокий курган висотою до 30 см і діаметром не менше 1 м.

На забудованих територіях для закріплення пунктів використовувати тип центру У-15К, рисунок 2.2, на яких розпізнавальні стовпи не встановлюються. В таких випадках над центром встановлюються чавунні ковпаки з кришкою та опорними бетонними кільцями або цегляною кладкою, яка їх замінює.

При щільній забудові пункти міської геодезичної мережі закріплюються групою з двох стінних знаків в капітальні споруди, тип 143, рисунок 2.4, які забезпечують довгострокову збереженість пункту та зручний доступ під час лінійно-кутових вимірів. Робочий центр закріплюється типом Р21, рисунок 2.5.

Металеві частини знаків захищаються від корозії антикорозійним покриттям.

Вибрані в натурі місця для закладання пунктів закріплюють тимчасовими знаками (кілками, металевими штирями, обкопуванням тощо) і на них складають абриси з прив'язкою до постійних предметів місцевості не менше ніж трьома промірами. При закладанні проміри уточнюють.[13]

Назви пунктам присвоюються за номерами їх марок, при відсутності таких їм надаються порядкові номери за правилом, щоб на об'єкті не було однакових номерів.

При включенні в хід (мережу) пунктів попередніх робіт міняти присвоєні їм раніше номери не дозволяється.

На всі закладені геодезичні пункти складаються кроки пунктів з зарисовкою його місцеположення та вказанням лінійних промірів до чітких контурів на місцевості.

Кроки укладаються в електронному виді у форматах цифрових сумісних із програмним забезпеченням банку геодезичних даних міської геодезичної мережі.

Всі побудовані геодезичні пункти здаються за актами органам виконавчої влади, органам місцевого самоврядування, підприємствам, установам і організаціям чи фізичним особам -землекористувачам, або землевласникам для нагляду за їх збереженням.

Після завершення польових робіт з закладки пунктів геодезичної мережі, підлягають здачі такі матеріали:

- Виконавча схема закладки геодезичних пунктів на топографічній основі масштабу 1:10 000.

- Кроки геодезичних пунктів складаються в двох примірниках і зберігаються: 1-примірник у відповідній службі міста, яка займається геодезичним забезпеченням даної території, 2-примірник в Українському державному картографо-геодезичному фонді (Укркартгеофонд).

- Акти здачі пунктів на нагляд за збереженням складаються у трьох примірниках і передається: 1-й передається у відповідну організацію міста, 2-й - в Укркартгеофонд, 3-й-організації, яка прийняла пункт на нагляд за збереженням.

2.4 Планування GPS-вимірювань та підготовка обладнання до спостережень

Для успішного виконання високоточних знімів планування є обов'язковим, але для знімів низьких (перших, других і третього) порядків не потрібно виконувати планування у таких великих обсягах, крім випадків робіт в районах, що сильно заросли деревами, або що мають велику кількість інших перешкод. При оптимальному плануванні GPS знімів обов'язковий

розгляд таких параметрів, як конфігурація мережі пунктів або мережі супутників, число й типи приймачів, економічні фактори.

Специфіка побудови системи GPS вимагає виконання спеціальної процедури планування спостережень, оскільки необхідна точність вимірювань може бути отримана не завжди й не скрізь. Дуже важливими факторами є час і місце спостережень.

Планування роботи, як правило, є першою стадією організації проекту знімань. Мета такого планування полягає у визначенні всіх існуючих аспектів проекту, щоб при всіх умовах, які тільки можна передбачати, він був виконаний ефективно й раціонально.

У випадку великих проектів з великою кількістю пунктів і приймачів, планування GPS знімань можна було б полегшити використанням комп'ютерних програм, щоб заощадити час і ресурси. Геодезична служба Канади, наприклад, розробила відповідний пакет програм. Ця програма планує маршрут руху транспорту із приймачем, вибір супутників, схему створення мережі. Простіша програма планування знімань Quick plan, що поставляється фірмою TRIMBLE у складі пакету програм TRIMVEC-PLUS.

Модуль Quick plan найчастіше використовується на заключному етапі стадії планування роботи, після того як уже визначено, яка інформація повинна бути отримана в результаті знімань, і які методи при цьому будуть використовуватися. Даний модуль застосовується, як правило, після рекогносцировки пунктів, у ході якої користувач відзначає розмір і місце розташування будь-яких перешкод, які можуть перекривати видимість супутників на кожному пункті знімань або опорному пункті.

Модуль Plan може бути корисний користувачеві:

- при прогнозуванні доступності супутників на кожному пункті;
- при експериментуванні з вибором супутників, альманахами, перешкодами видимості на пункті й масками перевищення;
- для наочного відображення інформації про доступність супутників за допомогою таблиць і графіків.

Для планування GPS-вимірювань використовується *Альманах*. Це набір даних, що використовується для прогнозування орбіт супутників протягом періоду деякого часу (біля місяця).

При проведенні рекогносцировки на пунктах спостереження часто зустрічаються перешкоди, що не дозволяють GPS-приймачу приймати сигнали із супутників. Ураховувати перешкоди можна за допомогою *Редактора перешкод*. Модуль Plan враховує ці перешкоди при розрахунку доступності супутників. Редактор перешкод виводить на екран своє власне вікно з характерним для цього вікна рядком меню (див. рис. 2.6).

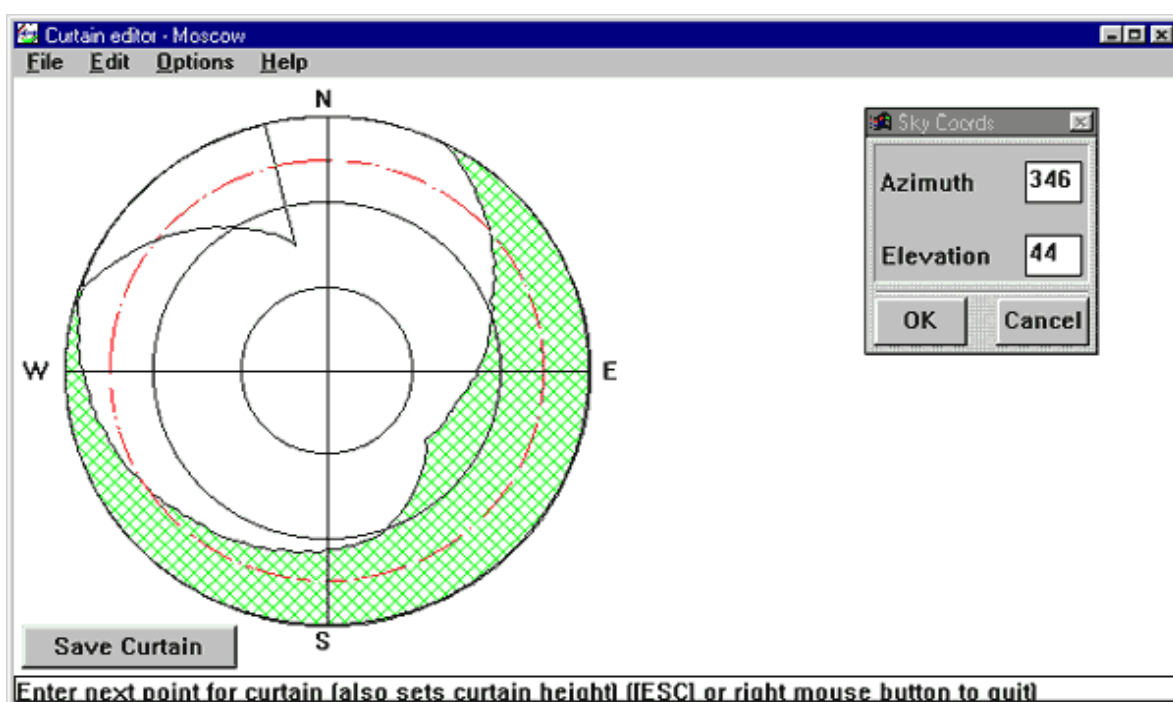


Рис. 2.6. «Редактор перешкод» в програмі планування

Редактор перешкод відображає на екрані перешкоди, що фіксуються із точки на місцевості вище пункту спостережень. Кожна перешкода подається послідовністю ліній, що показують верхній край перешкоди. Редактор перешкод дає можливість вибрати найбільш оптимальний час для статичних спостережень із метою одержання результатів заданої точності, або раціонально спланувати маршрут і часовий графік переміщення GPS-приймача для кінематичних знімачів. Заштрихована ділянка відповідає області, що займає перешкода (її радіо тінь). Найпростіший спосіб

визначення перешкод полягає в тому, щоб накреслити її модель за допомогою мишки. Більш точно визначити перешкоди можна, уводячи із клавіатури азимут і перевищення верхнього краю перешкод.

Для виводу графічної інформації використовується опція меню *Графіки*.

Команди, які дозволяють вивести на екран графіки:

- *Кількість ШСЗ і фактор PDOP*: Число доступних супутників і значення PDOP, представлені на графіку у функції часу;
- *Перевищення* супутників, подається на графіку у функції часу;
- *Азимут*: Азимути супутників, подається на графіках у функції часу;
- *Кількість супутників*: Число доступних супутників, подається на графіках у функції часу;
- *PDOP, HDOP, VDOP, і GDOP*: Чотири окремих графіки, які відображають, відповідно, чотири типи факторів втрати точності (DOP) у функції часу;
- *Траєкторії ШСЗ*: Орбіти супутників через інтервал часу, значення якого виводиться на графік разом з відображенням у полярних координатах значень азимутів і перевищення.

На всіх графіках відображається інформація з останнього доданому або пункту, що редагується, в сесії. Зображення на екрані обновляються в міру додавання перешкод або видалення їх зі станції, включеної в сесію, а також при зміні кількості доступних супутників. Таким чином, на екрані завжди відображається поточний стан сесії.

У більшості випадків по вертикальній осі графіків відображається одна або більше характеристик супутників щодо часу по горизонтальній осі. Часовий інтервал, показаний на графіку, є собою проміжком часу між початком і закінченням сесії. У випадку, якщо користувач не визначив час початку й закінчення сесії, часовий інтервал графіків дорівнює цілому дню (24 години). Колірна гама в модулі планування використовується для того, щоб відрізнити різного роду інформацію, відображену на багатьох графіках.

Так, на графіках, що відображають кількість доступних супутників залежно від часу, стандартними є наступні кольори: менш 4 ШСЗ - червоний, 4 ШСЗ - жовтий, 5 ШСЗ - зелений, і т.д.

На рис. 2.7 зображено наступні графіки: *Перевищення* (Elevation), PDOP, Траєкторії ШСЗ (SkyPlot). Графік *Перевищення* дозволяє відобразити графічно перевищення кожного видимого супутника із часом. Маска перевищення показана на графіку горизонтальною пунктирною лінією, що дозволяє користувачеві легко порівняти перевищення супутника й значення маски.

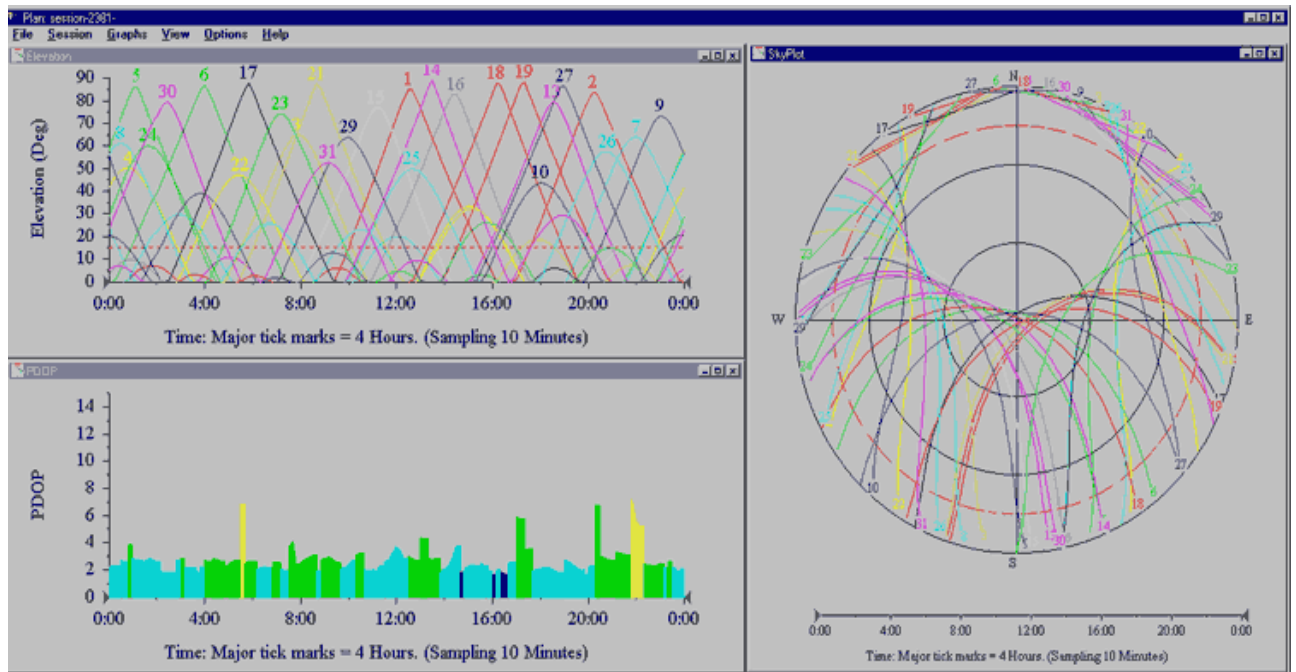


Рис. 2.7 – «Графіки» планування сесій та спостереження супутників

Графік PDOP (втрати точності визначення місця розташування) дозволяє найбільш точно й у повному обсязі оцінити точність вимірювань, проведених за допомогою супутників, залежно від геометричної форми орбіти. При значенні фактора PDOP, рівному або меншому 4, досягається висока точність вимірювань. Графік *Траєкторії* ШСЗ дозволяє створити графік у полярних координатах, на якому відображаються орбіти доступних супутників у рамках інтервалу часу на графіку. При цьому перевищення

кожного супутника подається в променевому вимірі, а азимут супутників – в кутовому вимірі. Результатом активізації даної команди є зразкове відображення орбіт супутників у міру їхньої появи перед спостерігачем, що дивиться вниз із місця, що перебуває прямо над поточним пунктом спостереження й далеко за межами орбіт GPS-супутників. На графіку маска перевищення $(15)^\circ$ показана також пунктирною лінією.

Підготовка обладнання до стопостережень складається із таких основних операцій: установка антени, вимір висоти й зсуву антени, калібрування й програмування приймача, ініціалізація приймачів.

Установка та вимір висоти антени. Антена монтується на опорах, штативах із трегерами або на протяжному (або призмоподібному) стовпі, обладнаному стабілізуючими стійками. Такий протяжний стовп зі стабілізуючими стійками називається біподом, і його використання може значно прискорити проведення знімачь. При виконанні кінематичних або псевдокінематичних знімачь досить біпода, так що антена підтримується на постійній висоті й зменшується час на установку. Використання біпода для статичних знімачь не є вирішальним, але його використання зменшує можливість невиявленої грубої помилки при вимірюванні висоти антени (тому що висота стрижня фіксована).

Менша проблема, що виникає при використанні GPS, це проблема трегера, але на неї також варто звернути увагу. Знімання настільки точні, наскільки точно здатний спостерігач відцентрувати антену над маркою пункту знімачь. Найкращий спосіб уникнути цієї проблеми полягає у використанні складеного колимируючого трегера, здатного обертатися з метою перевірки центрування. Ефективнішим (з погляду витрат) способом є підвішування виска на трегері при кожній установці, щоб перевірити оптичний центруючий прилад.

Зсув фазового центра антени викликаний тим, що геометричний центр антени не збігається з електронним центром. Ця проблема фактично виключається установкою всіх антен в одному напрямку. У режимі знімачь

вимірюються різниці координат точок, так що будь-який систематичний зсув буде усунуто при однаковій орієнтації антен.

Вимірювання висоти фазового центра антени над відліковою точкою (маркою) є важливим моментом, що часто упускається. Досвід показав, що неправильно обмірена висота антени є єдиною найбільш вразливою проблемою при проведенні знімачів, і це приводить до великої кількості помилок. Найкращий спосіб уникнути цієї проблеми (при використанні штативів) полягає у вимірюванні висоти антени двічі - на початку й наприкінці знімачів. Деякі виробники поставляють спеціальні стрижні для полегшення вимірювання висоти антени. При використанні штативів установка на повторних пунктах буде порушена під час руху, і штатив переустановлюється над маркою на іншій висоті. Щоб уникнути багатошляховості (ефектів відбиття) рекомендується паркувати автомобіль як можна далеко (не ближче 10 метрів) від антени.

Звичайно GPS-приймачі виконують самокалібрування, і користувачі калібрування не проводять. Одним із простих тестів, який можна виконати, є вимірювання бази нульової довжини. Це вимірювання робиться приєднанням двох або більшого числа приймачів до однієї антени. При виконанні цієї операції важливо використати спеціальний прилад, що блокує напруга від усіх, крім одного, приєднаних до антени приймачів. Повинен бути використаний розподільник сигналу, щоб розділити вхідний сигнал по декількох приймачах.

Проводиться звичайна сесія (наприклад, 60 хвилин) спостережень, і база обчислюється як звичайно. Тому що використовується єдина антена, компоненти баз повинні бути нульовими. Це вимірювання добре перевіряє функціонування мереж приймача й електроніки, і цей спосіб підходить для усунення проблем із приймачем, незалежних від помилок, пов'язаних з антеною. Тест на нульовій базі є єдиним способом задоволення вимогам, які пред'являються до калібрування устаткування.

Ініціалізація приймача. При статичних зніманнях ініціалізація деяких приймачів вимагає попереднього програмування або введення параметрів прямо на пункті. До таких параметрів відносяться: вибір швидкості накопичення даних, ширина смуги, мінімальне число супутників, що відслідковуються, початковий і кінцевий час сесії, граничний кут висоти супутника (звичайно 15 або 20 градусів), ім'я файлу для запису даних. Більшість сучасних приймачів має кілька каналів і спостерігає всі видимі супутники. Тому може знадобитися попереднє виключення номерів деяких супутників зі спостережень. Звичайно дані альманаху (з ефемеридами супутника), отримані після першого включення, зберігаються, інакше повинні бути зазначені дані хоча б для одного супутника. Для безкодових (тепер застарілих) приймачів синхронізація годинника приймача повинна бути виконана до початку знімань, а програму спостережень необхідно скопіювати в комп'ютер приймача.

У кінематичному режимі до початку знімань в процесі ініціалізації виконується визначення фазових неоднозначностей, за допомогою яких, фаза, спостереження якої завершено, перетвориться в дальність. Це визначення виконується трьома різними способами.

У першому способі можна почати з короткої відомої бази, що дозволить розв'язати неоднозначність після п'яти хвилин спостережень.

Другий метод полягає у виконанні статичних знімань для визначення вектора між фіксованим пунктом і невідомим початковим пунктом кінематичних знімань.

Третій метод полягає у виконанні обміну антенами між фіксованим пунктом і початковим пунктом. Обмін антенами здійснюється розміщенням приймача А в фіксованому пункті, а приймача Б – у початковому пункті. Через кілька хвилин спостережень працюючі приймачі переносяться: приймач А – у початковий пункт, Б – у фіксований пункт. Під час руху обидва приймачі повинні продовжувати безупинно спостерігати як мінімум чотири (переважніше більші числа супутників) супутника. Обмін антенами

завершується поверненням обох приймачів у вихідні пункти. Цей обмін антенами дозволить визначити вектор між двома пунктами з міліметровою точністю для коротких баз. З погляду логіки, якби антени фіксованих приймачів були розміщені у віддаленому місці, як, наприклад, на даху будинку офісу, положення початкового пункту знімань в даній місцевості було б визначене зі статичних знімань.

2.5 Горизонтальне знімання забудованої (незабудованої) території

Розрізняють горизонтальну зйомку забудованих територій, коли виникає необхідність аналітичного визначення великої кількості точок місцевості (кути кварталів, капітальних споруд і т.п.), і зйомку рельєфу (висотну, або вертикальну, зйомку) забудованих територій. Зйомка забудованих територій складається з зйомки проїздів (провулків, вулиць, площ) і внутріквартальної.

До початку зйомки забудованих територій складають проект розвитку знімальної основи. Проект складається на картах найбільш крупного масштабу з урахуванням характеру і щільності забудови.

Зйомка забудованої території виконується з пунктів геодезичних мереж і точок знімальної основи.

Уздовж вулиці, в залежності від умов зйомки і ширини вулиці, прокладають один або два знімальні теодолітні ходи.

Теодолітні ходи прокладені з двох сторін вулиці, зв'язуються поперечними ходами на роздоріжжях вулиць або в середині ходу. В населених пунктах з прямолінійними вулицями замість знімальних ходів можуть бути розмічені створні лінії між пунктами геодезичної основи, закоординованими кутами кварталів або опорних будівель.

Контури на забудованій території знімають з допомогою електронного тахеометра різними способами: лінійних засічок, полярним і прямих кутових засічок. Чим коротші перпендикуляри, тим більша точність зйомки. Перпендикуляри будують з допомогою екера. Після цього виконують обмір

будівлі. Результати всіх вимірювань записують в абрисі. При накладці контурів на план результати обмірів, які записані в абрисі, є контролем правильності зйомки. При зйомці методом лінійних засічок мірна стрічка укладається в створі зйомочної лінії і на ній вибирають точки основ засічки з таким розрахунком, щоб вони разом з визначуваною точкою утворювали рівносторонній трикутник..

Внутріквартирна зйомка, як правило, виконується після закінчення зйомки проїздів.

Перед виконанням внутріквартирної зйомки на планшетах з абрисів накладається знята ситуація проїздів і фасадів. Внутріквартирна зйомка виконується так само, як зйомка проїздів. При наявності перешкод для зйомки в середині кварталів з точок знімальної основи, зйомку можна виконувати з точок висячих теодолітних ходів, які спираються одним кінцем на опорну точку.

Висотна зйомка забудованих територій в рівнинних районах виконується нівелірами або горизонтальним променем теодоліта або кіпрегеля з рівнем на трубі, а в горбистій місцевості – нахиленим променем. Висотна зйомка може виконуватися одночасно з горизонтальною зйомкою, або окремо при наявності планів горизонтальної зйомки. Рисовка рельєфу може виконуватися безпосередньо під час зйомки, а також камерально. На ділянках з щільною забудовою дозволяється не проводити горизонталі, а обмежитись тільки підписами висот точок.

Нанесення контурів і об'єктів місцевості на план слід виконувати в тій послідовності, в якій виконувались роботи під час зйомки (закоординовані точки кутів кварталів і капітальних споруд, проїзди, внутрішня частина кварталів). Внутріквартирна забудова наноситься на план після нанесення забудови проїздів. В останню чергу наносять контури, визначені з висячих ходів.

3. СХЕМИ РОЗВИТКУ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

3.1 Загальні відомості про геодезичну мережу

Геодезичною основою для виконання землевпорядних робіт є:

- державна геодезична мережа
- розрядні геодезичні мережі згущення
- знімальні геодезичні мережі.

Державна геодезична мережа (ДГМ) є головною геодезичною основою і об'єднує в єдине ціле планову і висотну мережі.

Планова геодезична мережа поділяється на:

- астрономо-геодезичну мережу 1-го та 2-го класів
- геодезичні мережі згущення 3-го класу.

Висотна геодезична мережа поділяється на:

- нівелірні мережі I і II класів
- нівелірні мережі III і IV класів.

Державна геодезична мережа створюється відповідно до вимог діючих Основних положень про Державну геодезичну мережу України, інструкцій та інших нормативних документів.

Геодезична мережа – мережа закріплених на земній поверхні чи споруді геодезичних пунктів, планове або висотне положення яких визначене у спільній для них системі планових координат чи висот.

Мережа згущення – геодезична мережа, створена для великомасштабних знімачів. У класифікації геодезичних мереж мережі згущення посідають друге місце після ДГМ та є її подальшим згущенням. Будують методами триангуляції 1 і 2 розряду, полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів, технічного нівелювання. Вимоги до точності і геометричних параметрів нормуються інструкцією з топографічного знімання масштабів 1:5000 – 1:500.

Розрядні геодезичні мережі згущення поділяються на:

- мережі полігонометрії, трилатерації і триангуляції 4-го класу

- мережі полігонометрії, трилатерації і триангуляції 1-го та 2-го розрядів

- мережі технічного та тригонометричного нівелювання.

Для виконання завдань, пов'язаних з проведенням землеустрою та інших робіт на території сільських (селищних) рад, розвивають планову геодезичну мережу згущення першого і другого розрядів. При побудові планових геодезичних мереж встановлюються геодезичні знаки: піраміди, прості та складні сигнали, надбудови на будинках і спорудах, а також спеціальні віхи і мачти.

Пунктів державної геодезичної мережі і геодезичної мережі згущення недостатньо для виконання інженерно-вишукувальних, проектних і розмічувальних робіт для проведення землеустрою.

Тому виникає необхідність у побудові знімальної мережі, пункти якої визначають додатково до точок Державної геодезичної мережі та мереж згущення.

Точки знімальної мережі визначають аналітичними (мікротриангуляція, теодолітні і тахеометричні ходи, засічки) та графічними методами (геометрична мережа, мензульні ходи, графічні кутові засічки).

Знімальну мережу опирають на пункти вищих за точністю побудов.

Точки знімальної мережі закріплюються, в основному, тимчасовими знаками - металевими штирями та трубами, дерев'яними стовпами і кілками; цвяхами, вбитими в пеньки та стовпи тощо.

Середня щільність пунктів Державної геодезичної мережі для створення знімальної геодезичної основи топографічних зніманих повинна бути доведена:

- на територіях, що підлягають зніманні в масштабі 1:5000, до 1-го пункту триангуляції, трилатерації або полігонометрії на 20-30 км² і 1-го репера нівелювання на 10-15 км²

- на територіях, що підлягають зніманню в масштабі 1:2000 і більшому, до 1-го пункту триангуляції, трилатерації або полігонометрії на 5-15 км² і 1-го репера нівелювання на 5-7 км²

- на забудованих територіях міст щільність пунктів Державної геодезичної мережі повинна бути не менше 1-го пункту на 5 км².

Подальше збільшення щільності геодезичної основи великомасштабних знімань досягається побудовою розрядних геодезичних мереж згущення і знімальної основи.

Щільність геодезичної основи повинна бути доведена побудовою геодезичних мереж згущення в містах, селищах: не менше ніж до 4-х пунктів на 1 км² у забудованій частині, та 1-го пункту на 1 км² - на незабудованих територіях.

Щільність геодезичної основи для знімань в масштабі 1:5000 території поза населеним пунктом повинна бути доведена не менше ніж до 1-го пункту на 7-10 км², а для знімань у масштабі 1:2000 – до 1-го пункту на 2 км².

3.2 Розрахунок кількості стадій розвитку геодезичної основи та оптимального коефіцієнта переходу від однієї стадії розвитку геодезичної основи до іншої

Інженерно – геодезичні планові і висотні мережі створюються на території міст, великих промислових, енергетичних, гірничовидобувних та інших підприємствах, і служать геодезичною основою для проектно – пошукових, а також для будівельних робіт.

Вимоги до точності, щільності, стабільності планових інженерно – геодезичних мереж різні. Це обумовлюється різноманітністю задач, які вирішуються в процесі вишукувань, проектуванні, будівництві та експлуатації інженерних споруд. Як правило інженерно – геодезичні мережі проектуються з врахуванням можливості їх подальшого згущення і розвитку для забезпечення основних розмічувальних робіт і топографічної зйомки. Але в залежності від призначення і розмірів споруди, фізико – географічних

умов району робіт сфера використання цих мереж може значно розширюватись. При побудові інженерно – геодезичних мереж використовуються планові геодезичні опорні мережі триангуляції і полігонометрії.

Також для планової основи використовуються полігонометричні мережі. Полігонометрія широко використовується в практиці геодезичних побудов. Основне її призначення – створення і згущення геодезичних мереж, для розв’язання різних спеціальних задач в прикладній геодезії, землевпорядкуванні. Полігонометрія може будуватись у вигляді різних систем. Найбільш загальною є система полігонометричних ходів з вузловими точками. Одиноким випадком може бути полігональна система, або одиночний хід.

Полігонометричні ходи розрізняють також за формою. Їх будують у вигляді окремих ходів і систем ходів, які спираються на вихідні пункти. Ходи можуть бути замкнутими або розімкненими. Замкнутий хід (полігон) – це хід, який опирається на один вихідний пункт з відомими координатами і примикає до вихідних напрямків з відомими дирекційними кутами.

Розімкнутий хід в свою чергу спирається своїми кінцями на вихідні пункти і примикає до вихідних дирекційних кутів сторін триангуляції. Розрізняють ламані і витягнуті ходи полігонометрії.

Максимальну довжину L_y полігонометричного або теодолітного ходу при заданих середній квадратичній похибці M визначення координат вузлової точки і середньої відносної похибці $\frac{1}{T_{cp}}$ ходу можна підрахувати за формулою

$$L_y = MT_{cp} \sqrt{n} \quad (3.1)$$

де n – число ходів, які сходяться у вузловій точці.

Допустиму довжину L_T одиничного полігонометричного або теодолітного ходу, який проходить між двома пунктами вищого класу, можна визначити за формулою

$$L_T = 2\sqrt{2}T_{cp}M \quad (3.2)$$

Для стадії розвитку геодезичної основи шляхом полігонометрії 4 класу і 1 розряду будемо мати: при $T_{cp} = 25000$, $M = 4.05$ см,

$$L_T = 2\sqrt{2} \cdot 25000 \cdot 0.0405 \approx 3000 \text{ м}$$

Якщо ж врахувати похибки вихідних даних, то загальна похибка ходу запишеться так:

$$M^2 = m_x^2 + m_{исх}^2 \quad (3.3)$$

де m_x – загальний вплив похибок в ході;

$m_{исх}$ – похибка вихідних даних.

Прийнявши $m_{исх} = \frac{m_x}{K}$

Під K тут слід розуміти коефіцієнт пониження точності при переході від однієї стадії розвитку основи до іншої.

З врахуванням цього формула прийме вигляд:

$$M = \sqrt{m_x^2 + \frac{m_x^2}{K^2}} = m_x \sqrt{1 + \frac{1}{K^2}} \quad (3.4)$$

або

$$m_x = \frac{MK}{\sqrt{K^2 + 1}} \quad (3.5)$$

Коефіцієнт K слід вибирати з таким розрахунком, щоб похибки вихідних даних мало спотворювали елементи основи, що вирівнюються. Чим більше коефіцієнт K – тем менший вплив похибок вихідних даних.

Якщо поставити умову, щоб вплив похибок вихідних даних був не більше 10% від сумарної похибки вимірювань, тоді можна записати так:

$$M = 1.1m_x$$

$$\text{тоді } 1.1m_x = m_x \sqrt{1 + \frac{1}{K^2}}$$

звідси $K = 2.2$

Сучасний підхід до розрахунку кількості стадій розвитку геодезичної основи базується на принципі раціонального зменшення стадій розвитку основи.

В основу розрахунків необхідно прийняти, що кінцевою стадією розвитку геодезичної основи мають бути теодолітні ходи, відносна точність яких характеризується величиною 1:4000, або $(T_{cp})_k = 4000$. Як вихідну – початкову стадію розвитку геодезичної основи будуть прийняті пункти УПМ ГНСС, для яких $(T_{cp})_k = 3000000$.

Допускається, що основу, яка побудована пунктами УПМ ГНСС необхідно згустити n стадіями розвитку, останньою з яких будуть теодолітні ходи.

Коефіцієнт пониження точності при переході від однієї стадії до іншої задається однаковим.

Тоді для проміжних стадій розвитку можна записати:

$$T_1 = \frac{T_n}{K},$$

$$T_2 = \frac{T_1}{K} = \frac{T_n}{K^2},$$

$$T_3 = \frac{T_2}{K} = \frac{T_n}{K^3}$$

.....

$$T_n = \frac{T_n}{K^n}.$$

звідки

$$K = \sqrt[n]{\frac{T_n}{T_k}} \tag{3.6}$$

Якщо згустити пункти УПМ ГНСС шістьма стадіями, то тоді:

$$T_n = 3000000, T_k = 4000, n = 6,$$

$$K = \sqrt[6]{\frac{3000000}{4000}} = \sqrt[6]{750} \approx 2.5$$

Враховуючи значну зміну точності традиційних спостережень в порівнянні з GPS можна прийняти коефіцієнт пониження точності рівний 3.

Відносна середня точність 1-ої стадії згущення буде

$$T_1 = \frac{3000000}{3} \approx 1000000$$

а гранична буде **1:500000**, що добре узгоджується з точністю мережі 1 класу побудованою за допомогою GPS.

Відносна середня точність другої стадії згущення буде

$$T_2 = \frac{3000000}{9} \approx 340000$$

а гранична буде **1:170000**, що добре узгоджується з точністю мережі 2 класу побудованою за допомогою GPS.

Відносна середня точність третьої стадії згущення буде

$$T_3 = \frac{3000000}{27} \approx 110000$$

а гранична буде **1:55000**, що відповідає точності мережі 3 класу побудованою за допомогою GPS.

Відносна середня точність четвертої стадії згущення буде

$$T_4 = \frac{3000000}{81} \approx 37000$$

а гранична буде **1:20000**, що відповідає точності полігонометрії 4 класу.

Відносна середня точність п'ятої стадії згущення буде

$$T_5 = \frac{3000000}{243} \approx 12500$$

а гранична буде **1:6000**, що відповідає точності полігонометрії 1 розряду.

Відносна середня точність шостої стадії згущення буде

$$T_6 = \frac{3000000}{749} \approx 4100$$

а гранична буде **1:2000**, що відповідає точності теодолітного ходу.

Таким чином схема розвитку геодезичної основи може бути такою:

Пункти УПМ ГНСС (вихідна основа);

Пункти GPS мережі 1 класу;
Пункти GPS мережі 2 класу;
Пункти GPS мережі 3 класу;
Пункти полігонометрії 4 класу;
Пункти полігонометрії 1 розряду;
Теодолітні ходи.

Якщо на ділянці, на якій необхідно провести знімання, немає пунктів геодезичної основи, тоді для розрахунку необхідної точності побудови геодезичної основи на різних стадіях приймається умова, щоб похибка взаємного положення двох точок останньої стадії розвитку, розташованих на відстані 1 км одна від одної, з врахуванням похибок вимірювань в попередніх стадіях, не перевищувала величини M .

Вплив похибок вимірювань в кожній стадії на загальну величину похибки M позначено через m_1, m_2, \dots, m_n , де індекси позначають порядковий номер стадії побудови основи.

Так як, похибки m_1, m_2, \dots, m_n є незалежними, то можна записати:

$$M = \sqrt{\sum_1^n m_i^2}$$

Величину m_i влюбій стадії розвитку можна підрахувати за формулою:

$$m_i = \frac{M \cdot K^{i-1}}{\sqrt{1 + K^2 + K^4 + \dots + K^{2(n-1)}}}, \quad (3.7)$$

де M – загальна сумарна похибка визначення взаємного положення двох точок, які знаходяться на відстані 1 км одна від іншої в останній стадії розвитку;

K – коефіцієнт пониження точності при переході від однієї стадії розвитку до іншої;

i – номер стадії розвитку.

Величина M в плані прийнята 0.2 мм, що при масштабі 1: 500 на місцевості складає 10 см. Як можна побачити з формули (3.7) величина m для даного номера побудови i мало залежить від n – кількості стадій

побудови, а в основному залежить тільки від прийнятого значення коефіцієнту K .

Вище було доведено, що для того, щоб похибки вихідних даних мало впливали на спотворення вимірних елементів коефіцієнт пониження точності при переході від більш високої стадії побудови до більш низької повинен бути не меншим за 2.2.

Коефіцієнт 2.2 приймається для розрахунку значення $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6$:

$$m_1 = \frac{10K^0}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 0.17 \text{ см,}$$

$$m_2 = \frac{10K^1}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 0.38 \text{ см,}$$

$$m_3 = \frac{10K^2}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 0.84 \text{ см,}$$

$$m_4 = \frac{10K^3}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 1.84 \text{ см}$$

$$m_5 = \frac{10K^4}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 4.05 \text{ см}$$

$$m_6 = \frac{10K^5}{\sqrt{1+K^2+K^4+K^6+K^8+K^{10}}} = 8.92 \text{ см}$$

Так як $M = 10$ см прийнята для точок віддалених одна від одної на 1 км, то в відносній мірі при $S = 1$ км буде:

$$\left(\frac{m_1}{S}\right)_{yp} = \frac{0.17}{100000} = \frac{1}{600000}$$

$$\left(\frac{m_2}{S}\right)_{yp} = \frac{0.38}{100000} = \frac{1}{260000}$$

$$\left(\frac{m_3}{S}\right)_{yp} = \frac{0.84}{100000} = \frac{1}{120000}$$

$$\left(\frac{m_4}{S}\right)_{yp} = \frac{1.84}{100000} = \frac{1}{55000}$$

$$\left(\frac{m_5}{S}\right)_{\text{ур}} = \frac{4.05}{100000} = \frac{1}{25000}$$

$$\left(\frac{m_6}{S}\right)_{\text{ур}} = \frac{8.92}{100000} = \frac{1}{11500}$$

Слід зазначити, що відносні точності взаємного положення двох точок в різних стадіях побудови, отримані для вирівняних побудов і не можна їх ототожнювати з допустимими чи середніми відносними похибками в полігонометричних та теодолітних ходах.

Для розрахунку необхідної точності вимірювання кутів та ліній за формулами приведеними нижче, необхідно враховувати, що точка, розташована в середині полігонометричного ходу, після вирівнювання визначається в 2.5 рази точніше ніж кінцева точка (вважаємо хід вільним).

Оскільки критерієм точності ходу є нев'язка в кінцевій точці ходу, то для розрахунку необхідної точності виміру кутів і ліній отримані значення необхідно збільшити в 2.5 рази. Тоді для ходів полігонометрії і теодолітних ходів (4, 5 і 6 стадії) буде:

$$\left(\frac{m_4}{S}\right)_{\text{изм}} = \frac{2.5}{55000} \approx \frac{1}{25000}$$

$$\left(\frac{m_5}{S}\right)_{\text{изм}} = \frac{2.5}{25000} = \frac{1}{10000}$$

$$\left(\frac{m_6}{S}\right)_{\text{изм}} = \frac{2.5}{11500} \approx \frac{1}{5500}$$

Гранично допустимі нев'язки для ходів полігонометрії і теодолітних ходів (4, 5 і 6 стадії) будуть:

$$\left(\frac{f_4}{S}\right)_{\text{пред}} = \frac{1}{12500}$$

$$\left(\frac{f_5}{S}\right)_{\text{пред}} = \frac{1}{5000}$$

$$\left(\frac{f_6}{S}\right)_{\text{пред}} = \frac{1}{2300}$$

Слід відмітити, що дані розрахунку отримані виходячи з наявності тільки одиночних ходів, між пунктами вищого класу.

При наявності ходів з вузловими точками – це підвищує фактичну точність побудови проти розрахункової. Це підвищення слід розглядати як запас точності.

Нижче в таблицях 3.1 і 3.2 приведені розрахункові середні відносні похибки в ходах на різних стадіях побудови при різній кількості стадій.

Табл. 3.1 Відносні точності взаємного положення для різної кількості стадій розвитку геодезичної основи (вирівняні)

Порядковий номер стадії	$\frac{1}{T_{ур}}$				
	Величини				
	Кількість стадій побудови				
	2	3	4	5	6
1	$\frac{1}{24000}$	$\frac{1}{54000}$	$\frac{1}{120000}$	$\frac{1}{263000}$	$\frac{1}{600000}$
2	$\frac{1}{11000}$	$\frac{1}{24500}$	$\frac{1}{55000}$	$\frac{1}{119000}$	$\frac{1}{260000}$
3		$\frac{1}{11100}$	$\frac{1}{25000}$	$\frac{1}{54000}$	$\frac{1}{120000}$
4			$\frac{1}{11500}$	$\frac{1}{24500}$	$\frac{1}{55000}$
5				$\frac{1}{11200}$	$\frac{1}{25000}$
6					$\frac{1}{11500}$

Таблиця 3.2 Відносні точності взаємного положення для різної кількості стадій розвитку геодезичної основи для полігонометрії і теодолітних ходів (середні)

Порядковий номер стадії	Величини $\frac{1}{T_{cp}}$				
	Кількість стадій побудови				
	2	3	4	5	6
1	$\frac{1}{9600}$	$\frac{1}{21600}$			
2	$\frac{1}{4400}$	$\frac{1}{9800}$	$\frac{1}{22000}$		
3		$\frac{1}{4440}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{21600}$	
4			$\frac{1}{4600}$	$\frac{1}{9800}$	$\frac{1}{22000}$
5				$\frac{1}{4480}$	$\frac{1}{10000}$
6					$\frac{1}{4600}$

3.3 Розрахунок точності GPS-мереж

Оцінка точності геодезичної мережі виконується параметричним методом. Сукупність вимірів зв'язана системою з n рівнянь поправок вигляду:

$$Ax - l = v;$$

Де

- v - вектор поправок до вимірних величин,
- A - матриця коефіцієнтів рівнянь поправок до вимірних величин,
- x - вектор поправок до попередніх координат визначаємих пунктів,
- l - вектор вільних членів рівнянь поправок,

- n** - кількість необхідних параметрів,
- m** - кількість вимірних величин.

Рішення системи рівнянь поправок за методом найменших квадратів $F = v^T P v = \min$ приводить до рішення системи нормальних рівнянь $A^T P A x - A^T P l = 0$, де **P** - діагональна матриця ваг вимірювань $P = \{P_1 \ P_2 \ \dots \ P_n\}$. Рішення системи нормальних рівнянь має вигляд

$$x = (A^T P A)^{-1} A^T P l \quad (3.7)$$

Оцінка точності проектів геодезичних мереж виконується на основі кореляційної матриці:

$$K = \mu^2 Q \quad (3.8)$$

$$Q = (A^T P A)^{-1} \quad (3.9)$$

де

Q - обернена матриця системи нормальних рівнянь,

μ - середня квадратична похибка одиниці ваги

3.4 Розрахунок точності теодолітних ходів

Очікувана середня квадратична похибка визначення положення кінцевої точки вільного теодолітного ходу визначається за формулами:

для витягнутих ходів

$$M^2 = \mu^2 \sum s + \lambda^2 (\sum s)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{n+1.5}{3} \left(\sum_1^n s \right)^2; \quad (3.10)$$

для зігнутих ходів

$$M^2 = \mu^2 \sum s + \lambda^2 L^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n+1} D_{i,n+1}^2 \quad (3.11)$$

Для ходів які спираються на сторони з вихідними дирекційними кутами формули будуть відповідно:

$$M^2 = \mu^2 \sum s + \lambda^2 (\sum s)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{n+3}{12} (\sum s)^2 \quad (3.12)$$

$$M^2 = \mu^2 \sum s + \lambda^2 L^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n+1} D_{i,u}^2 \quad (3.13)$$

де μ – коефіцієнт впливу випадкових похибок при вимірюванні лінії;

λ – коефіцієнт впливу систематичних похибок при вимірюванні лінії;

$\sum s$ – довжина полігонометричного ходу;

L – довжина діагоналі, яка з'єднує початкову і кінцеву точки ходу;

m_β – середня квадратична похибка вимірювання кутів;

n – кількість ліній в ході;

$D_{i,n+1}$ – відстань між точкою хода з номером i і кінцевою $(n+1)$ точкою

хода;

$D_{i,u}$ – відстань між точкою хода з номером i і центром тяжіння ходу.

Якщо сторони вимірюються світловіддалемірами, то коефіцієнти μ і λ , віднесені на один метр вимірюваної відстані втрачають зміст. Тоді формули приймуть вигляд:

$$M^2 = \sum m_{s^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{n+3}{12} (\sum s)^2 \quad (3.14)$$

$$M^2 = \sum m_{s^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n+1} D_{i,u}^2 \quad (3.15)$$

де m_s – середня квадратична випадкова похибка вимірювання кожної лінії.

При застосуванні світловіддалемірів похибки вимірювання ліній мають в основному випадковий характер і мало залежать від довжини лінії, тому формули можна написати у вигляді:

$$M^2 = nm_{s^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{n+3}{12} (\sum s)^2 \quad (3.16)$$

$$M^2 = nm_{s^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n+1} D_{i,u}^2 \quad (3.17)$$

Для середньої відносної похибки можна написати:

$$\frac{m_L}{L} = \frac{1}{T_{cp}}$$

Якщо при переході від однієї стадії розвитку основи до іншого коефіцієнт пониження точності більше 2, то нев'язку ходу можна розглядати такою, що обумовлена в основному впливом похибок вимірювань кутів та ліній.

В цьому випадку виходячи з принципу рівного впливу похибок кутових і лінійних вимірювань, можна написати для витягнутого ходу:

$$\frac{m_u}{L} = \frac{1}{T_{cp}\sqrt{2}}; \frac{m_t}{L} = \frac{1}{T_{cp}\sqrt{2}}, \quad (3.18)$$

де m_u – середня квадратична поперечна похибка положення кінцевої точки ходу;

m_t – середня квадратична повздовжна похибка положення кінцевої точки ходу.

Теодолітні ходи прокладають по місцевості, зручній для лінійних вимірювань. Поворотні точки вибирають так, щоб забезпечити зручність установки приладу та добрий огляд для виконання знімання. Теодолітні ходи не повинні перетинати лінії полігонометрії.

Довжини сторін у теодолітних ходах мають бути в таких межах:

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

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

Кутові нев'язки в теодолітних ходах не повинні перевищувати

$$fb = \pm 20'' \sqrt{n}$$

де n - кількість кутів у ході.

Створення планової геодезичної основи методом теодолітних ходів проводиться з дотриманням певних норм і правил.

На території кадастрового кварталу 69:089 було запроектовано чотири пункти визначені GPS-зйомкою (рис 3.3), згущення було виконано 11 теодолітними ходами (табл. 3.4 та рис. 3.2).

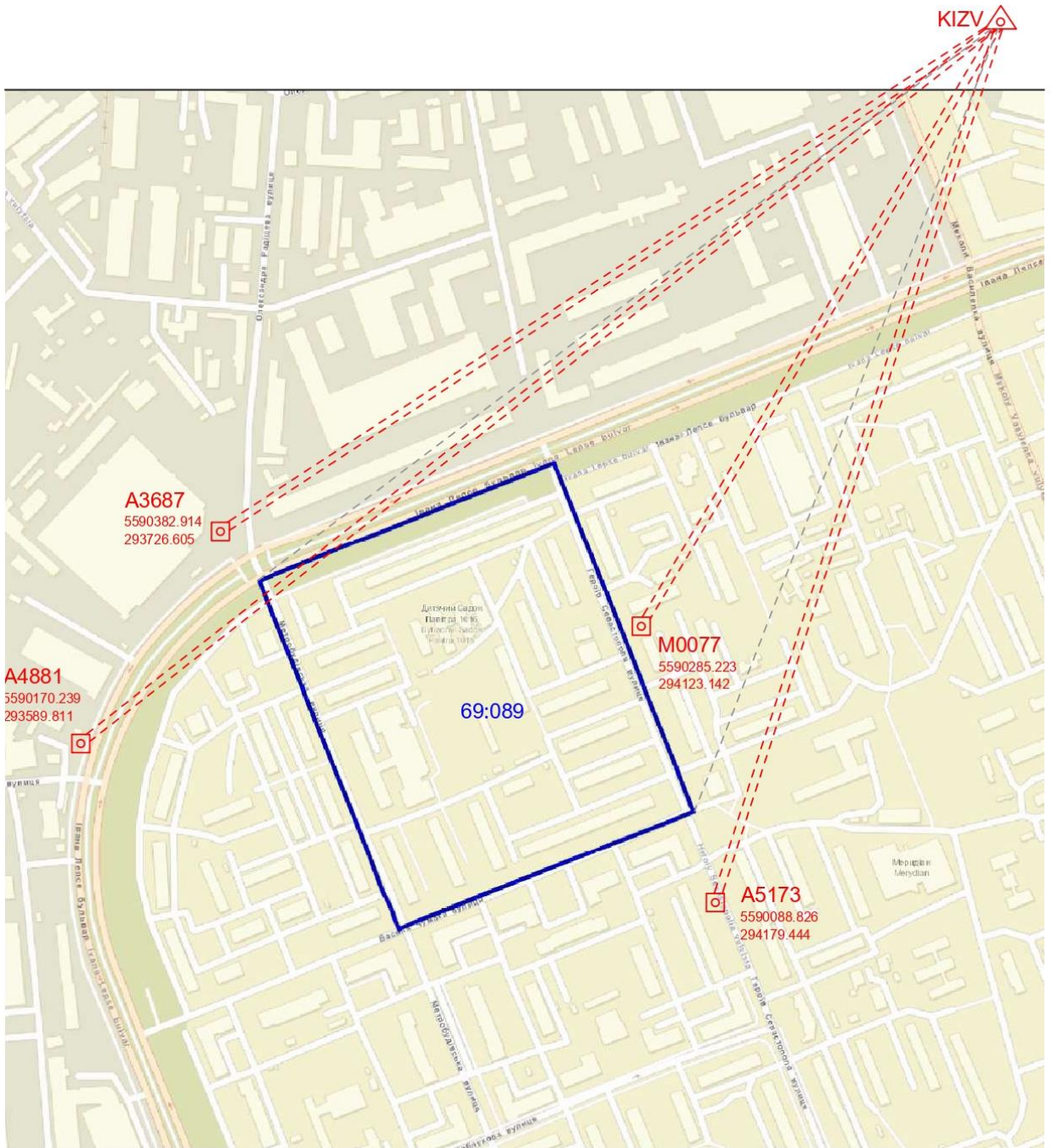
Виконаємо розрахунок абсолютних лінійних помилок та кутових нев'язок запроектованих теодолітних ходів.

Табл. 3.3 Каталог координат вихідних пунктів

Пункт ДГМ	X	Y
№ А3687	5590382,91	293726,605
№ А4881	5590170,24	293589,811
№ А5173	5590088,83	294179,444
№ М0077	5590285,22	294123,142

Табл 3.4 Запроектовані теодолітні ходи

Хід	Точки ходу
1	А3687, х100, х200
2	х2, х 4, х24
3	х2, х5, х8
4	х8, х10, х12, х13, х14
5	х11, х30, х28, х18
6	х14, х15, х17, х18
7	х14, х16, х18
8	М0077, х19, х21
9	М0077, х20, х26, х22
10	х18, х25, х24
11	х21, х23, х200






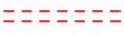

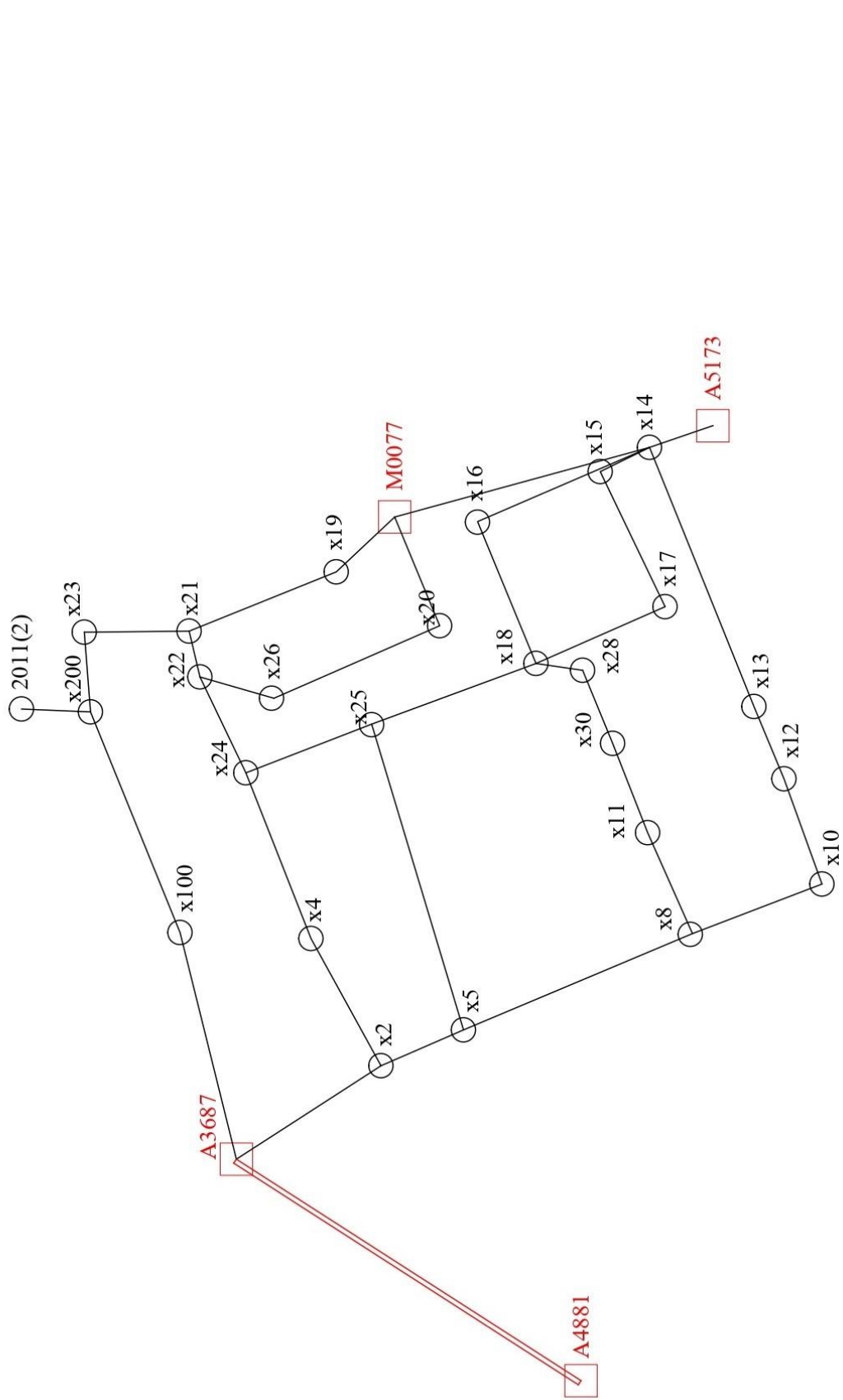
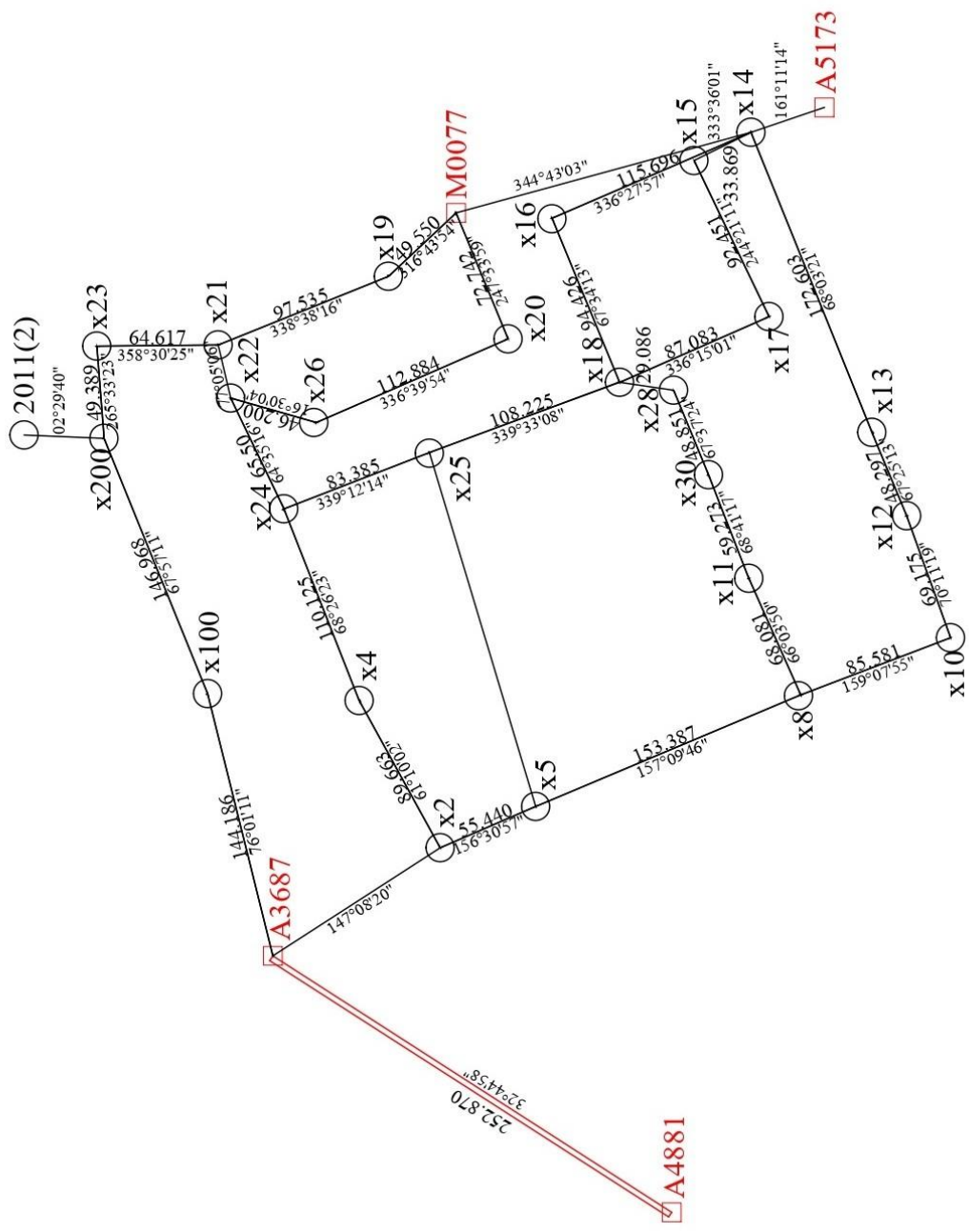
- УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**
- KIZV**  - постійно діюча референцна GNSS станція геодезичної мережі спеціального призначення "KyivPOS";
 - A5173**  - пункти полігонометрії МГМ на яких здійснювався контроль диференційного поля координатних поправок;
 -  - територія проведення зйомочних робіт геопросторових об'єктів методом GNSS-спостережень з використанням технології RTK;
 -  - вектори контролю диференційного поля координатних поправок референцної GNSS станції;
 -  - вектори зйомки геопросторових об'єктів.

Рис.3.1 Схема згущення планової геодезичної основи методом GPS спостережень



Умовні позначення:
 □ - пункти ДІМ
 ○ - точки геодезичних ходів

Рис.3.2 Проект планової мережі згущення



Умовні позначення:
 □ - точки ГНСС спостережень
 ○ - точки теодолітних ходів
 172.603 - виміряні лінії
 68°03'21" - дирекційні кути

Рис.3.3 Схема проекту теодолітних ходів

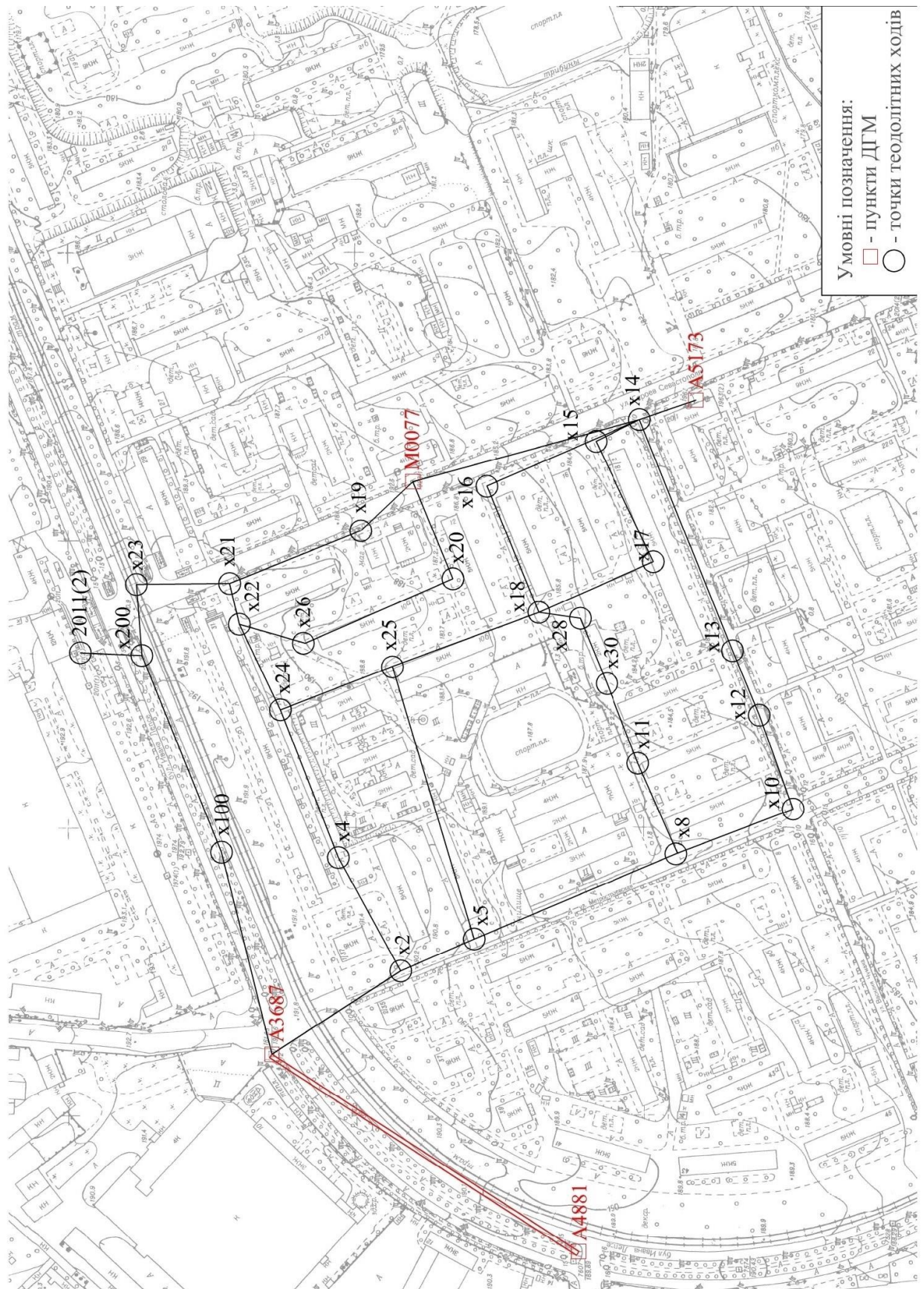


Рис.3.4 Викопіювання з планово-картографічних матеріалів масштабу 1:2000 з об'єктом проведення робіт та запроєктованою геодезичною основою

Табл 3.5 Відомість врівноваження теодолітних ходів

Хід	Пункт	Вимірний кут	Дирекційний кут	Виміряна відстань	Виправлена відстань	X	Y
1	A4881						
			32°44'58"	252,87	252,87		
	A3687	223°16'13"				5590382,914	293726,605
			76°01'11"	144,486	144,174		
	x100	171°56'00"				5590417,745	293866,509
			67°57'11"	146,968	146,956		
	x200	114°32'30"				5590472,907	294002,719
			2°29'40"				
	2011(2)						
2	A3687						
			147°08'20"				
	x2	94°01'40"				5590293,637	293784,275
			61°10'02"	89,663	89,657		
	x4	187°16'20"				5590336,875	293862,817
			68°26'23"	110,125	110,118		
	x24	176°08'50"				5590377,341	293965,23
			64°35'16"				
	x22						
3	A3687						
			147°08'20"				
	x2	189°22'35"				5590293,637	293784,275
			156°30'57"	55,44	55,433		
	x5	180°38'50"				5590242,796	293806,364
			157°09'46"	153,387	153,38		
	x8	88°54'10"				5590101,439	293865,893
			66°03'50"				
	x11						
4	x11						
			246°03'50"				
	x8	93°04'05"				5590101,439	293865,893
			159°07'55"	85,581	85,582		
	x10	91°03'30"				5590021,471	293896,379
			70°11'19"	69,175	69,162		
	x12	177°14'00"				5590044,912	293961,448
			67°25'13"	48,297	48,284		
	x13	180°38'15"				5590063,452	294006,031
			68°03'21"	172,603	172,589		
	x14	273°07'55"				5590127,949	294166,116
			161°11'14"				
	A5173						

5	x8					5590101,439	293865,893
			66°03'50"	68,081	68,075		
	x11	182°37'30"				5590129,059	293928,114
			68°41'17"	59,273	59,267		
	x30	178°56'10"				5590150,599	293983,328
			67°37'24"	48,851	48,845		
	x28	120°34'40"				5590169,194	294028,494
			8°12'03"	29,086	29,088		
	x18	239°22'10"				5590197,984	294032,644
			67°34'13"				
	x16						
6	A5173						
			341°11'14"				
	x14	172°24'45"				5590127,949	294166,116
			333°45'05"	33,869	33,871		
	x15	90°45'05"				5590158,288	294151,056
			244°21'11"	92,451	92,447		
	x17	271°53'45"				5590118,274	294067,717
			336°15'01"	87,083	87,085		
	x18	271°19'10"				5590197,984	294032,644
			67°34'13"				
	x16						
7	A5173						
			341°11'14"				
	x14	175°16'45"				5590127,949	294166,116
			336°27'57"	115,696	115,685		
	x16	91°06'20"				5590234,011	294119,923
			247°34'13"	94,426	94,423		
	x18					5590197,984	294032,644
8	x14						
			344°43'03"				
	M0077	152°00'56"		49,55	49,552	5590285,223	294123,142
			316°43'54"				
	x19	201°54'20"		97,535	97,536	5590321,305	294089,178
			338°38'16"				
	x21	98°26'45"				5590412,139	294053,649
			257°05'05"				
	x22						
9	x14						
			344°43'03"				
	M0077	82°51'05"				5590285,223	294123,142
			247°33'59"	72,742	72,738		
	x20	269°06'05"				5590257,465	294055,909
			336°39'54"	112,884	112,882		

	x26	219°50'20"				5590361,114	294011,196
			16°30'04"	46,2	46,202		
	x22	48°05'20"				5590405,413	294024,318
			244°35'16"				
	x24						
10	x16						
			247°34'13"				
	x18	271°58'55"				5590197,984	294032,644
			339°33'08"	108,225	108,224		
	x25	179°39'05"				5590299,389	293994,835
			339°12'14"	83,385	83,384		
	x24	265°23'00"				5590377,341	293965,23
			64°35'16"				
	x22						
11	x22						
			77°05'05"				
	x21	101°25'25"				5590412,139	294053,649
			358°30'25"	64,617	64,617		
	x23	87°03'00"				5590476,734	294051,966
			265°33'23"	49,389	49,396		
	x200	276°56'20"				5590472,907	294002,719
			2°29'40"				
	2011(2)						

Табл. 3.6 Оцінка точності теодолітних ходів

Хід	Довжина ходу	Кількість кутів у ході	Кількість сторін у ході	F _{факт}	F _{доп}
1	2	3	4	5	6
1	291,155	3	3	- 0°00'05"	0°00'35"
2	199,788	3	3	0°00'06"	0°00'35"
3	208,826	3	3	- 0°00'05"	0°00'35"
4	375,656	5	5	- 0°00'21"	0°00'45"
5	205,291	5	4	- 0°00'07"	0°00'40"
6	213,403	4	4	0°00'14"	0°00'40"
7	210,122	3	2	- 0°00'06"	0°00'28"
8	147,086	3	3	0°00'02"	0°00'35"
9	231,826	4	4	- 0°00'36"	0°00'40"
10	191,609	3	3	0°00'03"	0°00'35"

11	114,006	3	3	- 0°00'10"	0°00'35"			
	Невязки до врівноваження				Невязки по врівноваженим дирекційним кутам			
	Fx	Fy	Fs	[S]/Fs	Fx	Fy	Fs	[S]/Fs
1	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-0,006	-0,026	0,027	10864	0,007	0,023	0,024	12010
2	-0,011	-0,015	0,019	10695	0,006	0,012	0,013	15265
3	0,012	-0,013	0,017	12061	-0,013	0,006	0,014	14881
4	0,017	-0,044	0,047	7967	0,015	0,036	0,039	9671
5	-0,001	-0,023	0,023	8772	0,005	0,017	0,018	11597
6	0,004	0,004	0,006	35437	-0,006	-0,002	0,007	31848
7	-0,01	0,003	0,011	19848	0,008	-0,007	0,011	18814
8	0,001	-0,001	0,002	78672	-0,002	0,001	0,002	71506
9	-0,012	0	0,012	18847	-0,001	-0,005	0,005	47523
10	-0,004	-0,003	0,005	36064	0,001	0	17518	153340
11	-0,006	-0,01	0,012	9671	0	0,007	0,007	17518

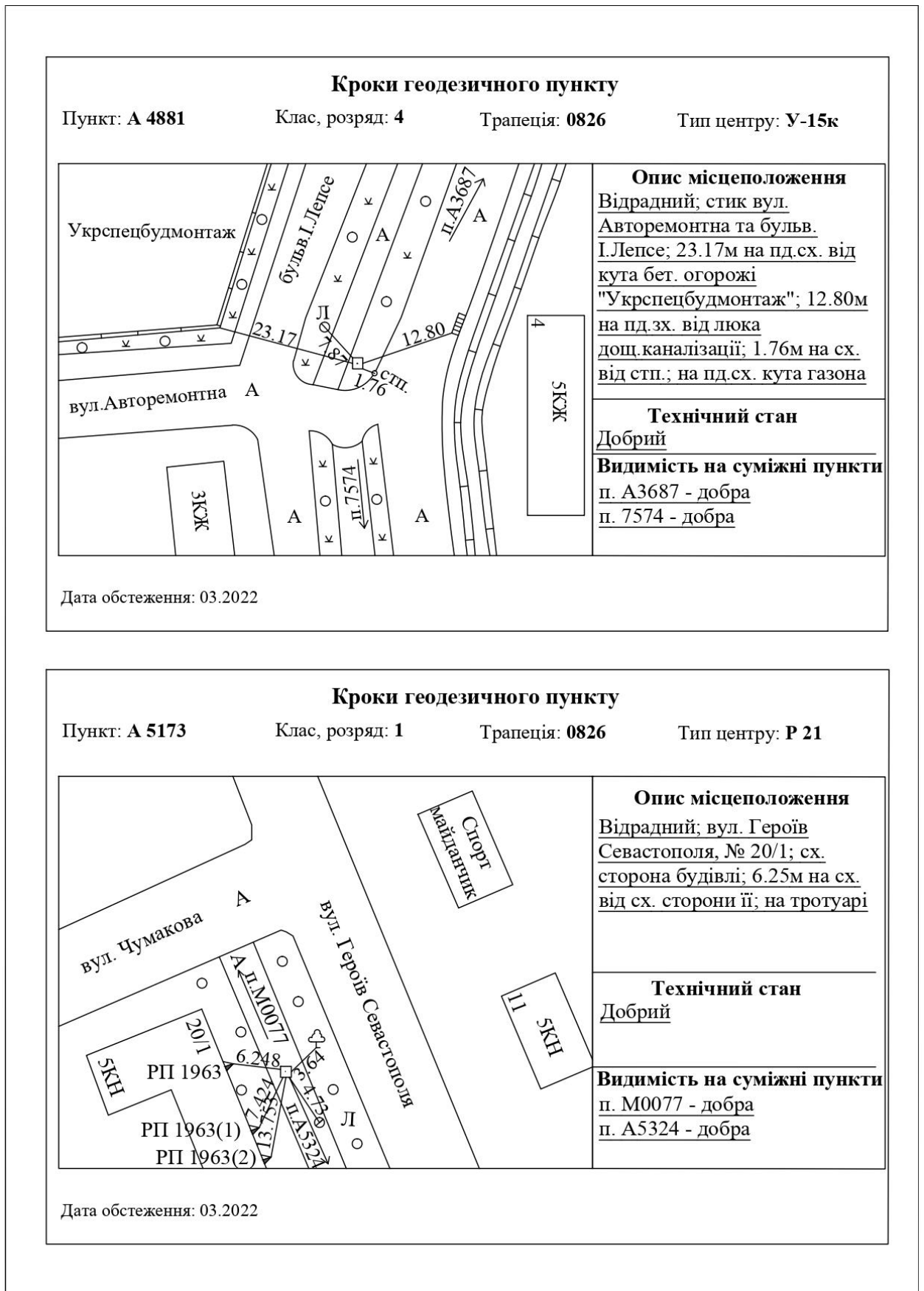


Рис.3.7 Картки обстеження геодезичних пунктів А 4881, А 5173

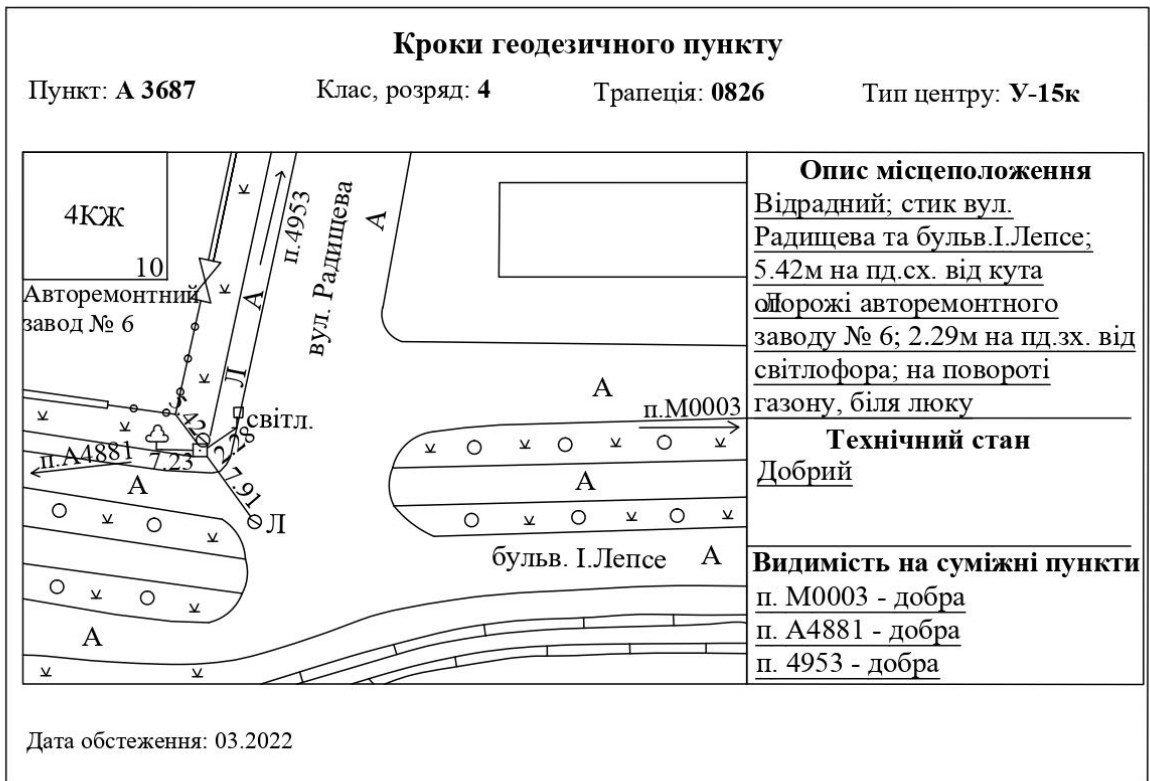


Рис.3.8 Картки обстеження геодезичних пунктів М 0077, А 3687

3.5 Розрахунок точності кутових та лінійних вимірів

Для поперечного зсуву кінцевої точки хода можна написати:

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho} L \sqrt{\frac{n+3}{12}}, \quad (3.19)$$

звідки

$$m_\beta = \frac{m_u}{L} \rho \sqrt{\frac{12}{n+3}},$$

або

$$m_\beta = \frac{1}{T_{cp} \sqrt{2}} \rho \sqrt{\frac{12}{n+3}} \quad (3.20)$$

Так для стадії розвитку геодезичної основи полігонометрією 4 класу буде:

$$T_{cp} = 37000 \text{ і кількість сторін } n = 15$$

звідси

$$m_\beta = \frac{1}{37000 \sqrt{2}} 206264.8062 \sqrt{\frac{12}{18}} = 3.2''$$

Таким чином кути повинні вимірюватись з точністю не гіршою ніж 3.2'', що дозволить використовувати такі тахеометри як – Sokkia SET 300, Sokkia SET 3010, та їм рівноточні.

Тоді для стадії розвитку геодезичної основи полігонометрією 1 розряду можна отримати:

$$T_{cp} = 12500 \text{ і кількості сторін } n = 15$$

звідси

$$m_\beta = \frac{1}{12500 \sqrt{2}} 206264.8062 \sqrt{\frac{12}{18}} = 9.5''$$

Таким чином кути повинні вимірюватись з точністю не гіршою ніж 9.5'', що дозволить використовувати такі тахеометри як – Sokkia SET 500, Sokkia SET 4010, Sokkia SET 600 ,та їм рівноточні.

Розрахунок для теодолітних ходів буде наступним:

$$T_{cp} = 4000 \text{ і кількості сторін } n = 15$$

звідси

$$m_p = \frac{1}{4100\sqrt{2}} 206264.8062 \sqrt{\frac{12}{18}} = 29''$$

Таким чином кути повинні вимірюватись з точністю не гіршою ніж 29'', що дозволить використовувати такі тахеометри як – Sokkia SET 500, Sokkia SET 4010, Sokkia SET 600 ,та їм рівноточні.

При вимірюванні ліній світловіддалемірами можна вважати вплив систематичних похибок зневажливо малим і на результати вимірів впливають лише випадкові похибки.

Нехай лінійні виміри мають тільки випадкові похибки, а систематичні або відсутні або зневажливо малі.

Накопичення випадкових похибок в межах однієї лінії можна виразити формулою:

$$m_s = \mu\sqrt{s}, \quad (3.21)$$

де μ – коефіцієнт впливу випадкових похибок вимірювання;

s – середня довжина лінії, в метрах.

В межах всього ходу, який має n сторін, накопичення випадкових похибок буде

$$m_t = m_s\sqrt{n}, \quad (3.22)$$

або

$$m_t = \mu\sqrt{sn} = \mu\sqrt{L}.$$

Де L – довжина всього ходу.

Допустиму величину m_t представляють через середню відносну точність ходу, тоді

$$m_t = \frac{L}{T_{cp}\sqrt{2}}. \quad (3.23)$$

Відповідно,

$$\frac{L}{T_{cp}\sqrt{2}} = \mu\sqrt{L} \quad (3.24)$$

звідки

$$\mu = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{2T_{cp}}} \quad (3.25)$$

На основі формул (3.23) і (3.25) можна записати

$$m_s = \frac{\sqrt{s}\sqrt{L}}{\sqrt{2T_{cp}}} = \frac{\sqrt{Ls}}{\sqrt{2T_{cp}}} \quad (3.26)$$

$$\frac{m_s}{S} = \frac{1}{\sqrt{2T_{cp}}} \sqrt{\frac{L}{s}}$$

або

$$\frac{m_s}{S} = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{2T_{cp}}} \quad (3.27)$$

Так для 4-ої стадії розвитку приймається:

Кількість сторін $n = 7$, $s = 0.5$ км, $T_{cp} = 37000$

тоді отримується:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{\sqrt{7}}{\sqrt{2 \cdot 37000}} = \frac{1}{20000}$$

або у метричній мірі

$$m_s = \frac{500}{20000} = 0.025 \text{ м}$$

Для 5-ої стадії розвитку приймається:

Кількість сторін $n = 7$, $s = 0.5$ км, $T_{cp} = 37000$

тоді отримується:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{\sqrt{7}}{\sqrt{2 \cdot 12500}} = \frac{1}{6700}$$

або у метричній мірі

$$m_s = \frac{500}{6700} = 0.074 \text{ м}$$

Для 6-ої стадії розвитку приймається:

Кількість сторін $n = 7$, $s = 0.1$ км, $T_{cp} = 4100$

тоді буде:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{\sqrt{7}}{\sqrt{2} \cdot 4100} = \frac{1}{2200}$$

або у метричній мірі

$$m_s = \frac{100}{2200} = 0.045 \text{ м}$$

Таким чином на основі розрахунків можна підібрати відповідні прилади для вимірювання кутів і ліній.

Для 4-ї стадії можна підібрати такі прилади Sokkia SET 300, Sokkia SET 3010, та їм рівноточні з такими параметрами. Точність вимірювання кутів – 2-3”, точність вимірювання ліній – 3мм + 2мм/1км

Для 5-ї і 6-ї стадії можна підібрати такі прилади тахеометри як – Sokkia SET 500, Sokkia SET 4010, Sokkia SET 600 ,та їм рівноточні з такими параметрами. Точність вимірювання кутів – 5-6”, точність вимірювання ліній – 5мм + 3мм/1км.

3.6 Розрахунок максимальної довжини теодолітних ходів на основі вибраних приладів

Враховуючи обрані прилади, а саме вибрану середню квадратичну похибку вимірювання кута і похибку вимірювання лінії, знаючи максимальну допустиму похибку визначення точки, можна розрахувати максимальну довжину ходу.

Очікуюча похибка визначення кінцевої точки вільного ходу (полігонометричного чи теодолітного) визначається за формулою:

$$M^2 = nm_{s^2} + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \cdot \frac{n+3}{12} \left(\sum_1^n s \right)^2 \quad (3.28)$$

Звідси

$$\left(\sum_1^n s \right)^2 = L_b^2 = 12 \frac{M^2 - n \cdot m_s^2}{m_{\beta}^2 \cdot (n+3)} \cdot \rho^2 \quad (3.29)$$

Так, для теодолітних ходів (шоста стадія) при $M = 0.10$ м, $n = 10$, $m_{\beta} = 6''$,
 $m_s = 0.006$ м

$$L_b \approx 3200 \text{ м}$$

Якщо це буде система ходів з вузловою точкою, то при системі з трьома ходами, максимальна довжина ходу буде:

$$L_y = L_b \cdot \sqrt{3} = 3200 \cdot \sqrt{3} \approx 5600 \text{ м}$$

4. ЕКОНОМІКА, ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1 Організація робіт з інвентаризації

Вихідними даними для проведення інвентаризації земель є:

- матеріали з Державного фонду документації із землеустрою та оцінки земель;
- відомості з Державного земельного кадастру в паперовій та електронній (цифровій) формі, у тому числі Поземельної книги; книги записів реєстрації державних актів на право власності на землю та на право постійного користування землею, договорів оренди землі; електронних документів, що містять відомості про результати робіт із землеустрою;
- містобудівна документація, затверджена в установленому законодавством порядку;
- планово-картографічні матеріали: плани масштабом 1:2000, ортофотоплани, тощо;
- відомості з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно;
- копії документів, які посвідчують речові права на земельну ділянку або підтверджують сплату земельного податку.

Під час проведення інвентаризації земель можуть використовуватися матеріали дистанційного зондування землі, лісовпорядкування, проекти створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду, схеми формування екомережі, програми у сфері формування, збереження та використання екомережі.

Підставою для проведення інвентаризації земель є рішення Верховної Ради Автономної Республіки Крим, відповідного органу виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим чи органу місцевого самоврядування щодо виконання відповідних робіт, договори, укладені між юридичними чи фізичними особами (землевласниками і землекористувачами) та розробниками технічної документації (далі - виконавці), судові рішення.

Замовниками технічної документації можуть бути органи державної влади, Рада міністрів Автономної Республіки Крим чи органи місцевого самоврядування, землевласники і землекористувачі.

Виконавцями є:

- юридичні особи, що володіють необхідним технічним і технологічним забезпеченням та у складі яких працює за основним місцем роботи не менше двох сертифікованих інженерів-землевпорядників, які є відповідальними за якість робіт із землеустрою;

- фізичні особи - підприємці, які володіють необхідним технічним і технологічним забезпеченням та є сертифікованими інженерами-землевпорядниками, відповідальними за якість робіт із землеустрою.

Для проведення інвентаризації земель замовник укладає з виконавцем договір про розроблення технічної документації.

Строк складення технічної документації не повинен перевищувати шести місяців з моменту укладення договору.

Топографо-геодезичні роботи виконуються в єдиній державній системі координат з метою визначення або уточнення меж земельних ділянок, обмежень у їх використанні, обтяжень прав на земельні ділянки та угідь, які потребують уточнення або за якими неможливо визначити такі межі під час виконання обстежувальних робіт.

Під час виконання топографо-геодезичних робіт також здійснюється обстеження земельних ділянок щодо наявності та/або відсутності електромереж напругою 0,4 кВ і більше, магістральних трубопроводів та інших об'єктів, навколо яких встановлюється обмежене використання земельних ділянок.

За результатами проведення інвентаризації земель виконавцями розробляється технічна документація відповідно до статті 57 Закону України «Про землеустрій».

Технічна документація погоджується та затверджується в порядку, встановленому статтею 186 Земельного кодексу України.

Виконавці подають копії матеріалів, отриманих за результатами проведення інвентаризації земель, до місцевого фонду документації із землеустрою та оцінки земель в паперовій та електронній (цифровій) формі.

Відомості, отримані за результатами інвентаризації земель, вносяться до Державного земельного кадастру відповідно до Порядку ведення Державного земельного кадастру, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051 [19].

4.2 Кошторис на виконання робіт

Кошторис – це документ, в якому представлені усі необхідні витрати на виконання польових і камеральних робіт, організацію і обслуговування виробництва на даному об'єкті. Як базу для складання кошторисів на виконання топографо-геодезичних робіт використовують «Збірку цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва» за 1982 р. Для переходу від цін 1982 р. по даний час застосовується коефіцієнти переходу, які встановлюються відповідними міністерствами на основі чинних постанов Верховної Ради та уряду України.

Назва робіт, їх характеристики і одиниці виміру із «Збірника цін» згідно з технологічною схемою робіт. Категорії складності встановлюються відповідно до фізико-географічних характеристик об'єкту, а також умов, при яких виконуються роботи. Із збірника цін вибирають ціну, вказують номер таблиць і параграфів, згідно з яким встановлені ціни.

До цін можуть застосовуватися понижувальні або підвищувальні коефіцієнти K_1, K_2, \dots, K_n . Усі коефіцієнти повинні бути обґрунтовані відповідним документом, назва якого записується поруч з коефіцієнтом.

Підвищувальними можуть бути коефіцієнти за виконання робіт в найсприятливіший період року.

Понижувальними може бути коефіцієнт при виконанні неповного обсягу робіт, передбаченого «Збірником цін».

Табл 4.1 - Кошторис

Найменування робіт	Обґрунтування	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
Теодолітні ходи, 2 кат. скл.	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 1, табл. 19, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя СССР от 01.03.1990 №23	км	2,4	11,02	26,45
Теодолітні ходи, 2 кат. скл. камеральні роботи	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 1, табл. 18, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя СССР от 01.03.1990 №23	км	2,4	2,16	5,18
Рекогносцирування пунктів полігонометрії 4 класу зі сторонами 250-2000 м	ЗУКР на ТГКР 0114	пункт	2	30,88	61,76
Рекогносцирування пунктів полігонометрії 1 і 2 розрядів	ЗУКР на ТГКР 0118	пункт	2	26,82	53,64
Рекогносцирування пунктів полігонометрії, які визначаються медотом GPS-спостережень (4 класу)	ЗУКР на ТГКР 0130	пункт	2	53,54	107,08
Рекогносцирування пунктів полігонометрії, які визначаються медотом GPS-спостережень (1 розряду)	ЗУКР на ТГКР 0132	пункт	2	27,76	55,52
Розшук та обстеження пунктів ДГМ	ЗУКР на ТГКР 0138	пункт	4	65,13	260,52
Виготовлення центрів типу У15 для пунктів теодолітних ходів	ЗУКР на ТГКР 01112	центр	26	92,92	2415,92
Тахеометрична зйомка масштабу 1:1000, IV кат. скл.	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 3, табл. 31, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя	га	12,1	16,98	205,46

	СССР от 01.03.1990 №22				
Камеральна обробка і креслення тахеометричної зйомки масштабу 1:1000, IV кат. скл.	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 3, табл. 31, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя СССР от 01.03.1990 №22	га	12,1	1,15	13,92
Складання програми виконання вишукувань	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 4, табл. 86, \$2, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя СССР от 01.03.1990 №22	програма	1	183	183
Складання технічного звіту	СЦ, 1982 г., Ч.1.,Гл. 4, табл. 86, \$2, Дополнение к табл. 86 Пост. Госстроя СССР от 01.03.1990 №22	звіт	1	230	230
Всього по поз. 1-10	K=1.32, K=1.5, K=39,66	3205,45		251713,73	251713,73
Всього по поз. 11-12		413		32431,57	32431,57
Всього за розрахунком					284145,3
Витрати на внутрішній транспорт 9%					25573,0
Організаційно-ліквідаційні роботи 6%					17048,7
Всього за розрахунком					326767,00
ПДВ 20%		грн			65353,4
Всього за розрахунком		грн			326767,00

Підвищувальний коефіцієнт 1.32 виходить з «Дополнения к сборнику цен на изыскательские работы для капитального строительства, Утверждены и введены в действие Постановлением Госстроя СССР от 1 марта 1990 г. № 22» з таблиці 3.

Коефіцієнт 1,5 та 39,66 з додатку 7 до «Настанови з визначення вартості проектних, науковопроектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво»[15].

4.3 Техніка безпеки

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Як видно з визначення, охорона праці являє собою систему (сукупність) державних законодавчих актів, а також певний комплекс різних заходів та засобів, що спрямовані на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності працюючих при виконанні ними технологічних операцій трудового процесу в умовах виробництва.

Законодавчими актами, що визначають основні положення з охорони праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти, які приймаються або затверджуються іншими державними органами і Кабінетом Міністрів України, Державним комітетом України по нагляду за охороною праці, Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством енергетики України та іншими відомствами.

Загальними законами України, що визначають основні положення з охорони праці, є Конституція України, Кодекс законів про працю України та Закон України «Про охорону праці».

Всі роботи повинні виконуватися з дотриманням чинного законодавства про охорону навколишнього середовища. Неприятливі наслідки дії на навколишнє середовище при проведенні топографо-геодезичних робіт повинні усуватися організаціями, які виконують ці роботи.

Кожний працюючий, який виявив небезпеку для людей, будівель та майна, зобов'язаний прийняти невідкладні міри для її усунення і негайно повідомляти про це свого безпосереднього керівника. Керівник робіт зобов'язаний прийняти міри по усуненню небезпеки, при неможливості усунення - припинити роботи, вивести працівників в небезпечне місце і попередити старшого за посадою.

Забороняється виконання польових топографо-геодезичних робіт в необжитій місцевості по одинці або малими групами менше трьох чоловік.

При виконанні робіт групою працівників у складі 2-х і більше чоловік один із них повинен бути назначений старшим, відповідальним за небезпечне проведення робіт, вказівки якого для всіх членів групи являються обов'язковими.

Кожен виконавець робіт несе відповідальність за порушення норм і правил по охороні праці у відповідності з чинним законодавством. Керівники організацій та інші посадові особи винні в порушенні Закону України «Про охорону праці» несуть відповідальність незалежно від того, привело чи не привело це порушення до аварії або нещасного випадку. В залежності від ваги допущених порушень та їх наслідків вони притягуються до дисциплінарної, адміністративної та кримінальної відповідальності.

До виконання топографо-геодезичних робіт допускаються особи, які пройшли навчання по охороні праці та інструктаж на робочому місці по видам робіт, які необхідно виконувати. Всі працівники забезпечуються спецодягом і іншими засобами індивідуального захисту.

Вимоги безпеки при виконанні польових топографо-геодезичних робіт (закладка центрів полігонометрії і реперів)

При роботі в населених пунктах в густонаселених районах, на територіях промислових об'єктів і будівельних майданчиках потрібно стежити щоб бурова свердловина не попала на мережу підземних інженерних комунікацій і не була пробурена на недоступно близькій від них відстані. Якщо немає точних відомостей про місцезнаходження трас підземних інженерних комунікацій, то в цьому місці бурити забороняється. Земельні роботи в цьому випадку необхідно проводити вручну з виконанням необхідних мір обережності.

У випадку, коли при виконанні земельних робіт виявиться присутність шкідливих газів або вибухонебезпечних речовин, роботу необхідно негайно припинити, працівників вивести із небезпечної зони і негайно повідомити свого керівника і місцеві органи влади.

Ділянки виконання земельних робіт на міських вулицях і шляхах, а при необхідності й в інших місцях, де проходить рух людей і транспорту, повинні мати захисну огорожу, на якій необхідно установити попереджувальні надписи і знаки, а в нічний час чи в тумані — сигнальне освітлення.

Закладка центрів полігонометрії і реперів в ґрунт повинна виконуватися після ретельної рекогностировки, що передбачає їх розташування в найбільш безпечних місцях.

Робота із світлодалекомірами і електронними тахеометрами

Для попередження несприятливої дії електромагнітних полів на працюючих необхідно дотримуватись мір захисту і профілактики в відповідності з діючими нормативними актами, які визначають санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів високих, ультрависоких і надвисоких частот.

Забороняється допускати в зони випромінювання ВЧ, УВЧ і СВЧ осіб, не пов'язаних з їх обслуговуванням. Вплив електромагнітних полів визначеної інтенсивності на організм людини може привести до виникнення функціонального розладнання її нервової системи.

При роботі на випромінюванні випромінюючий пристрій (приймач-передавач) повинен бути орієнтований так, щоб потік енергії був направлений в зону вільну від людей.

При роботі з світлодалекомірами різних типів в польових умовах для запобігання опромінюючої дії високої частоти та інших факторів, що травмують, працівникам забороняється:

- торкатися руками неізольованих проводів;
- знімати і піднімати кришки приборів;
- визначати величину генерованої потужності по тепловому ефекту на руку;
- виконувати яке-небудь ремонтування (замінювати лампи, окремі вузли і деталі);

- працювати з відкритими боковими стінками приборів, а також при відсутності заземлення установки апаратури під мережами електропередачі;

- працювати на зіпсованій апаратурі, а також користуватися зіпсованими захисними засобами.

Слід обережно працювати в сиру погоду і надійно оберігати від попадання вологи в електричні вузли і блоки прибори. Якщо прибор відсирів, категорично забороняється протирати вузли і деталі ганчіркою, його необхідно просушити.

Робота на автомагістралях і автомобільних шляхах

До виконання робіт на автошляхах дозволяється приступати після повного благоустрою місця роботи всіма необхідними тимчасовими дорожніми знаками і огорожами. Місце виконання робіт при необхідності слід огородити штахетним бар'єром установленого зразку, щільним дерев'яними щитами і дорожньо-сигнальними транспортними знаками.

При виконанні топографо-геодезичних робіт на полотні автошляху на працівника бригад повинні бути одягнені сигнальні оранжеві жилети.

При пересуванні з інструментом з одного місця роботи на інше дозволяється при відсутності тротуару йти по проїзній частині вулиці або автошляху на зустріч руху транспорту. При пересіченні проїзної частини вулиці працівники повинні переконатися в повній безпечності переходу.

Автомобільний шлях поза населеним пунктом слід переходити тільки на ділянках, де вони добре проглядаються в обидві сторони.

Особливої обережності слід дотримуватись при обході транспортних засобів та інших перешкод, обмежуючих огляд проїзної частини. Таку ж обережність необхідно виконувати при обході огорож, поставлених на проїзній частині на час ремонтних робіт і при виході за-за автомобілів, які стоять біля тротуару чи на узбіччі.

При виконанні робіт на проїзній частині шляху керівник бригади повинен виставити працівників-регулювальників за 50-100м по обидві

сторони від місця роботи і забезпечити їх знаками обмеження швидкості та ін.

При роботі на автошляхах необхідно по можливості скоротити час перебування працюючих на проїзній частині шляху.

Під час виконання робіт на проїзній частині шляху забороняється:

- залишати на автошляхах без нагляду геодезичні інструменти і обладнання;
- використовувати замість вішок сторонні предмети, створювати цим аварійну обстановку;
- виконувати роботи на автошляхах в туман, хуртовину, грозу, при ожеледиці;
- під час перерв в роботі знаходитись на проїзній частині шляхів усіх категорій.

Знімальні планово-висотні геодезичні мережі повинні розвиватися, як правло, методами аналітичних побудов і кутових засічок.

При прокладанні теодолітних ходів проміри ліній на автошляху слід вести по бровці. Промір ліній (чи виконання інших топографо-геодезичних робіт) по осі шляхового покриття (чи проїзної частини шляху) дозволяється виконувати тільки в випадку значного руйнування узбіччя або при виконанні спеціальних робіт, про що вказується в проекті виконання робіт, узгодженим з поліцією і шляховими службами.

При виконанні промірів сторін планово-висотної основи стрічкою або рулеткою повинні виключатися випадки заносу стрічки чи рулетки на проїзну частину шляху.

ВИСНОВОК

Сучасний стан державної геодезичної мережі та розрядних геодезичних мереж на території м. Києва дозволяє створювати карти, без порушення нормативних документів, лише масштабу 1:50000 та дрібніших масштабів. Запропонованою методикою оцінки можливості створення топографічних карт і планів визначено, що створення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000 і топографічних планів масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 можливе лише на окремі ділянки території м. Києва. Тому для забезпечення топографічних і кадастрових знімачь, а також проведення різного роду інженерних вишукувань, без порушення нормативних документів, необхідно здійснити реконструкцію державної геодезичної мережі, оновлення розрядних геодезичних мереж території та побудову нових розрядних геодезичних мереж на всі населенні пункти. Ці роботи повинні здійснюватися сучасними методами із застосуванням GPS-технологій та поєднанням GPS-технологій з електронною тахеометрією.

Вирішення проблем картографо-геодезичного забезпечення земельно-кадастрових робіт повинно, на мій погляд, здійснюватися у наступних напрямках:

- реконструкція ДГМ і розрядних геодезичних мереж повинно здійснюватися із застосуванням GPS-технологій.
- поступовий перехід України до Світової геодезичної системи координат WGS-84 забезпечить застосування на території України єдиної системи координат;
- застосування GPS-технологій, ГІС-технологій, дистанційного зондування Землі дозволяє автоматизувати процес створення топографічних карт і планів, а також проведення кадастрових знімачь і скоротити терміни в кілька разів порівняно з традиційними методами;
- застосування ГІС-технологій та створення цифрових карт і планів місцевості з перетворенням їх у будь-який час в образно-знакові моделі, надає можливість здійснювати всі ці процеси в єдиній системі координат.

В дипломній роботі було виконано послідовне відтворення усіх топографо-геодезичних робіт при інвентаризації земель забудованих територій на прикладі кадастрового кварталу 69:089 у Солом'янському районі м. Києва.

Було зроблено:

1. Опис створеної вихідної планової основи у вигляді мережі GPS-спостережень.
2. Запроектовано окремі теодолітні ходи у кількості 11 штук.
3. Наведено розрахунок та оцінку точності теодолітних ходів.
4. Розраховано точність лінійних та кутових вимірів.
5. Виконано розрахунок максимальної довжини теодолітного ходу.
6. Розрахована вартість робіт. Кошторис складає 326767,00.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баршай С.Е., Нестеренок В.Ф., Хренов Л.С. Инженерная геодезия. - Минск: Высшая школа, 1976. - 400 с.
2. Бовшин Н.А., Зубинский В.И., Остац О.М. Совместное уравнивание общегосударственных опорных геодезических сетей // Геодезия и картография, 1995, № 8, с.6-17.
3. Булгаков Н.П., Рывкина Е.М., Федотов Г.А. Прикладная геодезия. - М: Недра, 1990. - 416с
4. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика / Гофманн - Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. / Пер. з англ. під ред. Яцківа Я.С.- Київ: Наук. думка, 1995.
5. ГЛОНАСС. Информационный бюллетень № 1, 1996, М.: Координационный научно-информационный центр.- 23 с.
6. Гора І.М., Порицький Г.О., Рафальська Л.П. Геодезія. - К.: ВО УФЦ - БФ "Візаві", 2000. - 274 с.
7. ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва», затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 05.02.2008 р. № 56.
8. Державна геодезична мережа України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dgm.gki.com.ua/>
9. ДСТУ Б Д.1.1-7:2013 «Правила визначення вартості проектно-вишуквальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво» 2013 зі змінами №3, затвердженими наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 24.09.2018 № 334
10. Дубов С.Д., Поляков А.Н. Геодезия. - М: Агропромиздат, 1988. - 238 с.
11. Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи, затверджений Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 19.02.2003 № 29/м.

12. Земельні відносини в Україні: Законодавчі акти і нормативні документи / Держкомзем України. – К.: Урожай, 1998. – 816с.

13. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 року № 56

14. Керівний технічний матеріал з інвентаризації земель населених пунктів ГКНТА-3.01.05.-93. Наказ № 6 від 0 2.02.93р. по Укргеодезкартографії.

15. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості проектних, науковопроектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво», затверджені Наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 № 281.

16. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. - М: Недра, 1980. – 616с.

17. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ. Справочное пособие. - М.: Картгеоцентр - Геоиздат, 1996.

18. НПАОП 74.2-1.01-89 «Правила з техніки безпеки на топографо-геодезичних роботах». Затверджено Колегією Головного управління геодезії і картографії при Раді міністрів СРСР 09.02.1989 №2/21.

19. Порядок ведення Державного земельного кадастру, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051.

20. Порядок проведення інвентаризації земель, Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019р. №476.

21. Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства, утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 16 июля 1981 г. № 121.