

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет землевпорядкування та туризму
Кафедра геодезії і геоінформатики

Кваліфікаційна (дипломна) робота

освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКЛАДАННЯ
ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ»**

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконав: студент групи ЗВ-41

Мелих Віталій Іванович

Науковий керівник: к.е.н., доцент

Станько С.В.

Львів 2024

Реферат

Геодезичне забезпечення складання топографічного плану забудованої території Мелих В.І. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії і геоінформатики. – Львівський національний університет природокористування, 2024.

48 с. текстової частини, 5 таблиць, 1 рисуноків, 26 літературних джерел, презентація.

У кваліфікаційній роботі розглянуто методику складання топографічного плану масштабу 1:500 для забудованих територій з використанням сучасних геодезичних засобів і програмного забезпечення. Робота охоплює всі етапи зйомки — від планування до виконання на місці і подальшої обробки даних. Особливий акцент зроблено на використанні електронних тахеометрів та спеціалізованого програмного забезпечення для досягнення високої точності та ефективності процесу. У роботі підкреслено значення сучасних геодезичних методів для знімання великомасштабних об'єктів у міських умовах та розробки топографічних планів, включаючи аналіз технологій та програмного забезпечення.

Ключові слова: планово-висотна геодезична мережа, теодолітний хід, пікети, координати, знімальні роботи, топографічний план.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ ВЕЛИКИХ МАСШТАБІВ	6
2 ТЕХНОЛОГІЯ ЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ СТВОРЕННІ ВЕЛИКОМАСШТАБНОЇ ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ	11
2.1 Рекогностування геодезичних мереж та закладання центрів	11
2.2 Методика прокладання полігонометричного ходу	13
2.3 Вимоги до виконання і точності топографічних зйомок	17
3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ В МІСЬКИХ УМОВАХ	21
3.1 Вихідні матеріали та характеристика об'єкта проектування	21
3.2 Обробка результатів геодезичного знімання в середовищі AutoCAD Civil 3D 2014	28
4 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	38
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
ВИСНОВКИ	45
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	47

ВСТУП

Попит на крупномасштабні карти та відповідно крупномасштабні топографічні зйомки для розвитку виробничих комплексів, освоєння родовищ, будівництва, реконструкції об'єктів, меліорації та землеустрою постійно зростає. Це потребує сучасних нормативно-технічних актів для забезпечення високоякісних зйомочних матеріалів.

Топографічні плани можуть бути графічними або цифровими моделями місцевості, створеними за допомогою комп'ютерів. Використовуються топографо-геодезичні дані та цифрові перетворення картографічних зображень. На планах відображаються всі об'єкти місцевості, елементи рельєфу викреслені в умовних знаках. Для спеціалізованих завдань створюються особливі топографічні плани з урахуванням відомчих інструкцій, узгоджених з державним геодезичним наглядом.

Мета кваліфікаційної роботи - продемонструвати важливість сучасних геодезичних засобів для великомасштабних зйомок у міських умовах та створити топографічний план міського району на основі геодезичної зйомки. Завдання включають: створення топографічного плану міської ділянки, розробку технології проектування планово-висотної геодезичної мережі та виконання комплексу робіт зі складання топографічного плану з використанням сучасних методів.

Актуальність роботи полягає у створенні сучасних топографічних планів забудованих районів із застосуванням електронних геодезичних приладів та програмного забезпечення. Об'єкт роботи - засоби та технології проектування планово-висотної геодезичної мережі та комплекс робіт для створення топографічного плану забудованої території, а предметом є ділянка місцевості в місті Сокиряни.

1 ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ ВЕЛИКИХ МАСШТАБІВ

Крупномасштабні топографічні зйомки необхідні для інженерних вишукувань, що включають збір інформації про рельєф, будівлі та інші елементи планування. Вони використовуються для аналізу природних і техногенних умов, проектування, будівництва, експлуатації та ліквідації об'єктів, створення кадастрів та управління нерухомістю. Вишукування відповідають законодавству та нормативам, таким як СНіП 11-02-96 та закон про геодезію і картографію.

Під час вишукувань проводяться геодезичні, топографічні, аерофотознімальні, стереофотограмметричні, інженерно-гідрографічні, трасувальні роботи, спостереження, кадастрові та інші дослідження. Результатом є розвиток геодезичних мереж, оновлення планів, створення геоінформаційних систем, тематичних карт та матеріалів для проектів будівництва та інженерних досліджень. Також формуються фонди матеріалів та ведеться управління нерухомістю.

Органи архітектури та містобудування виконавчої влади України або місцевого самоврядування (якщо їм це делеговано) здійснюють формування, використання та розпорядження державними територіальними фондами матеріалів інженерних вишукувань. Для комплексних інженерних вишукувань використовується Держбуд України. Інженерно-геодезичні вишукування для будівництва можуть проводитися як самостійно, так і в поєднанні з іншими видами інженерних досліджень, такими як інженерно-геологічні, інженерно-гідрометеорологічні та інженерно-екологічні. Реєстрація виконання таких вишукувань та геодезичних робіт проводиться відповідними органами архітектури та містобудування виконавчої влади або місцевого самоврядування. Замовники визначають межі та площі ділянок робіт, враховуючи вимоги технічного завдання та необхідність інших видів досліджень. Проведення інженерно-геодезичних вишукувань має відповідати нормативам безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

Топографічні плани масштабу 1:5000 призначені для [10]:

- розробки генеральних планів та будівництва великих та середніх міст;
- проектування промислових районів площею понад 1000 гектарів;
- створення проектів складних транспортних розв'язків;
- розробки схем розміщення житлових і промислових районів;
- планування приміських зон;
- технічного проектування промислових підприємств;
- узагальнених генеральних планів морських портів;
- попередньої та детальної розвідки корисних копалин;
- генеральних маркшейдерських планів нафтогазових родовищ;
- земельного кадастру і землеустрою в складних умовах місцевості;
- технічних проектів зрошення і водопостачання;
- проектів осушення і меліорації;
- камерального трасування автомобільних доріг у складних умовах;
- проектування трас повітряних ліній електропередач;
- проектування і будівництва гідровузлів на малих річках;
- визначення проектного контуру водосховищ;
- проектування залізниць і автомобільних доріг у гірських та рівнинних районах;
- проектування і будівництва магістральних каналів.




Ці плани мають широке застосування у містобудуванні, промислового та сільськогосподарському проектуванні, а також у геологорозвідувальних роботах. Вони є основою для створення планів і карт менших масштабів, таких як плани масштабу 1:2000, які використовуються для розробки генеральних планів малих міст, селищ і сіл, проектів детального планування та забудови, складних транспортних розв'язків у містах, технічних проектів промислових підприємств, детальних розвідок родовищ і корисних копалин, та багато інших.

Топографічні плани масштабу 1:1000 використовуються для:

- Створення технічних проектів і креслень для будівництва на незабудованих або одноповерхових територіях.

- Вирішення питань вертикального планування і проектів озеленення.
- Розробки планів існуючих підземних мереж і споруд, прив'язки будівель до ділянок будівництва.
- Створення креслень бетонних гребель, ГЕС, камершлюзів та інших споруд.
- Розробки проектів перебудови існуючих та нових залізничних станцій і вузлів.
- Детальних розвідок і підрахунку запасів корисних копалин.
- Складних інженерних досліджень.
- Проектування напірних трубопроводів та гідротехнічних споруд на великих площах.
- Розробки креслень для гірничодобувних і збагачувальних підприємств.
- Геологічного обслуговування гірничих підприємств.

Топографічні плани масштабу 1:500 призначені для:

-  Створення генерального плану ділянки будівництва і креслень багатоповерхової забудови.
-  Вирішення питань вертикального планування та створення планів підземних мереж і споруд.
-  Складання креслень для напірних трубопроводів, ГЕС, порталів тунелів та інших споруд.




Необхідність зйомки в масштабі 1:500 має бути підтверджена інженерними розрахунками. Плани масштабів 1:1000 та 1:500 є основними для врахування підземних комунікацій і повинні чітко відображати їхнє точне планове та висотне розташування з урахуванням основних технічних параметрів. Масштаби топографічних знімків залежать від призначення планів. Топографічне знімання населених пунктів зазвичай виконується у двох масштабах: 1:500 і 1:2000 для місць з багатоповерховою забудовою або великими містами (тип I); 1:1000 і 1:5000 для територій з одноповерховою забудовою або незабудованих місць (тип II). Зйомки у масштабі 1:5000 - 1:500

можуть проводитися і в інших випадках, якщо це належним чином обґрунтовано [10].

Топографо-геодезичні роботи виконуються на основі технічного завдання або програми робіт. Ці документи визначаються галузевими вимогами. Програма робіт складається для невеликих обсягів або простих рішень, включаючи опис завдання, обсяг робіт, вихідні дані та кошторис. Технічний проект визначає зміст, обсяги, вартість та технічні умови виконання робіт. Він містить повний комплекс для створення планів, що відповідають технологічним вимогам.

Проектування враховує масштаб зйомки, характеристики рельєфу та потреби інженерних робіт. Згідно з нормативами, текстова частина проекту включає ціль, фізико-географічний опис, забезпеченість району, обґрунтування масштабу, організацію та строки виконання робіт та безпеку. У графічній частині представлені схеми та картограми, а у кошторисній – розрахунок витрат. Проект базується на попередніх роботах та може включати польове обстеження.

Перед початком основних робіт, визначених технічним проектом, необхідно зібрати та оцінити топографо-геодезичні дані. Це допомагає визначити рівень дослідження об'єкту, виявити роботи, які можуть бути використані, та ті, які не можуть. Результати збору та аналізу цих матеріалів включають:

-  Пояснювальну записку;
-  Список геодезичних пунктів з додатком уточнених схем дослідження;
-  Зведену карту виконаних топографічних робіт з описом їх використання у подальших проектах.

Необхідні дані про попередні роботи повинні бути отримані від територіальних інспекцій державного геодезичного нагляду та управлінь (відділів) у справах будівництва і архітектури.

Згідно з "Інструкцією про топографічні знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500" (затвердженою в 1998 р.), топографо-геодезичні роботи

проводяться після затвердження технічного проекту та узгодження його з відповідними організаціями.

Проектування геодезичних мереж має враховувати вимоги цієї Інструкції та спеціальні вимоги до геодезичних мереж на основі:

- Аналізу попередніх робіт;
- Вивчення району за допомогою наявних карт та літературних джерел;
- Врахування матеріалів попереднього обстеження району;
- Вибір оптимального варіанту побудови мереж з урахуванням перспектив розвитку територій.

Проектування геодезичних мереж зазвичай виконується на картах масштабу 1:10000 - 1:25000 та включає визначення координат пунктів та їх висот за допомогою різних геодезичних методів. Для створення геодезичної основи використовуються точки високої точності, які відповідають вимогам чинного законодавства.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ СТВОРЕННІ ВЕЛИКОМАСШТАБНОЇ ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ

2.1 Рекогностування геодезичних мереж та закладання центрів

На основі затвердженого проєкту здійснюється рекогностування геодезичних мереж. У ході цього процесу уточнюються проєкт мережі, напрямки полігонометричних ходів та місця встановлення пунктів. Полігонометричні ходи проводяться по місцевості, зручній для вимірювань. Місця для встановлення пунктів повинні бути легко доступними, легко впізнаваними і забезпечувати тривале збереження. Пункти вибираються з урахуванням можливості використання їх як точок знімальної мережі. Між суміжними пунктами повинна бути видимість. На забудованих територіях встановлюються стінні знаки. Місця встановлення пунктів вибираються з урахуванням вимірювання та передачі кутів. Закріплюються пункти тимчасовими знаками, а також складаються абриси з прив'язкою. На пунктах мереж встановлюються різні типи зовнішніх геодезичних знаків. У містах і на промислових майданчиках встановлюються постійні зовнішні знаки. Також використовуються знімні металеві віхи.

Марки на будівлях кріпляться на турі або верхньому перекритті, використовуючи водоприймальні решітки або чавунні вентиляційні труби. Центри позначаються стрижнем з нержавіючого металу, вставленим в отвір діаметром 2-4 мм і глибиною не менше 5 мм. Візирні цілі мають висоту 0,50 м і діаметр 0,25 м, а відстань від приладового столика до нижнього диска візирного циліндра має бути не менше 0,8 м. Зовнішні знаки повинні бути стійкими, міцними і симетричними відносно вертикальної осі. Відхилення проєкцій центрів візирного циліндра і столика від центру пункту не повинно перевищувати 5 см. На геодезичних знаках на дахах будівель елементи приведення повинні бути зведені до нуля. Піраміда-штатив або внутрішня піраміда не повинні торкатися майданчика для спостерігача. На піраміди-штативи можна встановлювати віхи до подвійної їх висоти, піднімаючи

стандартну візирну ціль на спеціальних трубчастих елементах з відтяжками. Підйом візирної цілі здійснюється за допомогою двох блоків і троса. На геодезичних пунктах 2- 4 класів у містах, селищах і на промислових майданчиках орієнтовні пункти не встановлюються, якщо забезпечується видимість з землі на два сусідні пункти. Металеві геодезичні знаки повинні бути захищені антикорозійним покриттям [8].

Геодезичні мережі міст, селищ і промислових майданчиків закріплюються відповідно до Інструкцій з топографічного знімання. У сільській місцевості центри типів 5 р. або 6 р. н. обладнуються бетонними монолітами з марками, встановленими так, щоб осі марок були на одній лінії. Центри типу 6 р. н. складаються з бетонних монолітів з марками та металевою трубою. Захисні ковпаки можуть бути виготовлені з металу, бетону або азбоцементу. На територіях без руху транспорту або на пунктах з металевими пірамідами також використовуються такі ж ковпаки. У геодезичному обґрунтуванні всі пункти мережі закріплюються постійними центрами різних типів залежно від умов. У сільській місцевості ці пункти розташовуються на відстані не менше 1000 м, а в полігонометрії 2 розряду - 500 м.

Центри повинні бути розташовані парами для закріплення обох кінців лінії. Вузлові точки закріплюються центрами типів 1 р. н., 2 р. н., 3 р., 4 р. н. Над центрами зазвичай встановлюються зовнішні знаки. На точках полігонометричних ходів, де не встановлені центри типів 5 р. н. і 6 р. н., мають бути знаки довготривалого закріплення. Якщо відсутні металеві або залізобетонні зовнішні знаки на геодезичних пунктах 4 класу, 1 і 2 розрядів, окопування не потрібне. При відсутності знаків, на відстані від 1 до 3 м від центру пункту встановлюється розпізнавальний залізобетонний стовп або азбоцементна труба з якорем, пофарбована жовтим кольором з горизонтальними чорними смугами. Металеві охоронні пластини з написом "Геодезичний пункт. Охороняється державою" кріпляться на піраміді або цементуються в стовп. На забудованих територіях розпізнавальні стовпи не встановлюються. Пункти знімальних мереж закріплюються знаками

довготривалого типу, такими як бетонні пілони, моноліти, залізні труби та дерев'яні стовпи [8].

На забудованих територіях знаки знімального обґрунтування встановлюються як стінні знаки. Довготривалі знаки мають квадратну форму зі сторонами 1,5 метра та глибиною 0,3 метра. Всередині цього квадрата знаходиться курган висотою 0,10 м. У болотистих районах, лісах та ярах використовуються зруби розміром 1,0x1,0x0,3 метра. Вони заповнюються землею і не окопуються. Знаки розташовуються групами по 2-3 для закріплення ліній ходу через 0,5-0,8 км. Можна використовувати одну точку ходу, якщо з неї можна визначити дирекційний кут. Знаки повинні бути зручними у використанні та безпечними, і їх не встановлюють на орних землях, болотах, дорогах та берегах водосховищ. Тимчасові знаки можуть бути пнями дерев, стовпами або залізними трубами, які окопуються. Центр тимчасового знаку позначається цвяхом. На знаках зазначають скорочену назву організації, номер закріпленого пункту та рік встановлення.

Для кожного центру пункту створюється карта за встановленою формою з фотографією місця закладки. Стовпи і сторожки позначаються відповідно до напрямку руху. На написі вказана скорочена назва організації, номер пункту та рік встановлення знаку. Для довготривалих знаків застосовують олійну фарбу, а для тимчасових - пікетажний олівець.

Спорудження геодезичних знаків засвідчується актом. Після зведення геодезичні знаки передаються за актом: у містах, селищах і селах - місцевим органам самоврядування; на решті території - землекористувачам.

Акт складається в трьох примірниках: один залишається у закладі, другий надсилається до територіальної інспекції, а третій - до виконавчої організації.

2.2 Методика прокладання полігонометричного ходу

Полігонометричні мережі 4 класу, 1 і 2 розрядів формуються як окремі ходи або системи ходів, які спираються на два вихідні пункти і приєднуються до сусідніх пунктів. Якщо між пунктами немає видимості, дозволяється

прокладати ходи без кутової прив'язки. Для контролю використовують дирекційні кути з точністю 5 - 7" або азимути, отримані з астрономічних або гідротеодолітних вимірювань. Висячі ходи не дозволяються. Вимоги до довжин ходів і лінійних нев'язок знижуються на 10%. Довжина ходів може бути збільшена до 30%, але відстань між пунктами повинна бути не менше 2,5 км для полігонометрії 4 класу і 1,5 км для полігонометрії 1 розряду. Для великих відстаней дирекційні кути слід визначати з точністю 5 - 7" не рідше, ніж через кожні 15 сторін і не рідше, ніж через кожні 3 км. Для підвищення стійкості мережі необхідно обмежити розвиток полігонометрії 4 класу і 1 розряду [10].

Для великомасштабних топографічних зйомок зазвичай використовуються ущільнені державні геодезичні мережі. Мережі можуть мати різний клас точності залежно від мети зйомок. Наприклад, нівелювання III і IV класів є основним методом ущільнення геодезичних мереж для великомасштабних зйомок. Густота і точність мереж визначаються технічним проектом. Нівелювання мереж включає побудову від вищого до нижчого класу точності. Мережі можуть бути створені у вигляді ходів, полігонів або окремих мереж, а прив'язка зазвичай здійснюється до двох вихідних нівелірних знаків. У містах площею понад 500 кв. км створюються мережі I класу, у менших містах – системи ліній II класу, а потім III і IV класів. Лінії II класу повинні охоплювати всю територію, і відстані між ними обмежені. У невеликих містах створюються мережі III і IV класу з певними особливостями. Нівелірні знаки розташовуються згідно з встановленими вимогами.

Ходи технічного нівелювання прокладаються між реперами нівелювання II-IV класів як окремі ходи або системи ходів. Позначки точок полігонометричних ходів повинні бути визначені нівелюванням IV класу або технічним нівелюванням. Висоти точок знімальної мережі, а також пунктів триангуляції і полігонометрії, які не визначені нівелюванням III-IV класів, визначаються за допомогою технічного нівелювання. Під час побудови висотної знімальної мережі ходи технічного нівелювання повинні бути закріплені нівелірними знаками. Допускається прокладка замкнутих ходів технічного нівелювання, заснованих на одному вихідному репері. Технічне

нівелювання повинно виконуватися нівелірами з необхідною точністю. Допустимі довжини ходів технічного нівелювання визначаються відповідно до інструкції з нівелювання.

Відстань від інструменту до місць установки рейок не повинна перевищувати 150 м. Тригонометричне нівелювання застосовується для визначення висот точок знімальної геодезичної мережі під час топографічних зйомок. Довжина ходів тригонометричного нівелювання при топографічних зйомках не повинна перевищувати 2 км при висоті перерізу рельєфу через 1 м, 6 км через 2 м, і 12 км через 5 м.

Нев'язка ходу технічного нівелювання не повинна перевищувати допустиму величину ходу. Розбіжності між значеннями перевищень на станції не повинні перевищувати 5 мм. У гірських районах допустимо використовувати вихідні пункти державної або опорної геодезичної мережі, висоти яких визначені тригонометричним нівелюванням. Коливання "місця нуля" на станції не повинно перевищувати 1. Висоти інструменту і візирних цілей слід вимірювати з точністю до 1 см. Розбіжність між прямим і зворотним підвищеним рівнем для однієї лінії при тригонометричному нівелюванні не повинна перевищувати $0,04 S$, де S - довжина лінії, виражена в сотнях метрів.

Під час досліджень для будівництва лінійних споруд нівелірні знаки встановлюються: по трасах автомобільних доріг, залізниць і магістральних каналів – не рідше ніж через 2 км; по трасах трубопроводів – не рідше ніж через 5 км, включаючи переходи через великі водотоки і на організованих водомірних постах. При дослідженнях на незабудованих територіях точки трас, вершини кутів повороту і створні точки прямолінійних ділянок мають бути закріплені тимчасовими знаками. На забудованих територіях трасування зазвичай не виконується; точки прив'язуються до трьох постійних об'єктів місцевості (кути будинків, споруд тощо).

Геодезичні пункти з постійними знаками (грунтовими, стінними реперами, марками тощо) і закріплені точки знімальних мереж мають бути враховані для спостереження за їх збереженням замовником та органами

архітектури і містобудування. На мостових переходах через великі річки необхідно встановлювати постійні репери на обох берегах [8].

Геодезичні знаки (репери), що фіксують вісь траси лінійних споруд, використовуються як розбивочна основа при будівництві і передаються замовнику або зазначеній ним організації. Обробка польових вимірювань для створення (розвитку) знімальної геодезичної мережі виконується на ПК або іншими обчислювальними засобами. Зрівняння знімальної мережі проводиться спрощено за відсутності ходів більш ніж 2-го порядку. Висячі ходи дозволяється обчислювати з опорних пунктів (державних) геодезичних мереж і знімальних мереж після їх зрівнювання. В знімальних мережах значення кутів обчислюють до $0,1'$, координат – до 1 см [10]. Висоти точок у ходах технічного нівелювання обчислюються до 0,1 см, а в ходах тригонометричного нівелювання – до 1 см.

У результаті робіт зі створення геодезичної основи повинні бути представлені:

- схеми планово-висотних геодезичних мереж із прив'язками до вихідних пунктів;
- відомості обстеження вихідних геодезичних пунктів (марок, реперів тощо);
- дані про метрологічну атестацію засобів вимірювань (досліджень, перевірок, еталонування приладів, повірку рейок і мірних приладів тощо);
- акти про здачу геодезичних пунктів і точок геодезичних мереж, закріплених постійними знаками, для спостереження за їх збереженням;
- матеріали обчислень, зрівнювання і оцінки точності, каталоги координат і висот геодезичних пунктів нівелірних знаків і точок, закріплених постійними знаками;
- акти польового (камерального) контролю.

Для опорної геодезичної мережі додатково подаються:

- ✓ картки встановлених постійних геодезичних знаків та центрів;
- ✓ журнали вимірювання напрямків (кутів), зведення вимірних напрямків і аркуші графічного визначення елементів приведення;

- ✓ абриси геодезичних пунктів, прив'язаних до постійних об'єктів місцевості;
- ✓ абриси нівелірних знаків (марок, стінних і ґрунтових реперів);
- ✓ журнали вимірювання базисів і довжин ліній, матеріали щодо визначення їх висот;
- ✓ журнали нівелювання;
- ✓ відомості перевищень.

Для планово-висотної знімальної геодезичної мережі додатково подаються:

- ❖ абриси точок, закріплені постійними знаками, і точок постійного знімального обґрунтування;
- ❖ журнали вимірювання кутів і ліній, технічного та тригонометричного нівелювання.

Результати геодезичних вимірювань можуть бути представлені у вигляді даних, отриманих з реєструючих пристроїв, супутникової геодезичної апаратури або інших носіїв інформації.

2.3 Вимоги до виконання і точності топографічних зйомок

Топографічне знімання території здійснюється за допомогою таких методів: горизонтального, вертикального, мензульного, тахеометричного, нівелювання, наземного фототопографічного, стереотопографічного, комбінованого аерофототопографічного, з використанням супутникової геодезичної апаратури (наприклад, GPS-приймачів), а також поєднанням різних методів. Знімання проводять зазвичай у найсприятливіший період року.

Знімання у масштабі 1:200 здійснюється на окремих ділянках промислових підприємств і міських вулиць з густою мережею споруд, на ділянках зі складними природними та техноприродними процесами тощо. Технічні вимоги встановлюються в завданні замовника. Дозволено знімання при висоті снігового покриву не більше 20 см. Інженерно-топографічні плани, складені при висоті снігового покриву понад 20 см, необхідно оновлювати у

найсприятливіший період. Плани з масштабами 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200 створюються на основі топографічних зніманих або матеріалів більш масштабних зніманих, виконаних не більше двох років тому.

Для проектування транспортних мереж, включаючи залізниці, дороги, канали і трубопроводи, стандартно використовується знімання території на майданчиках та в місцях їх перетину.

Плани для розробки містобудівної та проектної документації для великих промислових підприємств, залізниць, автомобільних доріг, магістральних каналів і трубопроводів зазвичай складаються аерофототопографічним методом. Наземне знімання проводиться, коли аерофотозйомка є економічно недоцільною, неможливою або не забезпечує необхідної точності.

Плани можуть бути створені на різних матеріалах, таких як фотоплани на жорстких основах або креслярський папір.

Результати знімання можуть бути використані для містобудівних кадастрів, інженерно-геодезичних баз даних та геоінформаційних систем поселень і підприємств.

Точність цифрового плану повинна відповідати точності графічного плану при відповідному масштабі і враховувати умовні знаки топографічних планів.

При створенні цифрових матеріалів слід використовувати затвержені класифікатори топографічної інформації, які визначені у програмі вишукувань.

Інженерно-топографічні плани можуть бути представлені як графічні або цифрові матеріали відповідно до вимог замовника.

У населених пунктах і на підприємствах використовуються стандартні розграфка та номенклатура аркушів, що відповідають загальним вимогам [10].

При плануванні ділянок до 20 км², зазвичай використовується квадратна розграфка. Для планів масштабу 1:5000 вона становить 40x40 см, а для масштабів 1:2000, 1:1000 та 1:500 - 50x50 см.

Для цифрових планів застосовуються автоматизовані методи або оцифрування графічних зображень з подальшою векторизацією растрових файлів.

Основним аркушем є масштаб 1:5000, з позначенням арабськими цифрами. Додаткові аркуші масштабу 1:2000 позначаються літерами А, Б, В, Г, наприклад, 14-Б.

Кожному аркушу масштабу 1:2000 відповідають чотири аркуші масштабу 1:1000, які позначаються римськими цифрами (I, II, III, IV), та 16 аркушів масштабу 1:500, що позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3..., 16).

Номенклатура аркушів масштабів 1:1000 або 1:500 складається з номенклатури аркуша масштабу 1:2000 та відповідної римської або арабської цифри, наприклад, 14-Б-IV або 14-Б-16.

Для ділянок понад 20 км² зазвичай використовують аркуш карти масштабу 1:100000, який поділяється на 256 частин масштабу 1:5000. Кожна з цих частин поділяється на дев'ять частин масштабу 1:2000.

Номенклатура аркуша масштабу 1:5000 складається з номенклатури аркуша карти масштабу 1:100000 та номера аркуша масштабу 1:5000 у дужках, наприклад, М-36-127 (255).

Номенклатура аркуша масштабу 1:2000 додає до номенклатури аркуша масштабу 1:5000 одну з перших дев'яти літер російського алфавіту, наприклад, М-36-127 (255-а).

Порядок отримання і обробки топографо-геодезичних матеріалів та даних, а також створення та ведення державного містобудівного кадастру України, повинен відповідати вимогам відповідних нормативних документів, зокрема щодо використання комп'ютерних технологій.

Інформація, що міститься на інженерно-топографічних планах, описує різноманітні аспекти місцевості, такі як об'єкти, рельєф, водні ділянки, рослинність, ґрунти, та споруди, які є під та на поверхні землі, і необхідні для розробки документації.

Оцінка та затвердження планів проводиться на місці, відповідно до внутрішньовиробничої системи контролю якості виконавчої організації. Результати оформляються актами польового контролю та додаються до технічного звіту.

Щоб забезпечити цілісність інформації, інженерно-топографічний план має бути суміжним з раніше виконаними планами такого ж або більшого масштабу з відповідними розмірами рамки. За необхідності, додаткове зняття проводиться на один сантиметр за межі рамки.

Нормативні документи містять таблиці з умовними знаками, що дозволяють коректно відображати топографічні об'єкти на планах.

Інженерно-топографічні плани повинні відповідати основним положенням інструктивних документів щодо їх точності, детальності, повноти та оформлення [10].

Після проведення топографічного знімання подаються такі матеріали: оригінали інженерно-топографічних та кадастрових планів разом з відповідними формулярами; журнали обстеження споруд; зображення підземних споруд; та акти польового контролю. Якщо застосовувалась супутникова апаратура або електронні прилади, також надаються відповідні журнали з описом ситуації.

3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ В МІСЬКИХ УМОВАХ

3.1 Вихідні матеріали та характеристика об'єкта проектування

Топографічне знімання включає в себе проведення вимірювань відстаней, висот і кутів з використанням різних геодезичних інструментів для створення топографічних карт або планів місцевості. Результатом цих робіт є детальна цифрова карта місцевості, на якій показані будівлі, споруди, рельєф та інші об'єкти, що були виміряні під час топографічного знімання. Найбільш докладна карта має масштаб 1:500 і називається топопланом земельної ділянки.

Основна мета такого знімання - визначення меж землекористування, форми ділянки, її площі та місцезнаходження, а також меж з сусідніми ділянками. Координати точок повороту межі ділянки записуються в державний реєстр, який може бути використаний для створення різних карт, включаючи кадастрові, доступні для загального перегляду.

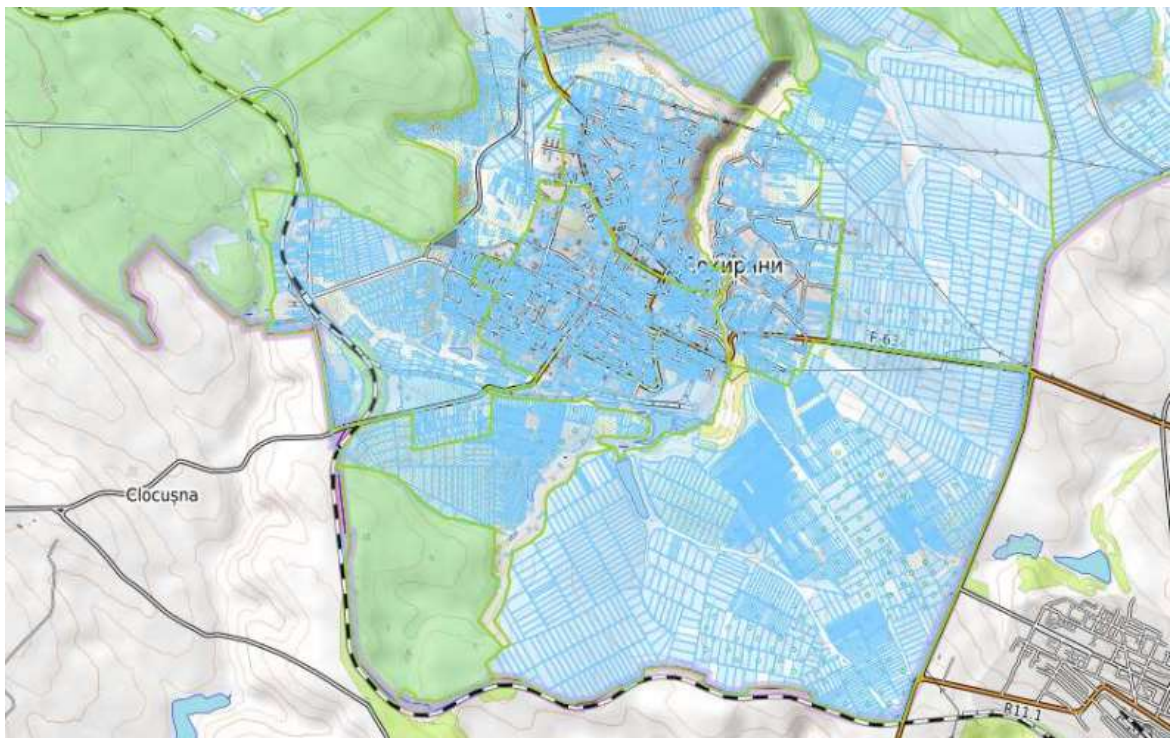


Рис. 3.1. Фрагмент публічної кадастрової карти на м. Сокиряни

Ми вивчили особливості здійснення цього конкретного типу зйомок у місті Сокиряни. Топографічне зйомка відрізняється від кадастрового завдяки

наявності планово-висотної бази. Цей тип зйомки використовує як планову, так і висотну геодезичну базу для виявлення орографічних особливостей місцевості. Ми використали програмний продукт AutoCAD Civil 3D для проектування та реалізації тахеометричної зйомки на земельну ділянку у місті Сокиряни, прокладаючи тахеометричний хід, який був прив'язаний до крайніх відомих точок у системі плоских прямокутних координат СК-63 та в Балтійській системі висот 1977 року. На місцевості був прокладений тахеометричний хід для створення планово-висотної бази від пунктів полігонометрії №1039 та №3379. Цей хід починається із зазначених пунктів полігонометрії і проходить через вулицю Княгині Ольги, утворюючи розімкнутий маршрут. Для підвищення точності зйомки ми отримали додаткові точки за допомогою GNSS-зйомки, результати якої ми обчислили прямо на місці за допомогою ноутбука, здійснивши постобробку результатів.

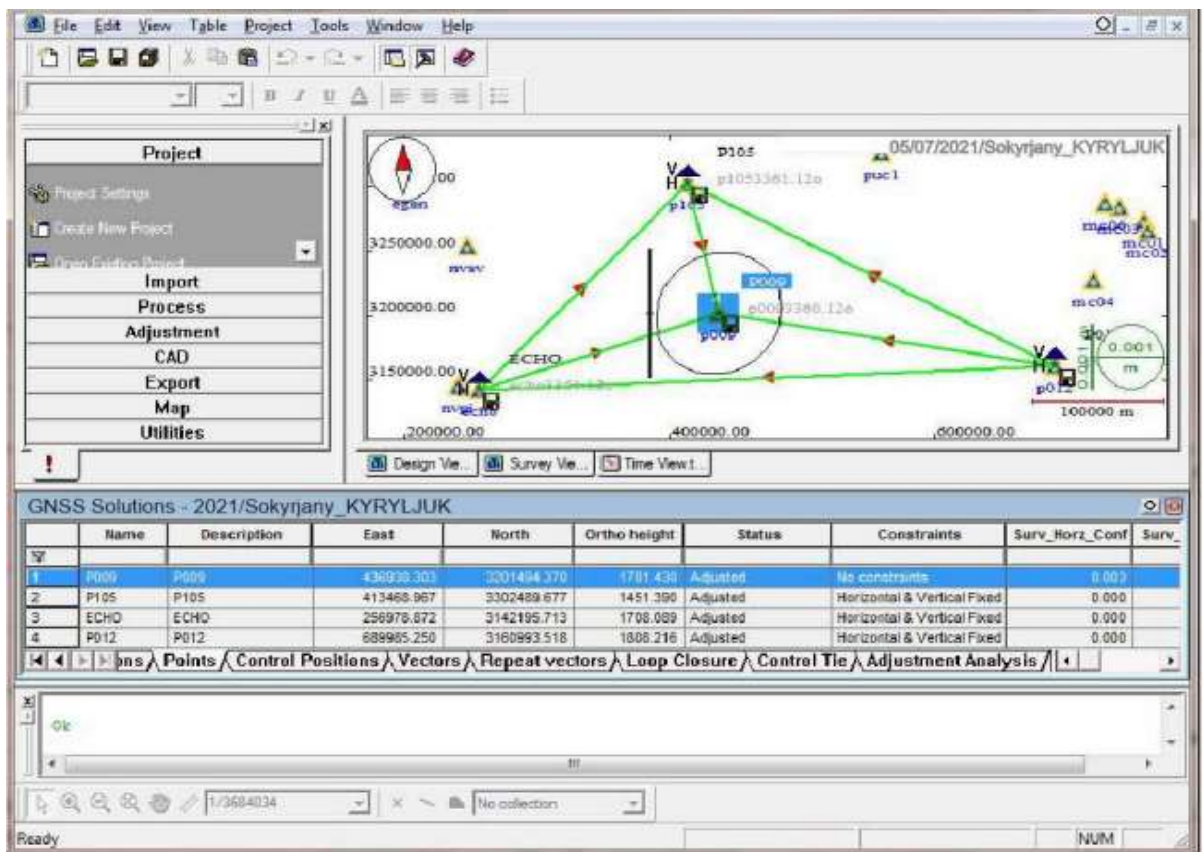


Рис. 3.2. додаток GNSS-Solution. Обчислення плоских координат GNSS-пунктів.

Ми отримали плоскі координати точок з умовними назвами (DP01 та DP02), процедура налічує 6 точок. Це було зроблено відповідно до

загальновідомих вимог (табл. 3.1), щоб максимізувати довжину лінії, довжину кожного ходу та кількість ліній у ході. Загальну схему цього ходу можна побачити на рисунку 3.3.

Таблиця 3.1

Вимоги до проектування теодолітних ходів

Максимальна	Масштаб знімання			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
Довжина ходу	2000	3000	5000	10000
Довжина лінії	350	500	700	1000
Кількість ліній в ході	20	25	30	50

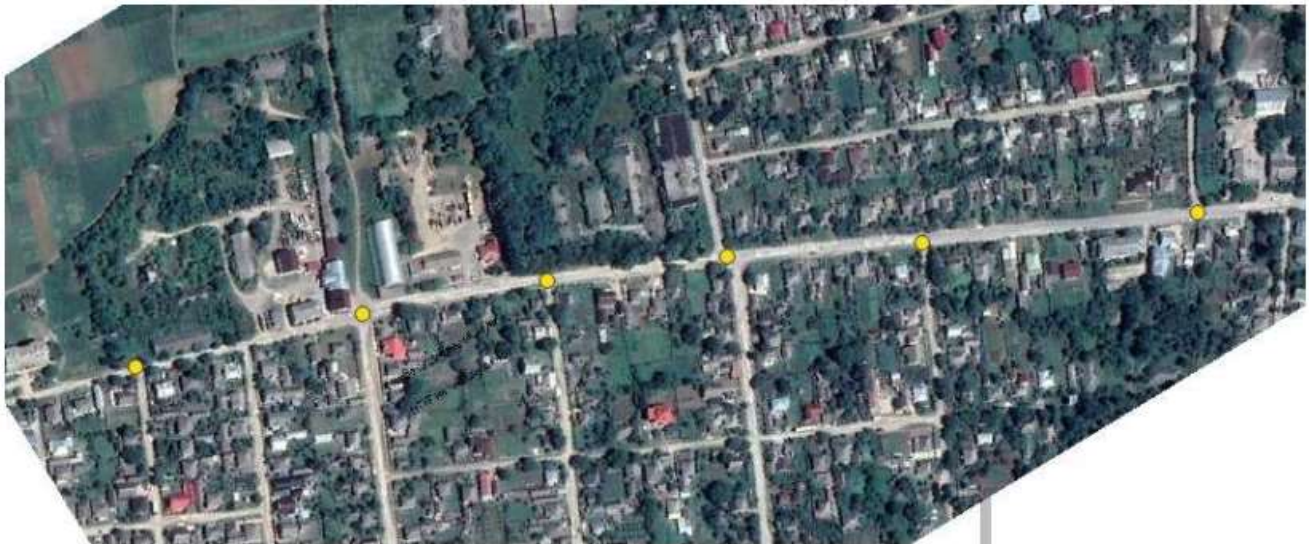


Рис. 3.3. Прокладений тахеометричний хід по вул. Княгині Ольги у м. Сокиряни

При виборі місця розміщення геодезичних пунктів ми перевіряли взаємну видимість між ними і, у випадку її відсутності, коригували розташування пункту як у проекті, так і на місці.

Також беручи до уваги оптимальне розміщення пунктів на місцевості та з космічної перспективи та з урахуванням їхнього подальшого використання для топографічного знімання.

Для топографічного знімання цієї території ми застосували полярний метод тахеометричного знімання з використанням оптико-електронного тахеометра Sokkia CX-55, дотримуючись вимог, викладених у таблиці 3.2.

Вимоги до тахеометричного знімання контурів місцевості

Масштаби	Методи визначення відстані та масштабів зйомки			
	Вимірювання нитковим віддалеміром		Вимірювання стрічкою або оптичним віддалеміром	
	Відстань до контурів, м			
	тверді	нетверді	тверді	нетверді
1:500	40	80	120	150
1:1000	60	100	180	200
1:2000	100	150	250	300

Під час адаптації проекту на місцевості стало очевидним, що деякі елементи місцевості краще знімати іншими методами. Наприклад, для значного об'єму пікетів без чіткого розташування, таких як газони та кущі, було визначено, що доцільніше використовувати методи перпендикулярів (для об'єктів, що торкаються будівель) та лінійних засічок.

Перш ніж розпочати знімання, важливо визначити оптимальну точку для початку теодолітного ходу, зважаючи на особливості місцевості. Під час вибору методів тахеознімань враховувалися конкретні умови об'єкту проектування. В результаті було вирішено скористатися полярним способом координат для знімання рельєфу та контурів, який був проведений зі станцій теодолітного ходу № 3 та 5. Цей метод полягає у встановленні Sokkia CX-55 на точку початку знімання, після чого зорова труба спрямовується на попередню чи задню точку теодолітного ходу, а горизонтальний кут встановлюється на нульове значення, після чого наводиться на світло-відбивачі, розміщені на контурах місцевості або висотних відмітках. Головними даними такого знімання є горизонтальний кут β , відстань S та вертикальний кут ν до пікетів.

Варто зазначити, що під час зйомки ми використовували польове кодування, що дозволяє значно прискорити наступну камеральну обробку.

Таким чином, польове кодування – це метод, за якого цифровий абрис топографічної зйомки автоматизується за допомогою класифікатора програми, яка використовується для обробки геодезичних вимірювань.

Кодування проводимо за такою послідовністю:

❖ Пікетам, які знімаються, присвоювалися певні коди з класифікатора програми AutoCAD Civil 3D, що використовується для обробки вимірювань, вводячи їх у відповідний кодовий рядок тахеометра Sokkia CX-55.

❖ Після завершення зйомки вимірювання імпортувалися у програму AutoCAD Civil 3D для подальшої обробки.

❖ Програма AutoCAD Civil 3D автоматично розпізнає присвоєні пікетам коди на основі класифікатора.

❖ У графічному вікні AutoCAD Civil 3D топографічні об'єкти відображаються у вигляді умовних знаків (наприклад, пікет з кодом FS перетворюється в умовний знак ліхтарного стовпа).

Атрибутивна інформація, записана у рядок коду, може бути складною і містити не лише опис об'єкта, але й різні команди, за якими можна автоматично накреслити об'єкти зі складною геометрією або вказати відношення знятого пікету до рельєфу та його координати.

При кодуванні лінійних об'єктів ми встановлюємо команди початку та кінця лінії, а у випадку площинних об'єктів – команду замикання контуру та вказуємо характер заливки. Зняття 4 пікетів, які мають наступні коди: N DZB-014, N DZB, N DZB, N DZB-015, де "DZB" позначає лінійний умовний знак дерев'яного паркану на бетонній основі, а "N" означає, що ці пікети не є рельєфними (тобто програма не буде враховувати їх при побудові цифрової моделі рельєфу). Цифри "014" і "015" позначають початок і кінець лінії відповідно. Програма об'єднає ці чотири точки з допомогою лінійного умовного знаку дерев'яного паркану на бетонній основі та ігноруватиме висоти цих точок при побудові тривимірної моделі рельєфу (рис. 3.4, а).

Іншим прикладом є те, коли відбувається зняття трьох пікетів з наступними кодами: N 2KN SQ, N 2KN SQ, R 2KN SQ. У цьому випадку: 2KN вказує на площинний умовний знак капітального двоповерхового будинку, R показує приналежність пікету до рельєфу, а SQ є командою для побудови прямокутника по трьом точкам.

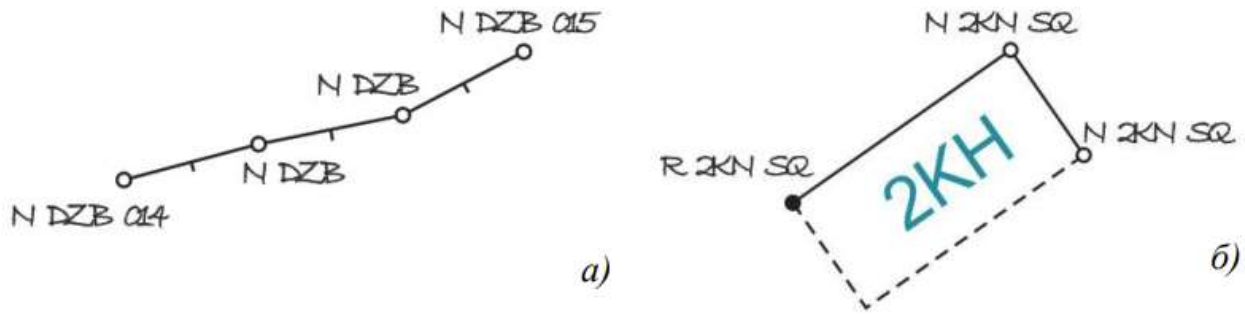


Рис. 3.4. Цифрова модель рельєфу

Програма автоматично побудує умовний знак капітального нежитлового двоповерхового будинку з відповідним підписом, розташованим в центрі, який має прямокутну форму. Зазначимо, що останній пікет буде врахований у побудові ЦМР. (рис. 3.4, б).

Приклади демонструють, що розпізнавальний кодовий рядок може мати різний формат запису, за умови, що цей формат визначений у класифікаторі програми. У цьому випадку обмеження фантазії залежить від кількості символів, які можна використати в кодовому рядку електронного тахеометра.

На рисунку 3.12 показано приклад польового кодування земельної ділянки у місті Сокиряни в програмі AutoCAD Civil 3D 2015: зліва - файл вимірювань у форматі (№, X, Y, Z, Код), угорі справа - імпортований файл вимірів у програму (коди ще не розпізнані), внизу справа - виміри, які пройшли попередню обробку.

Слід зазначити, що ефективність методу польового кодування стає очевидною у випадках, коли необхідно фіксувати багато схожих об'єктів, таких як дерева, каналізаційні люки, стовпи, огорожі і контури рослинності.

Для успішного використання методу польового кодування важливо мати не більше 5-6 кодів, які можна швидко вводити без потреби використання зовнішніх джерел, таких як "шпаргалки". Для інших об'єктів топографічного знімання ми застосовували умовну систему кодування, де кожному об'єкту призначалася коротка характеристика з ключовою інформацією (наприклад, GRPH для газорозподільного щита). Для класичного знімання з веденням абрису на папері знадобилося близько 2,5 години: 1,5 години на польові роботи і 1 година на камеральну обробку.

1	0	0	0	704
2	0	100	0	704
3	100	100	0	704
4	100	0	0	704
5	60	10	0	220
6	60	30	0	220
7	85	30	0	220
8	85	10	0	220
9	42	35	0	598
10	35	64	0	598
11	80	72	0	598
12	85	45	0	598
13	5	14	0	461
14	10	32	0	461
15	30	31	0	461
16	35	19	0	461
17	32	7	0	461
18	14	5	0	461
19	-7	5	0	330
20	-7	5	0	366
21	-8	85	0	330
22	-8	85	0	366
23	45	109	0	330
24	45	109	0	366
25	118	125	0	330
26	118	125	0	366
27	55	42	0	593
28	49	60	0	593
29	59	58	0	593
30	65	48	0	593
31	80	50	0	593
32	70	66	0	593
33	22	60	0	556
34	16	85	0	556
35	35	85	0	556
36	66	86	0	556

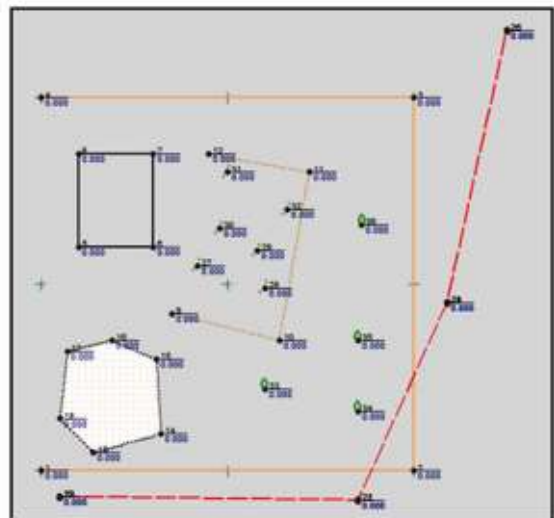
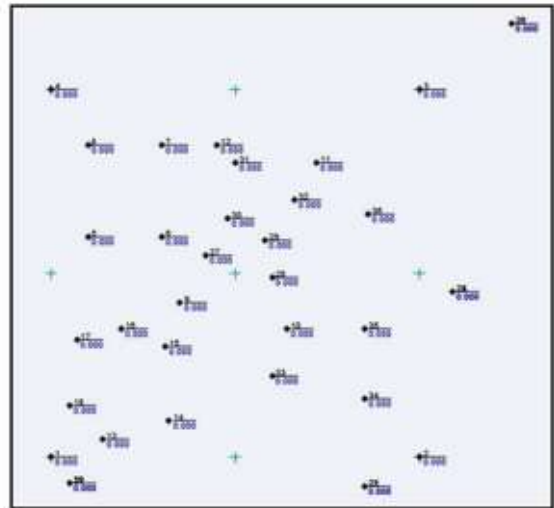


Рис. 3.5. Найпростіша реалізація методу польового кодування

Під час камеральної обробки, багато часу витрачається на порівняння абрису на папері з монітором комп'ютера.

Основні втрати часу походять з необхідності зупинятися на кожній станції для перевірки ситуації за допомогою умовних знаків та перевірки номерів пікетів. Крім того, цей метод неефективний у хмарну погоду.

Використання приміток у кодї електронного тахеометра дозволяє уникнути витрат часу на створення абрису на папері. Просто необхідно назвати умовний код, що знімається.

На важких ділянках з великою кількістю пікетів, видалення ситуації відбувається швидше. Також, якісний паперовий абрис можна передати у камеральний відділ без присутності виконавця. Проте, передача матеріалів з примітками може викликати запитання, тому бажано додати фотографії.

Порівняння способів ведення абрисів топографічного знімання [10]

	Вид зарису		
	Зарис на папері	Знімання з примітками	Польове кодування
Переваги	Наочність отриманого зображені ситуації місцевості (виходить практично готовий план, лишається тільки викреслити те саме в електронному вигляді відповідно із вимогами і побудувати рельєф)	Висока оперативність роботи; простота запам'ятовування кодів;	Майже повна автоматизація викреслювання ситуації місцевості; увага концентрується лише на інструменти і знімальні місцевості
Недоліки	Низька оперативність; необхідність постійного зрівняння номера пікетів (помилка в нумерації вносить суттєву плутанину); неможливість працювати в дощову погоду	При врівноваженні в програмі CredoDAT результатів знімання, яке виконувалось методом кутової засічки, кодування зникає (її необхідно вручну додавати перед імпортом в AutoCAD засобами Excel)	Збільшення часу роботи в польових умовах; Незручність запам'ятовування стандартних кодів класифікатора і відносно складне освоєння; при імпорті результатів врівноваження в AutoCAD автоматично викреслюються блоки без властивостей

Час, витрачений на цей метод, значно менший порівняно з попереднім (1 година 40 хвилин, у той час як 1 година затрачена на польові роботи).

3.2. Обробка результатів геодезичного знімання в середовищі AutoCAD Civil 3D 2014

Перед тим як ввести дані зйомки до бази даних зйомок та креслень, необхідно переконатися, що налаштовані стилі та задані параметри. Існує кілька видів параметрів, які слід встановити перед імпортом або створенням даних зйомок. Підготовка даних зйомки включає наступні процедури. Для введення даних зйомки у AutoCAD Civil 3D передбачено різні способи, включаючи імпорт із польових журналів та файлів LandXML; також можна ввести дані вручну, а саме імпорт файлу з кодуванням Сокиряни.fbk.

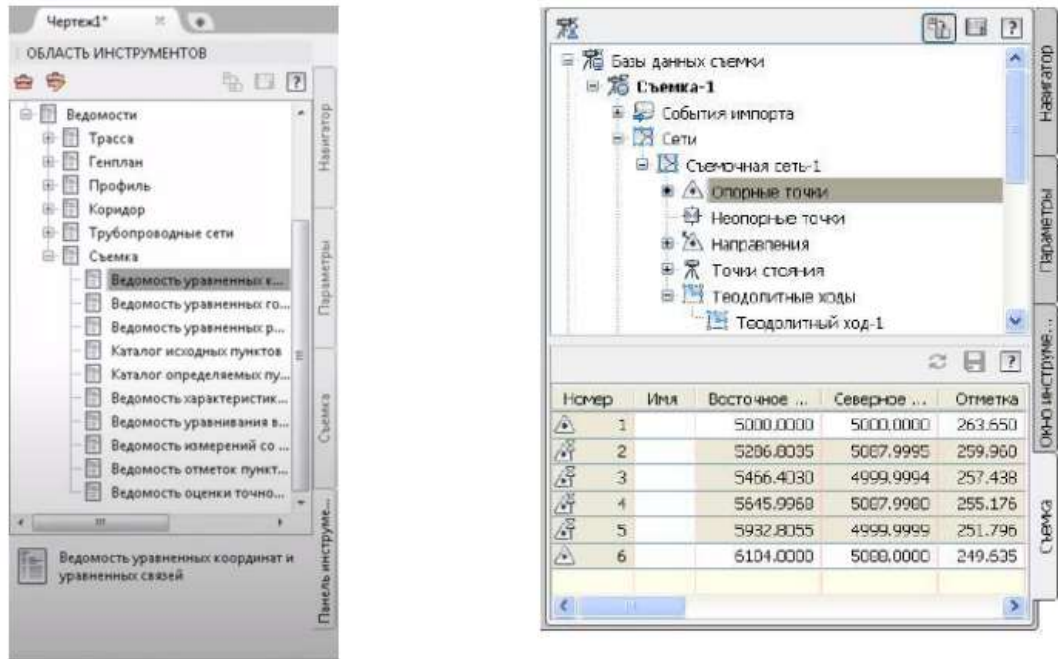


Рис. 3.6. Внесення відомостей про опорні геодезичні пункти

Після імпорту даних зйомки, ми використали інструменти, щоб коригувати, аналізувати та виводити їх. Нами проведений аналіз фігур зйомки, використовуючи методи перевірки топології та зворотного аналізу, щоб отримати інформацію про фігуру.

Проект:

Характеристика теодолитних ходов

Ход	Класс	Точки хода	Длина хода	M	Nь	Fь факт.	Fь доп.	Невязка до уравнивания				Невязка по урavn. дир. углам			
								Fx	Fy	Fz	(S)Fz	Fx	Fy	Fz	(S)Fz
1	2-й разряд, СМС-2	База 4063, ... Шли	6776.477	11	9	0°00'28"	0°01'00"	-0.468	0.256	0.533	1271.3	-0.007	-0.023	0.024	278663

Ведомость оценки точности положения пунктов

Оценка точности взаимного планового положения пунктов сети (по сторонам сети)

Тип стороны	Пункт1	Пункт2	Длина линии	Дир. угол	СКО расстояния	СКО угла	Относительная ошибка	СКО расстояния поверочное	СКО положения
2-й разряд, СМС-2									
Min	st1	pp2180	172.761	261°06'38"	0,0126	12,0	13673	0,0101	0,0161
Max	pp2180	pp2158	1810.714	63°16'03"	0,0183	10,3	99035	0,0904	0,0922
По сети			618.015		0,0143	12,9	43334	0,0406	0,0430

Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

M min	Пункт	M max	Пункт	M средняя
0,060	pp2180	0,105	pp2180	0,093

Пункт	M	Mx	My	a	b	a	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
4224	0,077	0,074	0,022	0,075	0,019	170°43'53"	
4424	0,092	0,083	0,040	0,090	0,018	156°11'32"	
4683	0,060	0,058	0,016	0,058	0,014	172°42'28"	

Рис. 3.7. Характеристика теодолитного ходу у вигляді відомості

Функцію "Аналіз теодолітних ходів зйомки для визначення помилок нев'язки" ми використали для аналізу теодолітних ходів зйомки та визначення помилок нев'язки. Структурні лінії поверхонь були створені на основі координат, отриманих під час зйомки, і використовуються як такі лінії для фігур.

У програмі AutoCAD Civil 3D доступна широка гама даних щодо якості топографічної основи, включаючи функцію розрахунку та урівнювання теодолітних ходів, каталог вихідних точок та відомість оцінки точності положення пунктів за результатами зрівноваження, як показано на рисунку 3.6.

На деяких станціях ми вносимо корективи до вихідної інформації. Переміщуємо курсор у графічному вікні до позначення (pp2180), де потрібно зробити вимірювання, і за допомогою контекстного меню створюємо нову точку для тахеометрії. Після додавання даних про місцезнаходження точок вимірювання, ми імпортуємо їх у систему, де вони автоматично пов'язані з польовим кодуванням.

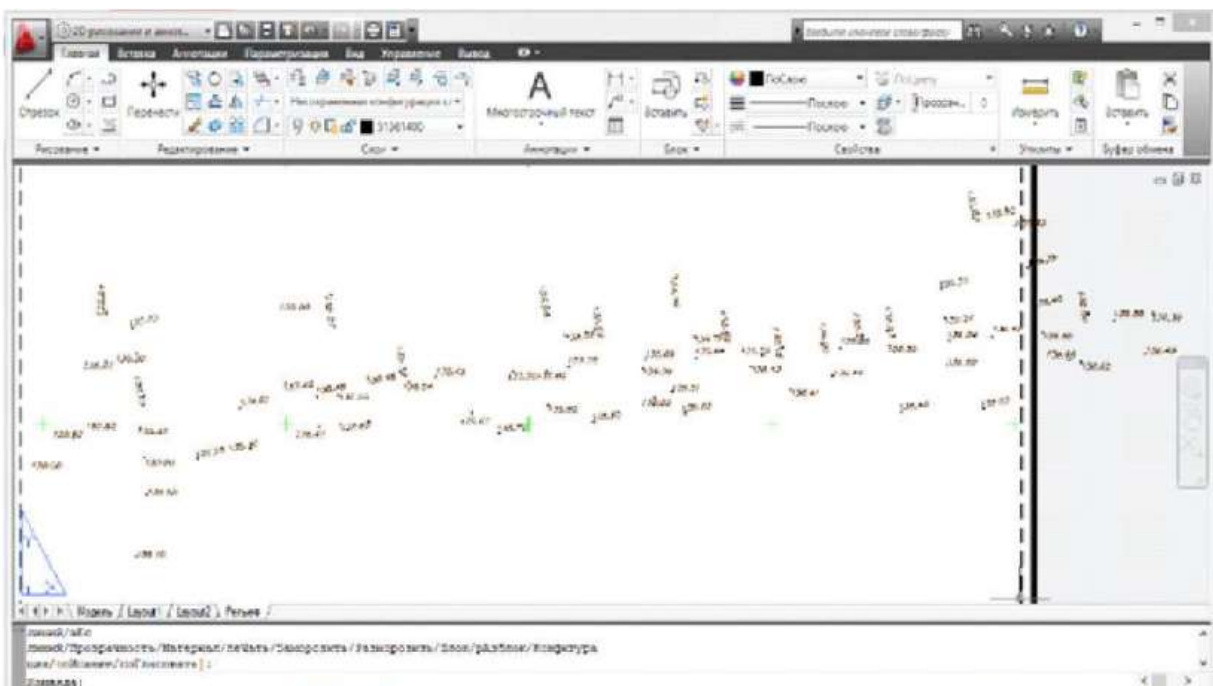


Рис. 3.8. Пікети тахеометричного знімання у програмі

Останній крок у підготовці технічної документації - це створення топографічного плану, який потребує докладнішого розгляду. Як вже було зазначено, для імпорту точок з координатами на креслення, вони повинні бути введені в базу даних проекту.

Це можна зробити прямо у кресленні, імпортуючи геодезичні точки з будь-яких об'єктів креслення, або завантаживши їх з текстового файлу, отриманого в результаті обробки. Починаємо створення поверхні, переходячи до провідника проекту і відкриваючи меню. Правою кнопкою миші обираємо "Створити поверхню" та встановлюємо її назву, після чого додаємо точки до неї. Щоб додати точки до поверхні, ми правою кнопкою миші клікаємо на групи точок і вибираємо "Додати групу геоточок", вказуючи назву групи, наприклад, "Східні", та їх список. Потім ми будуємо поверхню, перевіряємо параметри і коригуємо їх за необхідності, завершуючи процес побудови поверхні.

Після завершення побудови поверхні переходимо до створення горизонталей. Для цього у панелі інструментів у розділі "Рельєф" обираємо "Побудова горизонталей", що призведе до з'явлення меню програми створення горизонталей. Діапазон висот на ділянці коливається від 134,62 до 139,28 метрів.

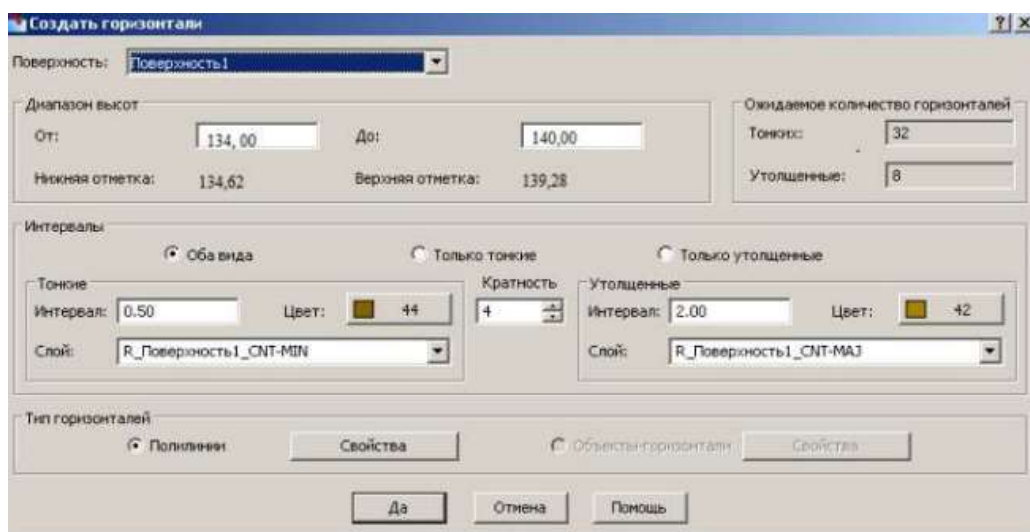


Рис. 3.9 Формування горизонталей

Після налаштування параметрів програма запитає, чи потрібно видаляти старі горизонталі. Оскільки старих горизонталей не існує, ми обираємо "ні". Креслення потребує коригування. Ми продовжимо редагування, видаливши зайві точки через панель інструментів у розділі "рельєф" під назвою "редагувати геоточки" або "видалити". Ці точки можна не видаляти з креслення, а просто виключити з групи, яку ми вказали для побудови поверхні.

Ми вказуємо, які точки потрібно видалити з креслення. Після цього програма видалить геоточку, і вона не буде брати участь у побудові поверхні. Однак потрібно буде перебудувати цю поверхню і оновити горизонталі. Об'єкти креслення мають бути на окремих шарах в залежності від типу інформації, яку вони несуть. Кількість шарів може бути довільною. Усі шари мають свої налаштування, такі як фільтр відображення та граничний масштаб. Налаштування одного шару застосовуються до всіх його підлеглих шарів. У будь-який момент може бути активним лише один шар. Після побудови горизонталей переходимо до розміщення топографічних знаків відповідно до умовних позначень для масштабу 1:500.

На цьому плані вказані різні види огорож, такі як кам'яні та залізобетонні паркани, дерев'яні з воротами, дерев'яні на кам'яному або бетонному фундаменті та огорожі з колючого дроту.

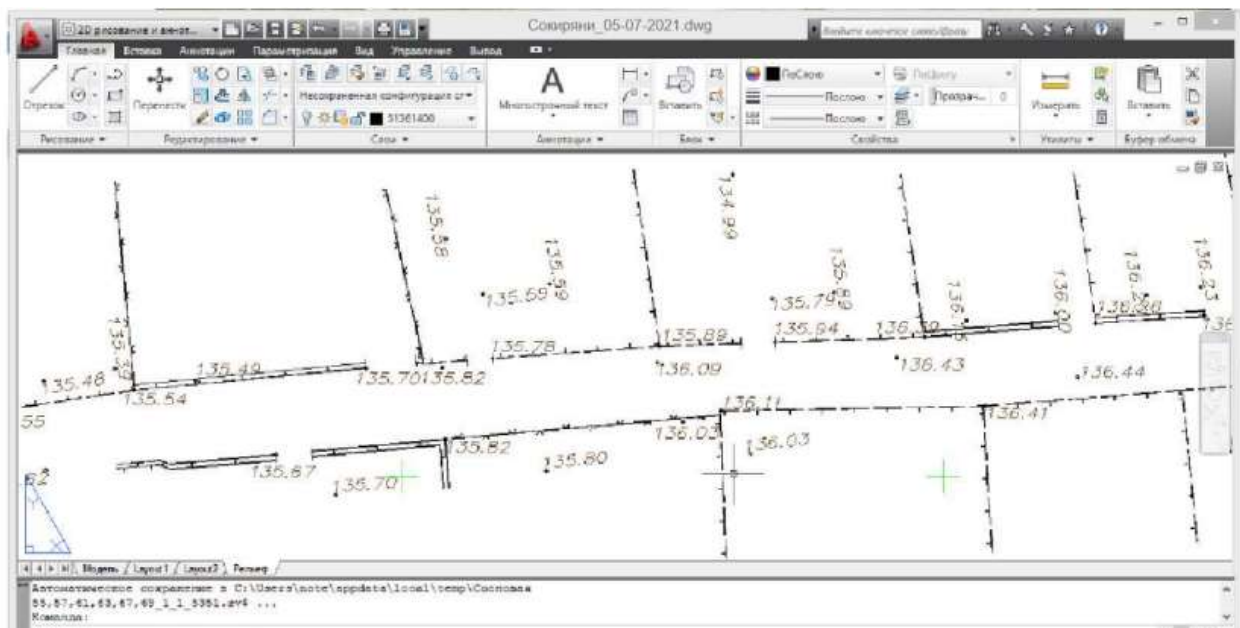


Рис. 3.10. Побудова огорож на топографічному плані масштабу 1:500

На наступному шарі була побудована дорога з асфальтовим покриттям. Для формування об'єкта ситуації топографічного плану, йому присвоюють код класифікації та визначають набір властивостей за допомогою команд, доступних у меню "Ситуація". Кожна команда відповідає за створення чи редагування точкового, лінійного або площинного об'єкта. Точки з'єднуються за допомогою інструмента "Полілінія", для яких обирається відповідний умовний знак.

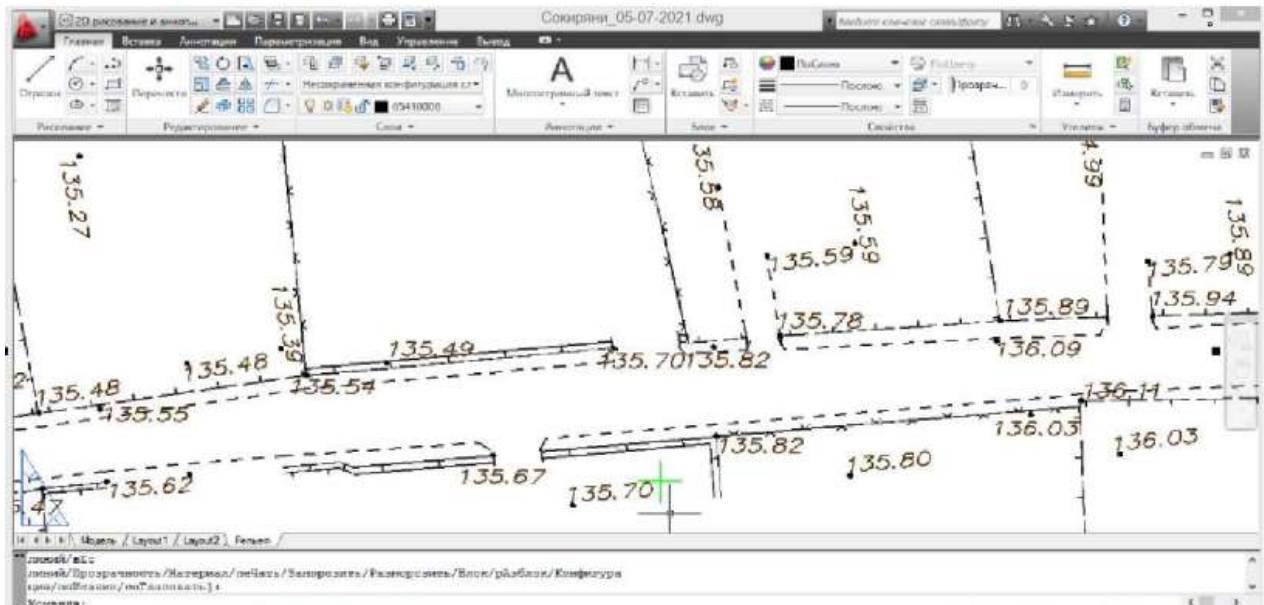


Рис. 3.11 Процес побудови дороги.

Потім на топографічний план наносяться будівлі. Контури будівель на планах повинні відтворюватися з урахуванням їх справжніх контурів у природі, будь то прямокутні, овальні і т. д. У крупномасштабній топографічній зйомці всі будівлі розділяють на житлові, нежитлові та громадського призначення. До житлових будівель відносять як спеціально побудовані для цілей проживання, так і ті, що спочатку мали інше призначення, але були адаптовані для житлового використання. Якщо одна частина будівлі призначена для проживання (квартир, гуртожитків), а інша - для офісних або виробничих потреб, це відображається на плані за допомогою відповідних написів.

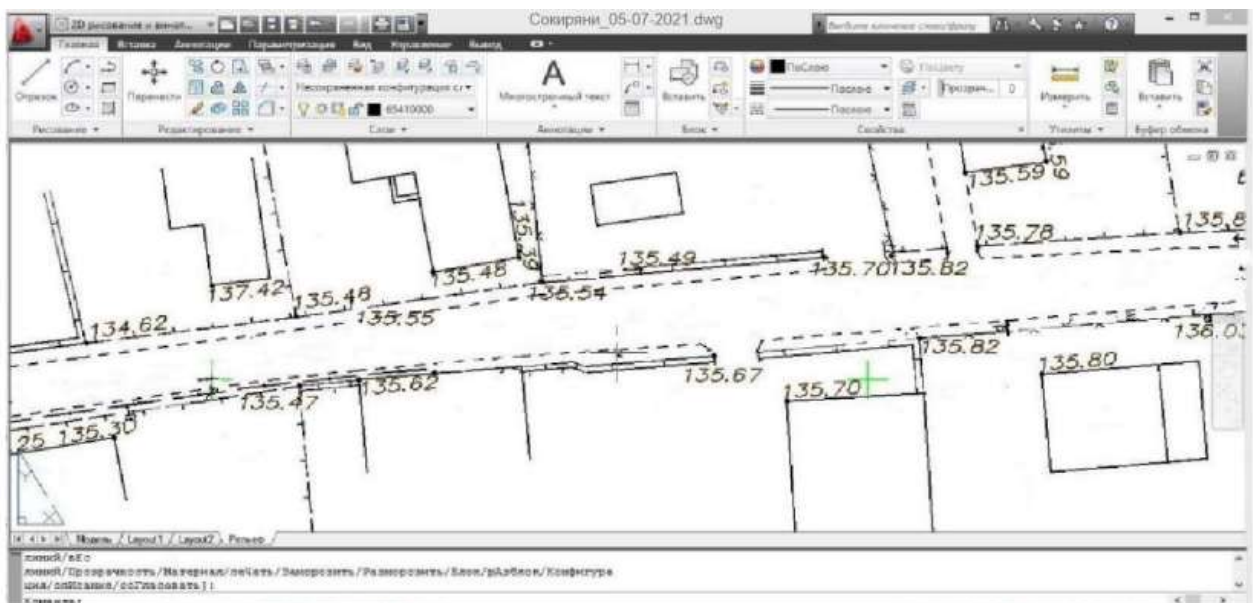


Рис. 3.12. Будівлі на топографічному плані

Згідно з відомими правилами, топографічні плани масштабу 1:500 мають точно відтворювати розташування підземних комунікацій за класифікацією на три групи: трубопроводи, кабельні мережі та тунелі (зокрема, загальні колектори). Трубопроводи охоплюють каналізаційні системи різних типів, системи теплофікації, газопостачання, системи дренажу та інші мережі спеціального призначення.

На топографічних планах будь-якого масштабу, при відображенні трубопроводів у розривах умовних знаків, вказуються буквені індекси, які вказують на призначення трубопроводів (наприклад, В для водопроводів, К для каналізаційних мереж, Г для газопроводів тощо). На представленій території присутні водогін, каналізаційна система та теплова мережа (теплотраса).

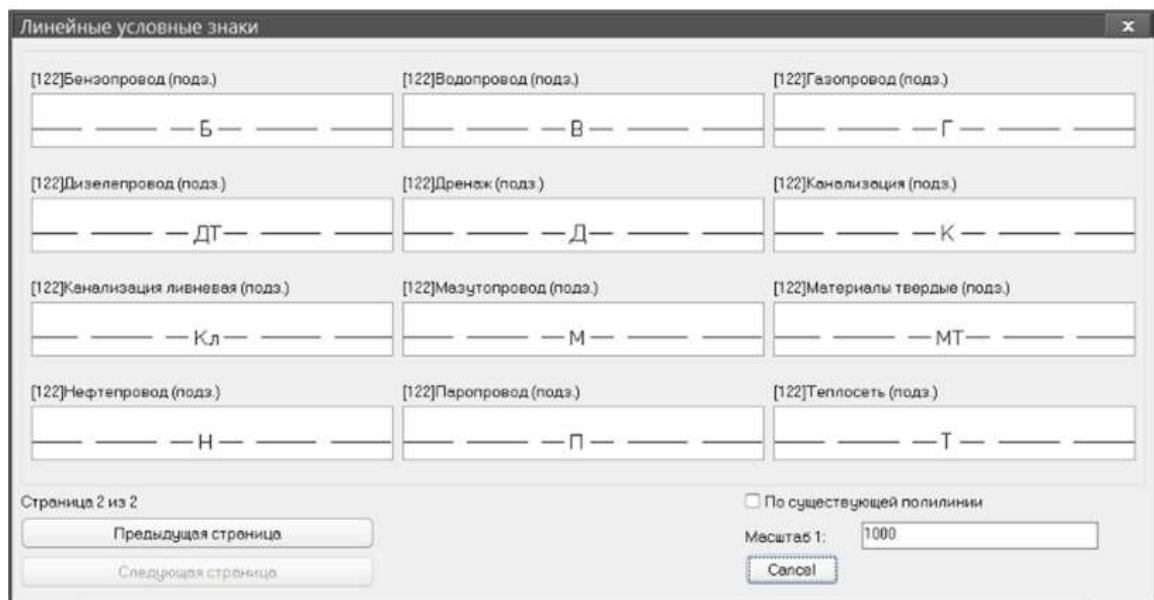


Рис. 3.13. Бібліотека умовних знаків категорії «Комунікації»

Кабельні мережі складаються з систем сильних струмів високої та низької напруги для освітлення і електротранспорту, а також систем слабого струму для телефонії, телеграфії, радіозв'язку та інших цілей. План був змінений таким чином, щоб виключити телефонні лінії. Форма стовпів ЛЕП та ліній зв'язку відтворює форму їх перерізу, будь то круглий чи квадратний, із залізобетонними стовпами, в центрі яких розміщена точка. Для відображення ЛЕП з високою і низькою напругою (380 В і менше) використовуються різні типи стрілок: одна стрілка вказує на низьковольтні лінії, дві - на високовольтні (6 кВ і вище). Опори ЛЕП, у формі стовпів, точно відображаються на своїх

місцях. Лінійні елементи умовних знаків ЛЕП показуються з розривом під час топографічного зйомки забудованих територій. Показники напруги струму на лініях електропередач слід розміщувати на топографічних планах через кожні 15-20 см. Конструкція комунікацій аналогічна створенню звичайних лінійних об'єктів. Обраний умовний знак відображається на вузлових (поворотних) точках створеного об'єкта, і відображення лінії залежить від рішення користувача. У випадку моделювання ліній електропередач та зв'язку, умовні знаки яких відображаються на точках повороту об'єкта (опорах), слід використовувати операцію “Поверхні”/ “Лінія ситуації”/ “Створити як ЛЕП”. Умовний знак обирається з групи знаків “Комунікації”.

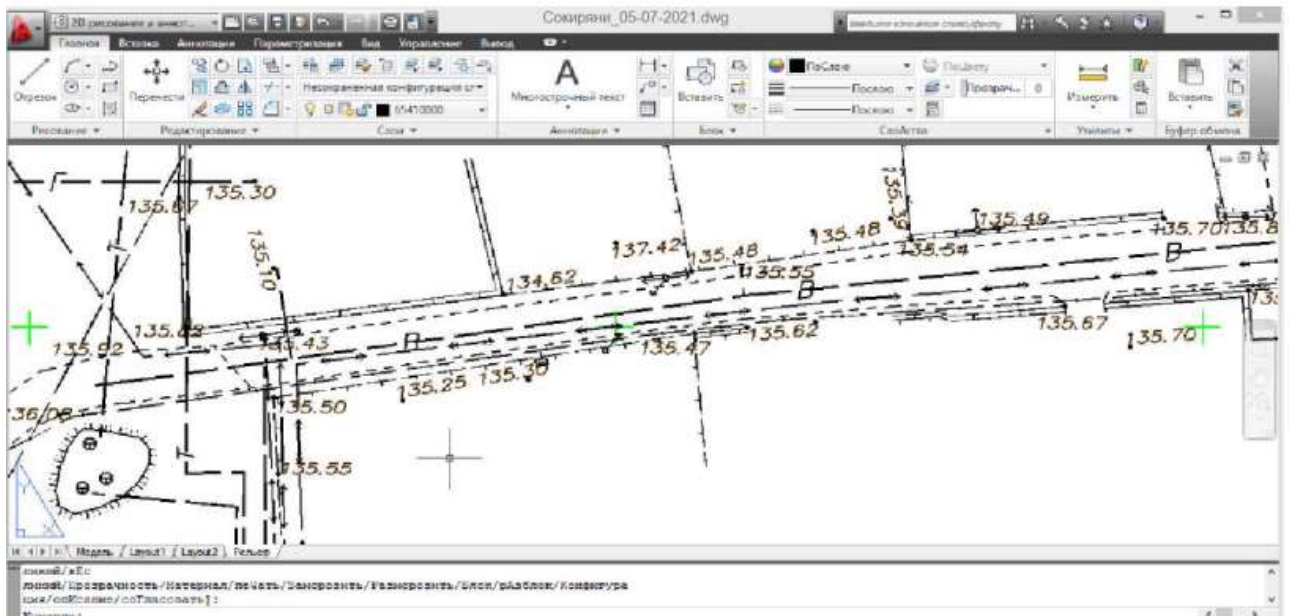


Рис. 3.14. Побудова комунікацій

Після завершення будівництва всіх об'єктів, ми починаємо оформлення підписів (рис. 3.15). Для точкових об'єктів автоматично надається оформлення підписів, використовуючи семантичні характеристики об'єкта, які передбачені у класифікаторі. Додаткові підписи точкових об'єктів, що не враховані у класифікаторі, а також підписи лінійних та площинних об'єктів, робляться за допомогою команди "Побудова/Текст" (знаходиться на панелі керування).

На масштабі 1:500 для розмітки типу будівель використовується така схема: житлові будівлі позначаються великою літерою "Ж", нежитлові - "Н". На топографічних планах масштабу 1:500 використовуються такі літерні позначення для матеріалів будівель: "К" - цегляні, кам'яні, бетонні і

легкобетонні, "М" - металеві, "С-Б" - склобетонні, "С-М" - склометалеві. Для невогнестійких житлових будівель може бути додатково використано позначення великою літерою "Д". Номери будинків фіксуються на плані у порядку, що відображає всі будинки населеного пункту. Зазвичай номери будинків підписуються паралельно до їхніх контурів, які звернені до вулиці. За необхідності, при великому обсязі інформації на плані, номери будинків можуть бути виділені червоним кольором. Також потрібно позначити підпис магістральної вулиці - Княгині Ольги.

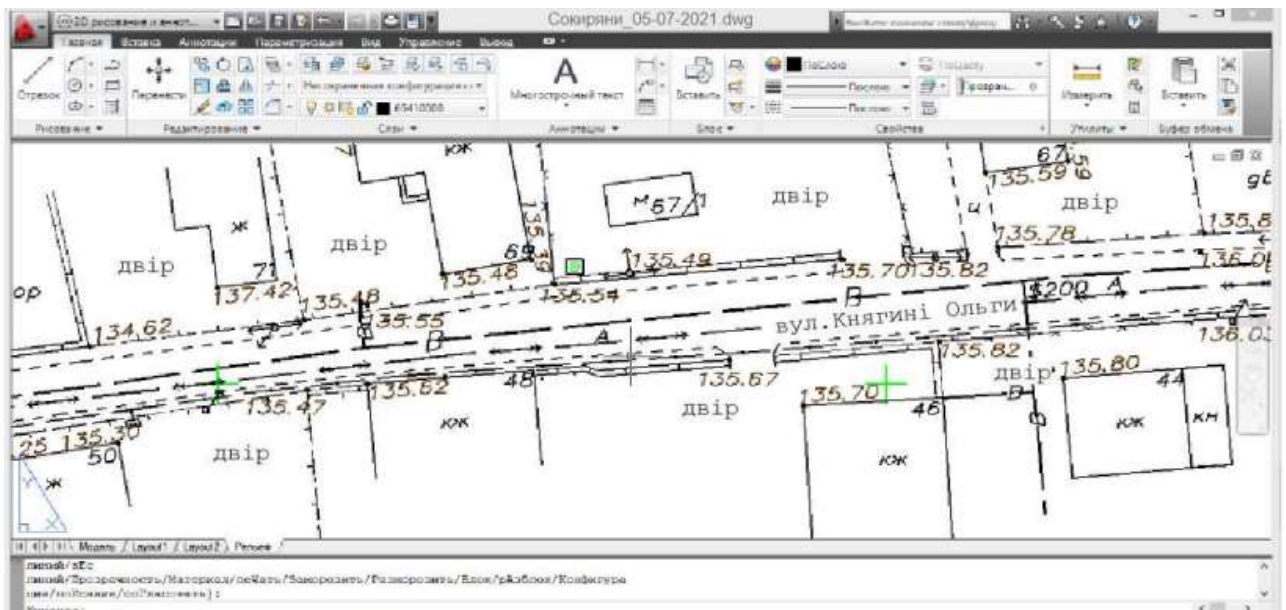


Рис. 3.15. Оформлення підписів

На останньому етапі креслення додаються необхідні дані для оформлення, такі як назва креслення, рамка, штамп креслення з відповідними атрибутами, найменування системи координат та висот, таблиця з координатами та абсолютними висотами точок теодолітного ходу, масштаб та перетин рельєфу. Ми не включали цей елемент до роботи, оскільки це може спричинити конфлікт з розголошенням конфіденційної інформації.

Після складання топографічного плану у програмі AutoCAD потрібно узгодити розміщені на ньому комунікації (лінії електропередач, лінії зв'язку, магістральні трубопроводи тощо) з організаціями, відповідальними за ці об'єкти. Якщо необхідно, організація може вносити поправки в топографічний план.

Також вивчили природно-господарські умови території. Вулиця розташована на заході м. Сокиряни і відгалужується від його центральної частини на захід. Площа земельної ділянки, на якій проводились дослідження, становить 1,0 га, але рекогностування проводилося вздовж усієї вулиці. Ця територія є сприятливою для будівництва висотних будівель і споруд, оскільки має рівнинний рельєф. Відмітки абсолютних висот коливаються від 134 м до 139 метрів (в межах 5 метрів).

За допомогою програмного продукту AutoCAD Civil 3D ми спроектували тахеометричне знімання на земельну ділянку м. Сокиряни з прив'язкою до відомих точок у системі плоских прямокутних координат СК-63 і Балтійській системі висот 1977 року. На території дослідження було прокладено тахеометричний хід для створення планово-висотної основи від пунктів полігонометрії №1039 та №3379. Цей хід є розімкнутим і проходить через вулицю Княгині Ольги. Ми застосовували польове кодування для прискорення камеральної обробки.

Під час знімання великої кількості однотипних об'єктів доцільно використовувати метод польового кодування. Важливо, щоб кількість використаних кодів не перевищувала можливостей швидкого введення без звертання до допоміжних матеріалів.

Останнім етапом складання технічної документації є складання топографічного плану. Для імпорту точок з координатами в креслення їх необхідно додати до бази даних проекту. Це можна зробити у вже створеному кресленні, імпортуючи геоточки з об'єктів креслення або завантажуючи з текстового файлу, отриманого в результаті обробки.

4 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Безпілотні літальні апарати надають небувалі можливості для дистанційного картографування та просторово тимчасового моніторингу. Виконуючи зйомку з необхідною періодичністю, можна стежити за розвитком різноманітних гідрологічних процесів і виявляти їх наслідки. Автоматизований процес збору та обробки просторових даних забезпечить високу точність результатів. В даний час технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) за допомогою космічних апаратів і авіації вивчені і застосовуються досить широко. Розвиток технологій ДЗЗ став можливим завдяки появі цифрової зйомки і активних сенсорів радарів, лазерних скануючих систем, автоматизації аерокосмічних робіт і процесів обробки даних [20].

Негативні наслідки господарської діяльності та антропогенного впливу на навколишнє середовище для біосфери сьогодні є об'єктивною реальністю. У той же час негативні результати антропогенного впливу в сучасних умовах розвитку людської цивілізації не є неминучими. Багато в чому деградація навколишнього середовища пов'язана з нераціональним використанням природних ресурсів, низьким рівнем розвитку і подальшого впровадження сучасних безвідходних технологій, помилками в екологічній і технічній політиці, відсутністю знань про можливі наслідки антропогенного впливу на екосистему [20].

В умовах великих та важкодоступних територій, а також в складних кліматичних умовах, застосування безпілотних систем єдиний засіб ефективно контролювати стан навколишнього середовища.

Використання БПЛА може виступати в якості загального джерела інформації для різних підрозділів на конкретній території, а різноманітність передач корисного навантаження дозволить отримувати інформацію про різні аспекти одних і тих же процесів.

Безпілотні літальні апарати здатні вирішувати наступні завдання:

- моніторинг лісових пожеж;
- моніторинг опустелювання та ерозії ґрунтів;

- моніторинг динаміки повеней;
- моніторинг атмосферних викидів.

На додаток до цих завдань можна здійснювати моніторинг об'єктів з високим радіаційним фоном. Наприклад, під час аварії на АЕС "Фукусіма 1" у березні 2011 року для контролю поширення радіаційного фону використовувалися безпілотники авіаційного типу. Також в ході цих заходів безпілотники показали свою ефективність як засіб координації дій по боротьбі з аваріями такого роду. Як відомо, екологічний моніторинг це багаторівнева структура, що складається з наступних рівнів: детального, локального, національного та глобального.

Застосування БПЛА доцільно як для безперервного моніторингу невеликих ділянок земної поверхні, тобто для детального рівня, так і для комбінованого використання декількох комплексів та інтерполяції даних з цих комплексів, а також для локального рівня [20].

Обстеження лісових насаджень та полів за допомогою БПЛА. Попередні дослідження показали, що БПЛА можуть бути використані для вирішення різноманітних завдань. В Європейському Союзі використання БПЛА для екологічного моніторингу лісів та полів є звичайним явищем, а в Україні установи наукового напрямку тільки завершують перші спроби у дослідженні роботи цього сучасного обладнання. За допомогою використання БПЛА можна отримувати актуальні матеріали про ліси. Літом 2018 р. були проведені випробування польоту БПЛА над певними лісовими масивами України. Аерофото і відеозйомка лісових масивів і площ лісових культур. Робоча висота польоту до 1200 метрів. Отримані відеоматеріали завантажувались потім на комп'ютер та оброблялись за допомогою відповідної програми. Вважається, що кращою для таких дослідів є погода без вітру і хмар в більш освітленій частині дня. Сьогодні зйомка ведеться камерами, які можуть знімати у видимому спектрі, але з розвитком науки прогнозується, що в найближчому майбутньому з'явиться камера з такими характеристиками, яка також дозволить вести зйомку в інфрачервоному діапазоні спектра. Це дозволяє проводити більш детальне вивчення рослинних спільнот за участю рослинних індексів, вивчати

вегетативну активність трав'янистих екосистем, стан лісових масивів і досліджувати інші аспекти.

В ході випробувань отримані зображення з повітря поверх дерев по заданому напрямку у видимому діапазоні і створювали на їх основі ортофотознімки. Ортофотоплан у видимому діапазоні може бути використаний для візуальної оцінки місця розташування лісових масивів, вимірювання площ, виявлення насаджень з погіршеним станом, слідів діяльності людини і тварин,

Отримані зображення дозволяють розрахувати NDVI та кількісно оцінити рослинний покрив, зокрема продуктивність лісів та такі основні показники насаджень, як висота, діаметр, розмір крони, повнота. Також отримані з БПЛА зображення дозволяють оцінити лісокультурні і лісогосподарські роботи, тобто взагалі це: якість обробки ґрунту під лісові культури, ручний і механізований догляд за лісовими культурами (засмічення), стан лісових культур (густота, збереження), захисні смуги і протипожежні мінералізовані смуги, контури зрубів і їх заростання, гірські хребти.

Дослідне застосування БПЛА у дослідному лісництві державного підприємства "СФ Укрнділха", а також аналіз літературних джерел свідчать 96 про високу ефективність використання безпілотних літальних апаратів при проведенні наукових досліджень. Адже БПЛА дає можливість систематично проводити якісні аерофотозйомки експериментальних лісових об'єктів та отримувати якісні об'єктивні дані, що суттєво впливає на рівень результатів досліджень. Неякісна ефективність засобів управління при великій площі полів це проблема, з якою довелося зіткнутися. Звичайне візуальне спостереження це організована щоденна поїздка в поле для огляду посівів, не може дати повної і об'єктивної картини. До недавнього часу супутникові знімки вважалися найбільш досконалим видом моніторингу. Але ці супутникові знімки коштують досить дорого, не мають найвищої роздільної здатності і не дуже швидкі, тому що їх потрібно замовляти заздалегідь. А використання БПЛА для моніторингу полів дозволяє швидко отримувати дані, та вони є значно дешевше. Чіткі дані дозволяють детально відстежувати зростання врожаю, виявляти всі негативні

риси і своєчасно вживати термінові необхідні заходи щодо усунення виявлених проблем.

Існуючі картографічні дані втрачають свою актуальність. Та наразі використання БПЛА для картування територій вважається більш економічним та швидким методом за допомогою аерознімання територій з метою складання ортофотопланів. Оперативне внесення в електронні карти змін, які відбулися впродовж року, дозволить значно прискорити і покращити матеріали, які складають основу безперервного лісовпорядкування БПЛА мають додаткові переваги перед традиційними повітряними і космічними зльотами: точність, мобільність і висока ефективність. Отримувані оновлені картографічні дані допомагають ефективно планувати і виконувати лісогосподарські заходи [20].

Невеликі і легкі безпілотники постачають дані, які сприяють кращому розумінню просторових і тимчасових процесів на водозборах. Застосування БПЛА особливо виправдано для визначення динаміки швидко розвиваються процесів. У місцях, де характерні повені, активна ерозія, скорочення лісового покриву. Своєчасне виявлення замулення і засмічення водойм, обвалення берегів дозволить швидко і з мінімальними витратами усунути небажані процеси. А контроль льодової обстановки і сніготанення допоможе прогнозувати обсяг стоку і запобігти можливим паводкам і повені [8]. При використанні БПЛА спостереження здійснюється не тільки за водними об'єктами, а й за прилеглою береговою лінією. Інформація про зони затоплення, що отримується з БПЛА, дозволяє швидко оцінювати ситуацію і прогнозувати її розвиток. БПЛА дозволяють виявляти несанкціоновані звалища або викиди промислових відходів. Найважливіша перевага БПЛА в їх економічній ефективності та оперативності. Можна в лічені години виконати повітряні зйомки навіть у важких умовах, де застосування звичайної авіації утруднено або неможливо. Модульна камера з функцією оптичної стабілізації зображення з 30-ти кратним оптичним збільшенням дає можливість максимально точно визначати рибальські мережі під водою.

Регулярний моніторинг водних ресурсів з БПЛА в разі паводку або повені дозволить визначити зони затоплення, виявити постраждалих, оцінити збиток і

спланувати дії з ліквідації наслідків, виявляти дії нелегальних рибалок. Якщо причиною повені є льодові затори, детальна зйомка допоможе знайти найбільш оптимальні місця установки вибухових зарядів для їх усунення. Дані з повітря будуть корисні при ліквідації наслідків екологічних катастроф. По знімках можна визначити всі ділянки забруднень, а за допомогою спостереження в реальному часі координувати роботу наземних груп. Можна точніше визначати напрямок і швидкість стоку, обчислювати сумарний стік, розмежовувати вододіли і створювати мережі водотоків. Точні тривимірні просторові дані допоможуть моделювати різні зовнішні умови, процеси перенесення зважених частинок або забруднюючих речовин.

БПЛА дає змогу стежити за розвитком різноманітних природніх процесів та виявляти їх наслідки. За допомогою отриманих зображень з БПЛА з'являється можливість оцінити лісокультурні та лісогосподарські роботи, оновлювати карти, виявляти осередки пожеж та засмічення територій, здійснювати нагляд за водокористувачами, водоспоживачами, береговими лініями та несанкціонованим використанням водойм і водоохоронних зон.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці становить систему правил і заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я та працездатності працівників. Мета управління охороною праці полягає у створенні нормативних умов, зменшенні травматизму, професійних захворювань і аварій на робочих місцях. В Україні профспілки активно беруть участь у розробці та впровадженні законів з охорони праці. Вони ініціюють законодавчі зміни, створюють проекти законів, узгоджують та затверджують правила, а також беруть участь у їх реалізації. Кодекс законів про працю (КЗпП) визначає основні завдання охорони здоров'я працівників, забезпечення безпечних умов праці та ліквідацію професійних захворювань і травматизму.

Кодекс містить розділи «Охорона праці» та «Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю», що визначають вимоги до здорових і безпечних умов праці, розробки правил та інструкцій, обов'язки адміністрації щодо розслідування нещасних випадків на виробництві, а також заходи для охорони праці. У приміщенні, де ведеться діяльність, температура повітря складає 23°C, вологість 56%, швидкість руху повітря 0,19 м/с. Для забезпечення здорових і безпечних умов праці вживаються організаційні та технічні заходи.

Функціонування системи охорони праці на підприємстві базується на тісному зв'язку виробничого процесу з методами підвищення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Для забезпечення виробничої безпеки потрібно виконати наступні завдання: забезпечити достатню освітленість на робочих місцях; оптимізувати параметри мікроклімату: температуру, вологість, швидкість руху та забрудненість повітря; знизити рівень шуму до допустимих норм. Освітлення здійснюється галогенними лампами, забезпечуючи світловий потік на рівні 400 Лк на робочому місці. Світильники та вікна чистяться двічі на рік для підтримки світлового потоку. Для підтримки мікроклімату використовується система опалення, вентиляції та кондиціонування, що забезпечує оптимальні параметри повітря. Система кондиціонування працює постійно, забезпечуючи комфортні умови. При високій запиленості

зовнішнього повітря забір повітря виконується техніко-економічним розрахунком. Вентиляційні та кондиціонувальні системи потребують виконання вимог пожежної безпеки. Для тепло- та звукоізоляції використовуються негорючі матеріали. Параметри електробезпеки контролюються за стандартами.

Шум регулюється відповідно до нормативів. Для боротьби з шумом застосовуються архітектурні рішення та акустична обробка приміщень. Освітленість перевіряється та виправляється відповідно до вимог. Використання енергоефективних джерел світла розглядається для оптимізації витрат енергії. Параметри електромагнітного випромінювання також відповідають стандартам.

Захист від електромагнітного випромінювання включає ряд заходів:

- ❖ Зменшення випромінювання на джерелі шляхом збільшення відстані між ними та робочим місцем.

- ❖ Впровадження організаційних заходів, таких як дозиметричний контроль кожні 6 місяців, регулярний медогляд, надання додаткових відпусток, скорочений робочий день, а також обмеження для осіб молодше 18 років та з певними захворюваннями.

- ❖ Встановлення допустимих рівнів напруженості електромагнітного поля згідно з відповідними стандартами: 50 В/м для частот 60 КГц - 3 МГц; 20 В/м для частот 3 - 30 МГц; 10 В/м для частот 30 - 50 МГц; 5 В/м для частот 50 - 300 МГц.

Ергономіка ставить за мету оптимізацію трудової діяльності та збереження здоров'я працівників. При цьому важливо забезпечити раціональне розміщення обладнання та органів керування, вибір оптимального робочого положення та зони огляду. Також важливе кольорове оформлення приміщень для забезпечення комфортних умов праці. Щодо пожежної безпеки, необхідно дотримуватися відповідних стандартів і нормативів, і здійснювати контроль за їх виконанням. Заходи з пожежної та вибухової безпеки мають забезпечувати безпеку працюючих та матеріальних цінностей у разі небезпечних ситуацій.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто методику складання топографічного плану масштабу 1:500 для забудованої території. Виконані роботи з планового та висотного обґрунтування зйомки відповідають технічному завданню і використовують сучасні технічні засоби, такі як електронні тахеометри та програми обробки. Дані вимірювання та їх обробка проведені за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення на персональному комп'ютері, що забезпечує високу точність. Аналіз польових та камеральних робіт підтвердив, що сучасні геодезичні засоби ефективно відповідають технічним вимогам і значно зменшують часові витрати.

Основна мета роботи полягає у демонстрації актуальності використання сучасних геодезичних засобів для великомасштабних знімань у міських умовах та розробки топографічного плану міського району.

Створення топографічного плану міського району здійснюється шляхом використання геодезичної зйомки. Розробка технології планово-висотного проектування геодезичної мережі входить до складу завдань. Розробка комплексу заходів для створення топографічного плану здійснюється за допомогою сучасних підходів. Основна увага теоретичної частини зосереджена на аналізі великомасштабного знімання як ключового етапу отримання інформації про місцевість. Теоретична частина включає вивчення процесу отримання геодезичних даних та ознайомлення зі сучасними технологіями, використовуваними у цьому процесі. Особлива увага приділяється методам зйомки з використанням різноманітних геодезичних засобів та супроводу геодезичних вимірювань. Досліджено сучасні технології камеральної обробки геодезичних даних та програмне забезпечення, що використовується для цієї мети. Встановлено широке використання різноманітних систем автоматизованого проектування та геоінформаційних систем в Україні. Обговорено переваги та недоліки різних програмних засобів, таких як CREDO, ГІС6, Digitals та AutoCAD Civil 3D. AutoCAD Civil 3D об'єднує функціонал для землевпорядкування, проектування генплану та геодезії та має інтелектуальний

зв'язок між об'єктами. Додаток спрощує процес від первинної обробки даних до отримання інженерних мереж і проектування генплану. Вивчено природно-господарські умови території та визначено рельєф та особливості місцевості. Тахеометричне знімання проведено з використанням програмного продукту AutoCAD Civil 3D та прив'язано до відомих точок у системі координат. Проведено тахеометричний хід для створення планово-висотної основи від пунктів полігонометрії, що прокладався через вулицю. Під час знімання застосовувалося польове кодування для прискорення камеральної обробки даних.

Останнім етапом є складання топографічного плану, процес якого детально розглядається, включаючи імпорт координатних точок та дотримання стандартів проектної документації та охорони праці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Геодезичний енциклопедичний словник. / За ред. Володимира Літинського – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.
2. Гофманн-Велленгоф Б. Ліхтенеггер Г., Колінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика. / Переклад з англ. мови за ред. Акад. НАНУ Я.С. Яцківа, - К.: Наукова думка, 1996. – 380 с.
3. Грещук Г. І. Сутність землеустрою та землевпорядкування: концептуальний підхід. Агросвіт. 2016. № 23. С. 24–27.
4. Закон України «Про Державний земельний кадастр» від 07.07.2011 № 3613-VI (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>
5. Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 № 858-IV (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15>
6. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>
7. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
8. Інструкції про типи центрів (Київ, ГУГК і К, 1993 р.).
9. Закон України «Про охорону праці» від 27 листопада 2016 року №1344– IV. (Остання редакція 12.02.2015) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://sop.zpr.ua/norm_zakon.php. – 26.11.17. – 28 кБ.
10. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
11. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376 (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0391-10>

12. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>
13. Ланьо О.В. Савчук С.Г. Дослідження точності РТК-вимірювань у мережі референцих станцій. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 4 (79). С. 8-13.
14. Пістун І. П. Практикум з безпеки життєдіяльності. – Львів, 2000. – 112
15. Про затвердження *Інструкції з Топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500* (ГКНТА-2.04-02-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98
16. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референційної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою: наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 р. №509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text> (дата звернення: 30.11.2023)
17. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон України від 21.05.1997 р. № 280/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>
18. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
19. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998 р. № № 353-ХІV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>
20. Рій І.Ф., Бочко О. І., Біда О.Ю. Електронні геодезичні прилади: навч. пос. І.Ф. Рій, О. І. Бочко, О.Ю. Біда – Львів: «ГАЛИЧ-ПРЕС», 2021. – 336с.: іл.
21. Савчук С.Г. Проблемні питання під час використання сучасних супутникових технологій визначення координат. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». — 2007. — Вип. 69. — С. 20 – 33.
22. Третьяк А. М. Землеустрій: підручник. Херсон : Олді-плюс, 2019. 520 с.