МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

Відділ заочного навчання Центру перепідготовки та підвищення кадрів

Кафедра геодезії і геоінформатики

Кваліфікаційна робота

освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЦІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО У МІСТІ ЛЬВОВІ»**

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконав: студент групи ЗВ-51

Жмурко А.І.

Науковий керівник: д.т.н., професор

Куліковська О.Є.

Рецензент: _____

Львів 2025

РЕФЕРАТ

Геодезичне забезпечення реконструкції вулиці Богдана Хмельницького у місті Львові. Жмурко А.І. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії і геоінформатики. – Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, 2025.

60 с. текстової частини, 8 таблиць, 27 рисунків, 17 літературних джерел, презентація.

Проаналізовано стан геодезичних робіт під час знімання автомобільних доріг і розвиток програмних продуктів для опрацювання геодезичних вимірів. Полярною засічкою перенесено координати з настінних марок на тимчасові пункти, а електронним тахеометром Leica TPS 1205+ виконано вимірювання з подальшим вирівнюванням у CredoDat. Описано методику збору топографічної інформації безпілотниками та створення цифрової моделі місцевості. У AutoCAD Civil 3D 2013 розроблено топографічний план масштабу 1:1000, що використовували для реконструкції вул. Богдана Хмельницького. Розглянуто безпеку топографо-геодезичних робіт і запропоновано заходи з охорони довкілля.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	ГЕОДЕЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	6
2	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ	14
2.1	Фізико-географічна характеристика району робіт	14
2.2	Топографо-геодезичне забезпечення району робіт. Створення геодезичної основи	18
2.3	Вирівнювання та оцінка точності планової та висотної основи у програмі CredoDat	22
3	ВИДИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ТОПОГРАФІЧНОМУ ЗНІМАННІ	31
3.1	Геодезичні роботи при виконанні топографічного знімання	31
3.2	Топографічне знімання інженерних мереж	36
3.3	Складання топографічного плану масштабу 1:1000 з січенням рельєфу 0.5 м у програмі AutoCAD Civil 3D 2013	39
4	ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛ. БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО У М. ЛЬВОВІ	42
4.1	Польові геодезичні роботи при реконструкції проїжджої частини вулиці Богдана Хмельницького	42
4.2	Складання поздовжнього і поперечних профілів вулиці Богдана Хмельницького у програмі AutoCAD Civil 3D 2013	44
4.3	Основні вимоги до влаштування трамвайних колій	50
5	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	53
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	55
	ВИСНОВКИ	58
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	59
	ДОДАТКИ	61

ВСТУП

У дорожньому будівництві та проєктуванні увагу значну приділяють дослідженням геодезичним інженерним. Вони відіграють роль ключову у створенні конструкцій дорожніх, адже якість робіт визначає ефективність будівництва.

Супроводження геодезичне включає розрахунки, креслення й натурні вимірювання, що гарантує точність споруд і відповідність проєкту нормативним вимогам. Контроль будівельних процесів і матеріалів забезпечує геодезія, дотримуючись документів нормативних. Автоматизують процеси сучасні технології: нівеліри та рулетки замінюють лазерні сканери, GPS-приймачі й електронні тахеометри, що підвищують точність. Таке обладнання застосовують для контролю техніки будівельної та точного виконання проєкту.

Електронні тахеометри використовують широко, адже вони вимірюють відстані, кути й висоти одночасно, хоча їх встановлення утруднюється потребою закріплення геодезичних пунктів. Технології GNSS, незалежно від часу доби й умов погодних, забезпечують точність, дозволяючи працювати з приймачами кількома.

Для ремонту доріг проводять вишукування геодезичні: сканування лазерне, топографічну зйомку й аналіз покриття дефектів. Ключові точки закріплюють, а дефекти фіксують сканерами й тахеометрами. Також здійснюють вимірювання мостів, труб та споруд інших.

Геоінформаційні системи відіграють роль важливу в картографуванні, об'єднуючи створення карт, аналіз і даних обробку. Використовують GPS-приймачі, цифрові тахеометри та технології інші. Популярні ГІС-програми (QGIS, ArcGIS, AutoCAD) працюють із геоданими різних форматів.

Сучасне обладнання геодезичне розширює можливості будівництва, підвищуючи точність і ефективність. Технології новітні й автоматизація сприяють управлінню якісному процесами будівельними.

1. ГЕОДЕЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Геодезичні роботи – важлива частина дорожнього будівництва, що контролює земляні роботи та відповідність конструкцій проєкту. Від розмітки залежить якість і вартість дороги.

Контрольні та розмічувальні роботи передбачають закріплення точок, що формують контури дороги. Використовують різні знаки: палі, кілки, візирки, які позначають вісь полотна, укоси, резерви та висоти насипів і виїмок.

Геодезичні роботи проводять етапами: • Пошуковий – визначають вісь дороги та передають будівельникам. • Підготовчий – згущують геодезичні пункти й виконують нівелювання. • Будівельний – контролюють положення полотна та розмічають профіль.

На фінальному етапі оформлюють виконавчу документацію. Після пошукових робіт замовник і будівельна організація приймають перенесені геодезичні елементи траси, що фіксується актом. Разом передають схему закріплення, профіль траси, відомість реперів і дані про смугу відводу.

Вісь дороги є головною лінією розмічування, а точність визначається відповідністю проєкту. Вплив помилок будівельної техніки перевищує похибки розмічувальних робіт. Геодезичні відхилення не повинні перевищувати 35% будівельного допуску.

Закріплення точок планово-висотної основи виконують під час пошуку. Траса з точками формує опорну мережу. Обсяг робіт визначають нормативами, а результати оформлюють в актах і схемах. Відповідність висотної основи перевіряють за каталогами, а пункти нівелювання уточнюють. Закріплюють трасу стовпами, кілками, свайками або фарбою. Виносні точки розташовують з урахуванням рельєфу, у гірських районах додатково фіксують нульові місця. На довгих прямих трасу закріплюють тичками через 0,5-1 км. Повороти позначають

стовпами, а головні точки кривих – перпендикулярами до тангенсів. Осі споруд закріплюють на перпендикулярах до траси, а смугу відводу – межовими знаками.

Для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів у розмічувальних роботах застосовують теодоліти з точністю 30"–1'. Вони поділяються на високоточні (1"), точні (2-5"), технічні (15-30") та навчальні (60").

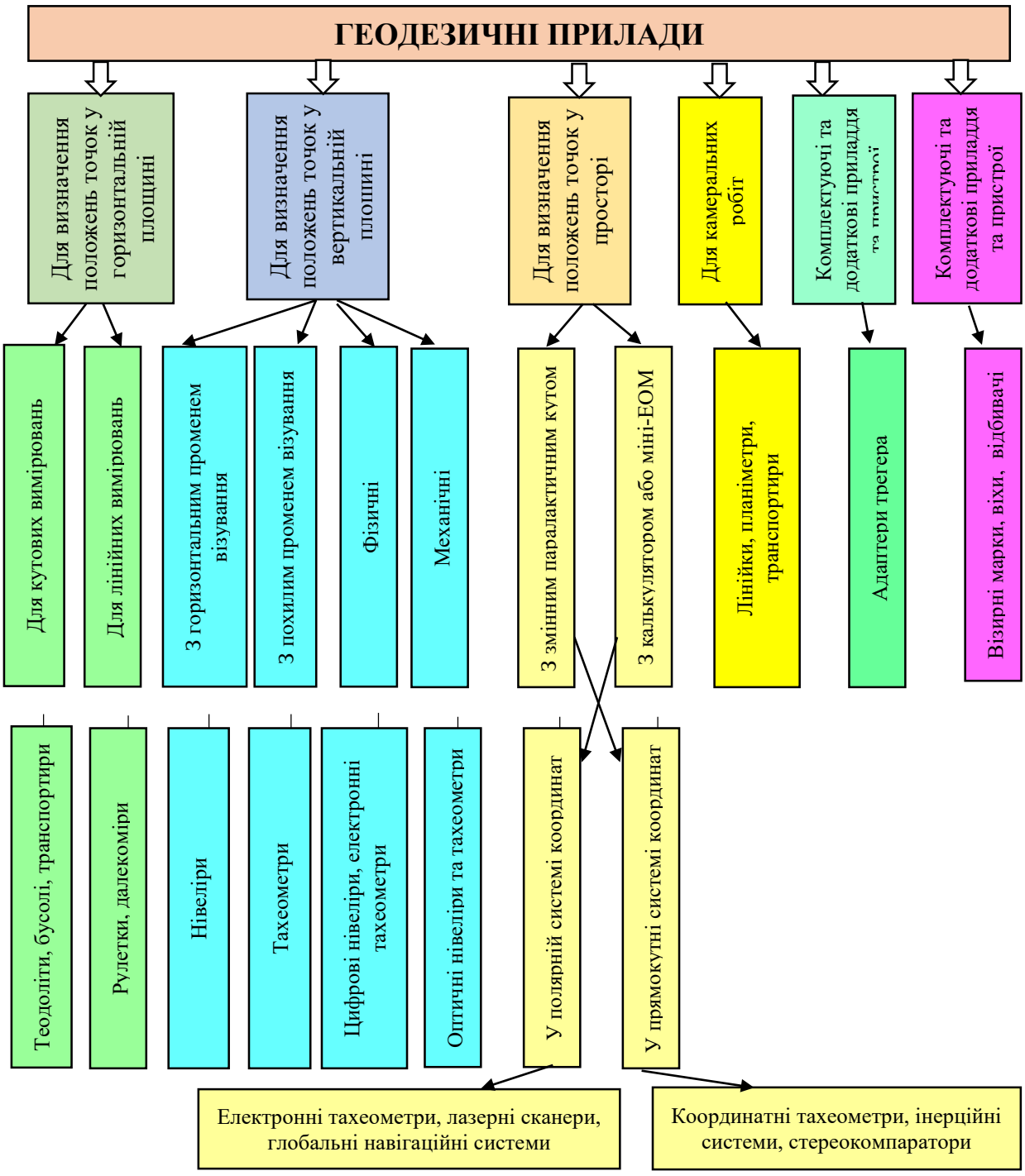


Рис 1.1 Класифікація геодезичних приладів [8]

У дорожньому будівництві використовують способи прийомів для закріплення траси та суміщення нулів у розмічуванні. Вертикальні кути

контролюють поздовжній профіль і ухил. Автоматизація вимірювань підвищує продуктивність: кодові теодоліти спрощують процес, а лазерні допомагають вимірюванням, проте не замінюють традиційні інструменти.

Гіротеодоліти самостійно визначають азимути з точністю 5-60". Розмічувальні роботи виконують безпосередньо (рулетками, стрічками) або опосередковано (віддалемірами). Лінії вимірюють двічі, проекцію визначають через кут нахилу. Оптичні віддалеміри уточнюють віддаль, після чого рулеткою відкладають відрізок. Висоти визначають нівелюванням, використовуючи нівеліри: високоточні, точні та технічні. Лазерні та кодові нівеліри автоматизують процес, створюючи видиму площину або працюючи з ЕОМ для розрахунків.

Традиційне геодезичне розмічування потребує численних знаків, які можуть бути втрачені, що спричинило розробку автоматичних систем, що використовують інфрачервоні промені для дистанційного керування машинами.

У дорожньому будівництві застосовують геодезичні інструменти: • Розмічувальний прилад – визначає перевищення та проекції. • Тички-візирки – закріплюють ухил. • Контрольний шаблон – вимірює ухили. • Укосники – позначають межі насипів і виїмок.

Криволінійних сполучень розмічування передбачає відновлення головних точок кривих (ПК, СК, КК). Для кривих складних додають точки початку й кінця перехідної кривої. Відновлюють втрачені точки координатними методами та промірами.

Детальне здійснюють розмічування з інтервалами 5-20 м, використовуючи продовжені хорди, координатний спосіб або теодолітні вимірювання. Плавний забезпечують перехідні криві вихід і вхід із кругових кривих, їх визначають за параметрами клотоїди. Контролюють збіг точок із позначками пікетажними.

У гірській місцевості ухили через великі застосовують серпантини – зовнішні складні заокруглення, кожна з яких має проєкт індивідуальний. Для розрахунку необхідні два радіуси (r, R), довжина вставки прямої (d), перетину точка (O) і кут φ. Теодоліт встановлюють у точці O, визначаючи повороту вершини кутів. Від A і

М точок відкладають Т тангенси, отримуючи L і В точки – початок і кінець серпантини. Основну розмічають криву через 5 м, ділячи φ кут.

Профілю трас переломи згладжують кривими вертикальними, які залежать радіуси від швидкості руху. Опуклі мають криві 600–25000 м радіуси, ввігнуті – 200–8000 м. Кресленнях на поздовжнього профілю зазначають кривих параметри та висоти точок пікетажних. Обчислюють висоти проміжних точок за таблицями або формулою, переносячи геометричним нівелюванням у натуру.

Будівельна відповідає організація за знаків збереження основи дороги планово-висотної. У разі знищення їх відновлення проводиться згідно з СН 234-62 "Інструкцією з інженерних вишукувань". На підготовчому етапі здійснюють відновлення планово-висотної основи, детальне земляне полотно та супутні розмічування елементи.

Розмічування випереджає земляні роботи на 1,5–2 км. Послідовність технологічна: закріплення поперечників, визначення розташування, детальне розмічування полотна земляного, точок закріплення розмічування, результатів фіксація у журналі та схемах.

Насипів розмічування здійснюють геометричних елементів розрахунком, віддалі визначаючи від осі дороги до брівок. Позначають брівки рулеткою, у точках отриманих встановлюють кілки. Для насипів вищих використовують укісники та тички-візирки. Контролюють насипи понад 2 м стовпами з поділками.

Розмічування виїмок визначає віддалі до брівок, межі позначають борозною, потім укісниками й тичками-візирками. Дані фіксують у журналі. Виконують резерви односхилі (до 10 м) та двосхилі (більше 10 м), розмічаючи 50 м через кожні. Для ухилу поздовжнього встановлюють планки на однаковій висоті, визначеній нівелюванням геометричним.

Споруди водопровідні відводять ґрунтові та дощові води. Канави прокладають на косогорах до основних робіт, а води ґрунтові дренуванням відводять. Відхилення від проєкту не перевищує ±0,005. Розмічування здійснюють кожні 20 м, фіксуючи у журналі. Дренажні розмічають траншеї аналогічно канавам нагірним, закріплення висотне виконують обносками або візирками через 20 м.

Елементів закріплення: • Висотні – осьовим стовпом або тичками-візирками, планові – створними виносками. • У скельних ґрунтах точки позначають канавками або лініями з каменів виносні. • Виносні точки осі для відновлення служать, укосів меж, висот виїмок і насипів. • Для прямих обирають дві ділянок точки виносні (не менше 50 м), для кривих – з боку нагірного. • Усі елементи вносять у журнал із схемами, описами та ескізами.

Будівельний період геодезичних робіт контролює відповідність натурних розмірів полотна до проектних параметрів, використовуючи методи земляних робіт. У механізованих зонах перевіряють брівки, положення полотна, висоту насипів, крутизну укосів, глибину виїмок і профіль. Планові та висотні знаки оперативно відновлюють у разі пошкодження. Лінійні, висотні та кутові дані використовуються для фіксації параметрів. Насипи споруджують із перевищенням висот на 10 см і уширенням до 15 см.

Контроль висотний і плановий здійснюють тичкуванням, нівелюванням або розмічувальними пристроями. Автогрейдери та укосники застосовують для нарізання укосів із використанням шаблонів. Візирки використовують для високих насипів, а гідромеханічне нівелювання – для точності. Поздовжній профіль перевіряють бульдозером або візуванням.

Контроль виїмок ведуть від осі, розмічування та закріплених точок. Ширину та укоси перевіряють рейками, нівелюванням і шаблонами. Глибокі виїмки контролюють візирками та звіркою з проектом, використовуючи екскаватори. Перевірка елементів земляного полотна охоплює резерв, укоси та водовідводи. Контроль каналів включає поздовжній профіль, ухил і напрям. Глибокі канави перевіряють рейками, глибиномірами або автоматичними системами.

Геодезичний контроль розпланування завершує формування полотна. Відповідність проекту забезпечують нівелюванням за допомогою бульдозерів, автогрейдерів і розмічування. Осьові точки визначають теодолітом. Відновлення осі полотна здійснюють фіксацією проектного профілю за допомогою рулетки або теодоліта, кілки відновлюють нівелірами.

Після формування бульдозерами проводять розпланування. Контроль ухилу та висоти виконують рейками, візирками й маркерами. Використання двокольорових кілків і нівелірів підвищує точність. Система ПУЛ спрощує процес, дозволяючи виконувати розпланування за 1-2 проходи без додаткових геодезичних робіт, автоматично контролюючи профіль полотна.

Розпланування укосів відбувається бульдозером, автогрейдером або екскаватором-драглайном в кілька етапів. Низькі насипи розпланувують спочатку на верхній частині, потім на нижній. Високі насипи розмічають кілками, контролюючи нахил ухиломіром. Укоси нарізають автогрейдером чи бульдозером з використанням шаблонів або системи ПУЛ.

Контроль дорожніх основ проходить етапами. Після планування відновлюють осьові кілки для дорожнього одягу. Підстилаючі шари вирівнюють автогрейдером з урахуванням коефіцієнта ущільнення. Поперечний ухил перевіряють шаблоном, відхилення висоти не перевищують ±5 см. Для щебеню чи гравію використовують бульдозер чи щебнеукладчик, контроль висоти та ухилу здійснюється кілками й прапорцями. Відхилення висоти не перевищують ±5 см, ухил – 0,005. Після укладання асфальтобетону контролюють рівність і висоту покриття для відповідності проекту. Для цементобетонного покриття встановлюють рейкоформи та контролюють рівень.

Виконавче знімання фіксує фактичне положення елементів дороги та їх відповідність проєкту (розміри, профілі, положення траси). Воно проводиться не лише після будівництва, а й на проміжних етапах, зокрема на пікетах. Проміжну перевірку якості робіт здійснює комісія технічного нагляду. Після завершення земляного полотна та покриття виконуються додаткові перевірки. При прийманні дороги надають геодезичні документи з виявленими відхиленнями від проєкту. Виконавче знімання базується на планово-висотних точках, створах, реперах і марках, включаючи знімання осі, меж, профілів і складання креслень для експлуатації та інвентаризації дороги.

Способи знімання: • Вимірюють відстані від осі до контрольних точок, осі відновлюють через відкладання кутів, розмічаючи криві. • Під час проміжного

контролю знімають планові елементи та укоси на пікетах, а при здачі в експлуатацію – кожного кілометра. • Поздовжній профіль перевіряють на переломах ухилів і пікетах геометричним нівелюванням, результати фіксуються у відомості. • Поперечники знімають геометричним нівелюванням у невисоких виїмках і насипах, тригонометричним – у більших. • Поперечники знімають теодолітом або екером перпендикулярно осі дороги, з можливістю додаткового контролю для високих насипів. • Для скельних виїмок застосовують метод базиса з рухомою маркою або редукційні віддалеміри. • Тахеометричне нівелювання виконують теодолітом-тахеометром, вимірюючи кут нахилу та відстань до поперечників. • Внутрібазні віддалеміри та метод базиса дозволяють точніше знімати перевищення та відстані на складних ділянках дороги.

Точність розташування осей штучних споруд, фундаментів, поздовжнього та поперечного профілів земляного полотна й автомобільної дороги забезпечується виконанням геодезичних робіт під час будівництва, реконструкції та капітального ремонту. Для автоматизації геодезичних вимірювань і зйомок використовують (рис. 1.2):

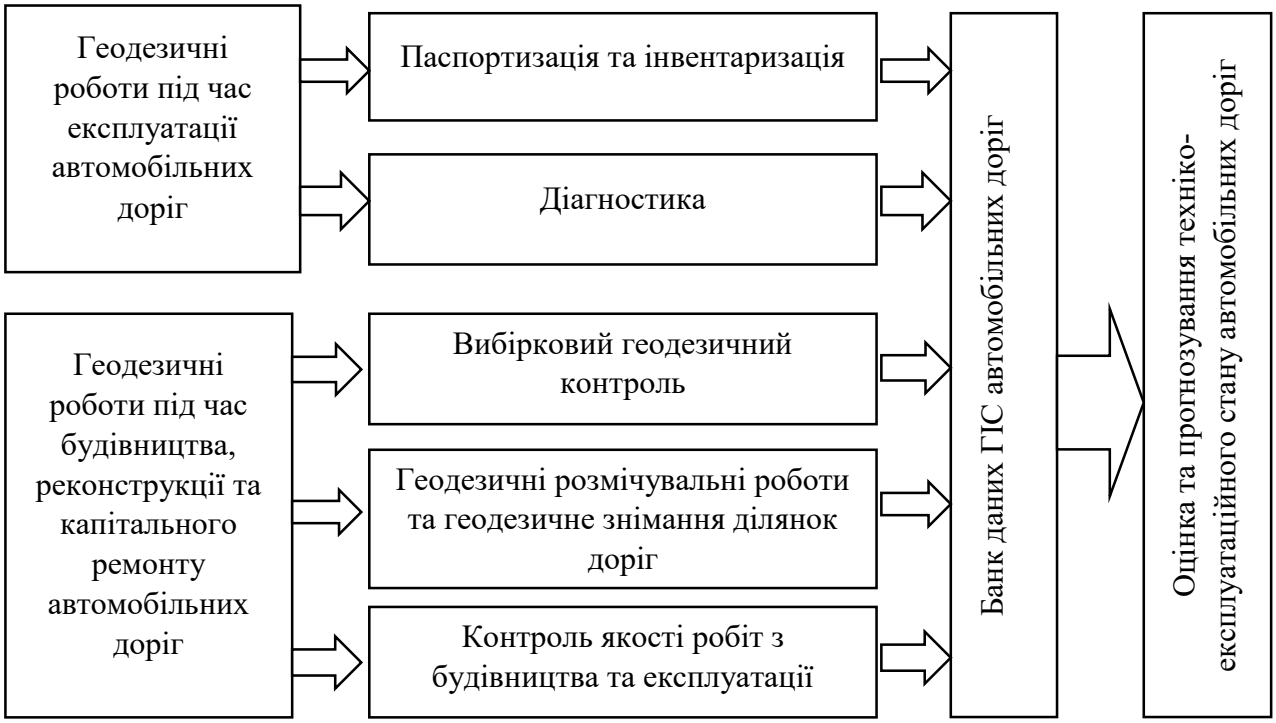


Рис. 1.2 Схема геодезичного забезпечення дорожньо-будівельних робіт

Вибір геодезичного обладнання для будівництва доріг має забезпечувати необхідну точність. Сучасні прилади автоматизують процеси, знижують похибки та синхронізують роботу техніки і геодезистів.

Рис. 1.3 ПАК Leica PowerGrade для бульдозерів і грейдерів на повороті.

Leica Power Grade 3D – система контролю грейдера з GPS та тахеометрією, що оптимізує будівництво. Вона підвищує ефективність, подовжує ресурс техніки, економить матеріали та має зручний інтерфейс. Основна особливість – PowerSnap для швидкої зміни контролерів. Переваги: підвищення продуктивності, гнучкість (від 2D до 3D), економія через автоматизацію. Leica PowerGrade 3D усуває залежність від геодезичних пікетів, економить матеріали та забезпечує точність. Доступна у варіантах 1D, 2D, 3D, підтримує автоматичне бокове зміщення для точного орієнтування. Система PowerDigger для екскаваторів працює з точністю до 1 см, витримує складні умови (IP68), знижує потребу в додатковому персоналі та підвищує продуктивність. Доступні конфігурації 1D, 2D, 3D.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ

2.1. Фізико-географічна характеристика району робіт

Вулиця Богдана Хмельницького – одна з найстаріших у Львові, відома з XIII століття. Це важлива транспортна артерія, що веде на північ від центру і до виїзду з міста. Колишня Жовківська дорога була головною артерією Жовківського передмістя і починалася від площі Князя Ярослава Осмомисла. У XIII столітті вона була межею між Середмістям та Підзамчем, а також з'єднувала Львів з Волинню. В кінці XVIII ст. стала Жовківською, а 1936 року була перейменована на вулицю С. Жолкевського. Назва Богдана Хмельницького з’явилася у 1944 році.

Історично вулиця була важливим промисловим районом Львова, оскільки ще за Данила Галицького тут проживали ремісники. Забудована в основному дво-триповерховими кам’яницями XIX століття, вулиця зараз є частиною Північного промислового району. Її вигляд змінився: проїжджа частина заасфальтована, з'явилися нові будинки. Вулиця зберігає важливу транспортну функцію, з’єднуючи Львів з Волинню, Києвом та іншими країнами.

Протяжність вулиці – 4950 м. Початок: 49°50′41″ пн. шир., 24°01′45″ сх. дов.; кінець: 49°52′42,0″ пн. шир., 24°03′55,0″ сх. дов.

Початок вул. Б. Хмельницького забудований переважно кам'яницями XIX століття. Кам'яниця № 3, збудована в 1910-х роках у стилі раціональної постсецесії, і будівля № 5, побудована у 1912–1913 роках за проєктом Романа Фелінського та Адольфа Піллера, є типовими для цього часу. Архітектор Фелінський також працював над будівлею № 11, де до 1941 року був кінотеатр «Адрія».

Будинок № 23 в стилі сецесії збудований 1912–1916 років за проектом Александра Остена. Однією з найстаріших споруд є церква святого Миколая, збудована в XIII столітті. Поруч знаходиться Василіянський монастир, а на вул. Хмельницького розташовані чиншові кам'яниці другої половини XIX століття. Відзначається також церква святої Параскеви, збудована у XIII столітті та перебудована в 1644 році.

Цей район багатий на архітектурні пам'ятки, серед яких будівлі у стилі сецесії. Вул. Б. Хмельницького та прилеглі території включають кілька історичних споруд, таких як синагога Коркіса, яка була перебудована в 1911 році, та інші цікаві будівлі, що зберегли історичний вигляд.

У цьому районі також є сучасні артцентри, зокрема Jam Factory Art Center, відкритий у 2023 році. Важливими елементами є будівлі, побудовані наприкінці XIX – на початку XX століття, що залишають значний архітектурний спадок, зокрема будівля під № 56 архітекторів Шульців у стилі неоренесансу.

Вулиця Богдана Хмельницького – одна з основних транспортних артерій північно-східної частини Львова, де проходять численні маршрути автобусів та маршруток, що з'єднують Збоїща та Підзамче з іншими районами міста. До 2020 року курсувало маршрутне таксі № 48 від Збоїщ до аеропорту «Львів». Біля перехрестя з вулицею Липинського знаходиться автовокзал «Північний» (автостанція № 2), звідки відправляються приміські автобуси до Дублян (№ 180А, 1А), Кам'янки-Бузької (№ 150), Жовкви (№ 151), Куликова (№ 124), Нового Яричева (№ 120), Ямполя (№ 114), Крехова (№ 295) та до сіл Жовківського, Камянка-Бузького, Буського, Бродівського, Золочівського , Сокальського напрямків .

На ділянці вулиці Хмельницького від Гайдамацької до Промислової пролягає трамвайна колія, якою рухається трамвай № 6, що з'єднує Збоїща з головним залізничним вокзалом Львова.

Львів розташований у центральній частині Львівської області між Яворівським на заході та Львівським районами, з півночі, сходу та півдня. У східноєвропейському часовому поясі на 24 меридіані; місцевий час відстає від поясного на 24 хвилини. Площа міста у 2023 році становила близько 182 км².

У середньовіччі важливі шляхи пролягали через місто: • «Чорний шлях» – із заходу через Краків, Перемишль, Мостиська, Городок Ягайлонський, Рудне на схід до Києва. • Шлях з Угорщини та Волощини через Карпати на північ до Балтики. • «Краківський шлях» – через Личаків, Винники, Глиняни, Золочів, Зборів на Поділля. До Львова з півдня вели: • «Волоський шлях» – через Ясси, Коломию,

Галич; входив у місто на вул. Зелену. • «Угорський шлях» – через Лавочне, Славсько, Стрий; вів через Галицьку браму.

Львів – ключовий транспортний вузол України. Європейські маршрути E40, E372, E471 та міжнародні автошляхи M06, M09, M10, M11 з'єднують місто з Києвом, Будапештом, Варшавою та Краковом, а національні H09, H13, H17. Транзитний транспорт об'їжджає місто, проте це не вирішує проблеми, зумовлені заторами, станом доріг, вузькими вулицями і рельєфом. Причина заторів – нестача паркомісць, зокрема багаторівневих.

Сучасний Львів – важливий залізничний вузол, що з'єднує захід України з іншими регіонами. Залізниці, збудовані ще до Першої світової війни, відповідають старим торговим шляхам. Через місто проходять міжнародні маршрути. У 2010-х роках планувався проєкт «Євроколія», що мав з'єднати Львів з Польщею швидкісною залізницею стандарту 1435 мм. У місті розташована штаб-квартира Львівської залізниці – однієї з найбільших в Україні, а головний вокзал є основними воротами.

Міжнародний аеропорт «Львів» імені Данила Галицького, розташований за 6 км від центру, сполучає місто з найбільшими аеропортами України та Європи. У 2019 році пасажиропотік аеропорту становив 2 044 500 осіб. У Львові діють трамваї, тролейбуси, автобуси та маршрутні таксі, на останні два припадає 64% перевезень. У 2016 році реалізовано проєкт «Трамвай на Сихів».

Відстань від Львова до великих міст (автошляхами)

Варшава ~ 395 км	Берестя ~ 312 км	Рівне ~ 211 км
Люблін ~ 217 км	Володимир ~ 133 км	Луцьк ~ 151 км
		Київ ~ 537 км
Прага ~ 846 км	↑	
Краків ~ 334 км	← **Львів** →	Тернопіль ~ 134 км
Ряшів ~ 172 км	↓	Хмельницький ~ 241 км
Будапешт ~ 577 км		
Дебрецен ~ 390 км	Хуст ~ 288 км	Івано-Франківськ ~ 142 км
Ужгород ~ 269 км	Бая-Маре ~ 370 км	Чернівці ~ 273 км

Місто знаходиться приблизно за 70 км від кордону з Польщею, на стику Львівського плато, горбкуватого Розточчя і низинної Надбужанської котловини. Через нього проходить Головний європейський вододіл, що розмежовує річки Балтійського та Чорноморського басейнів. Середня висота Львова – 289 м, найвища точка – гора Високий замок (413 м). Львів було збудовано на річці Полтві, яку в XIX столітті пустили через колектор.

Місто має понад 20 парків, 2 ботанічні сади, 16 пам'яток природи. Два парки є пам'ятками садово-паркового мистецтва національного значення. В межах міста розташований регіональний ландшафтний парк «Знесіння» площею понад 300 га.

У Львові поширені верхньокрейдові, верхньоміоценові та четвертинні відклади, включаючи чорноземи, елювіальні та торфово-болотні ґрунти.

Клімат. Львів має помірноконтинентальний клімат з м'якою зимою і теплим літом. Середня температура в січні – −3 °C, а в липні – +19 °C. Максимум температури (+37,0 °C) був у серпні 1921 року, мінімум (−33,6 °C) – у лютому 1929 року. За останні 100–120 років температура підвищилася на 1 °C. Вологість повітря складає 79 %, а західні вітри дмуть найчастіше.

Таблиця 2.1

Клімат міста Львова (дані 2024 р.)

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °C	14,9	17,7	22,4	28,9	32,2	34,1	36,3	35,6	34,5	25,6	21,6	16,5	36,3
Середній максимум, °C	0,2	2	7	14,5	19,5	23	24,7	24,5	19	13,2	6,8	1,5	13
Середня температура, °C	−2,7	−1,5	2,5	9	13,8	17,3	19	18,5	13,5	8,4	3,3	−1,3	8,3
Середній мінімум, °C	−5,7	−4,8	−1,4	3,8	8,4	12	13,7	13,2	8,7	4,4	0,4	−4,1	4,1
Абсолютний мінімум, °C	−28,5	−29,5	−25	−12,1	−5	0,5	4,5	2,6	−3	−13,2	−17,6	−25,6	−29,5
Норма опадів, мм	45.5	47.7	48.1	51.9	93.4	86.3	96.2	72.5	69.9	56.6	49.7	49.5	767.3

Львів має найбільшу кількість опадів і найнижчі літні температури серед обласних центрів України через низьку континентальність. За рік випадає в середньому 767 мм опадів, з найбільшими кількостями в липні. У місті 174 дні з

опадами на рік. Літо прохолодне, з температурою в межах +20-25 °С, спека – рідкість. Весна прохолодна і дощова, з можливими заморозками до травня. Осінь тепла і суха, а зима м'яка з рідкими морозами нижче −20 °С. Мікроклімат міста має більші перепади температур у центральній частині і сильні вітри на підвищених околицях.

Станом на 1 січня 2016 року населення Львова становило 728 455 осіб, а на 1 червня того ж року – 757,1 тис. осіб. Під час останнього перепису 2001 року чисельність населення Львова була 759 тис., а 1989 року – 817 тис. За даними обласного управління статистики, 51 % львів'ян мають вищу освіту, 25 % – середню спеціальну, 10 % – середню. 2000 року українською мовою спілкувались 79 % львів'ян, 20 % – російською. За опитуванням 2023 року, українською вдома розмовляли 96 % населення, російською – 3 %.

2.2 Топографо-геодезичне забезпечення району робіт. Створення геодезичної основи

На підготовчому етапі вишукувальних робіт було встановлено, що на район робіт наявні карти масштабів 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000 та матеріали аерофотознімання 1989 р. З пунктів планово-висотної основи наявні 4 настінні марки полігонометрії IV класу. Координати яких наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Вихідні пункти планово-висотної основи

Назва пункту	Координати, м		Висота Н, м	Клас	Опис
	X	У			
101	20483,384	20847,169	278,550	IV	Настінна марка
102	20563,659	20836,762	278,940	IV	Настінна марка
103	21482,424	20750,046	264,810	IV	Настінна марка
104	21545,292	20762,981	262,650	IV	Настінна марка

Початковим етапом геодезичних робіт при реконструкції вулиці Богдана Хмельницького є створення геодезичної основи – планової та висотної. Планову

основу запроектовано витягнутим ходом 2-го розряду від настінних марок полігонометрії 1-го розряду, а висотну – тригонометричним нівелюванням. Геодезичну основу заплановано створити: планову – полігонометрією 2-го розряду, висотну – тригонометричним нівелюванням по пунктах полігонометрії 2-го розряду (рис. 2.1).

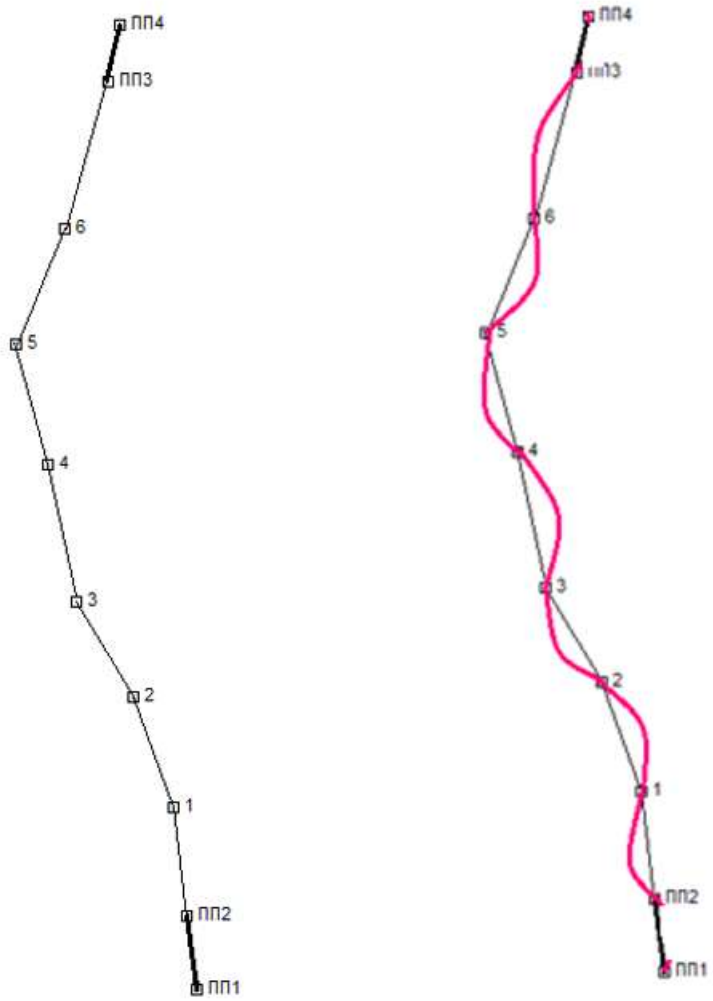


Рис.2.1 Планово-висотна геодезична основа

Запроектована планова основа витягнутим ходом 2-го розряду від настінних пунктів полігонометрії 1-го розряду. Довжина ходу – 970,596 м, найменша сторона – 121,778 м, найбільша – 169,650 м. Хід відповідає нормативам полігонометрії 2-го розряду [1]. Для знімання використовуватиметься електронний тахеометр, одночасно виконуватиметься тригонометричне нівелювання та визначення висот пунктів. Обстеження пунктів проводять за інструкціями. Місцезнаходження пунктів визначають за картами, а при їх відсутності – інструментальними

промірами. Вихідні пункти для реконструкції вул. Богдана Хмельницького – пункти полігонометрії IV класу, 1-го розряду у вигляді настінних марок. Встановлено їх добрий стан та придатність для геодезичної основи. При рекоґностуванні закріплено шість пунктів полігонометрії другого розряду. Прив'язка крайніх точок здійснюється засічкою з двох настінних марок на тимчасові пункти з обох країв ходу. У міській забудові часто використовують настінні знаки [2].

Визначення координат двох пунктів за двома вихідними є своєрідною оберненою засічкою. Виникає, коли для прив'язки полігонометричного ходу оберненою засічкою бракує вихідних пунктів. Якщо з пункту P видно лише два вихідні пункти T1 і T2 з відомими координатами, закладають допоміжний пункт (рис. 1) так, щоб була видимість між P і Q та на T1 і T2.

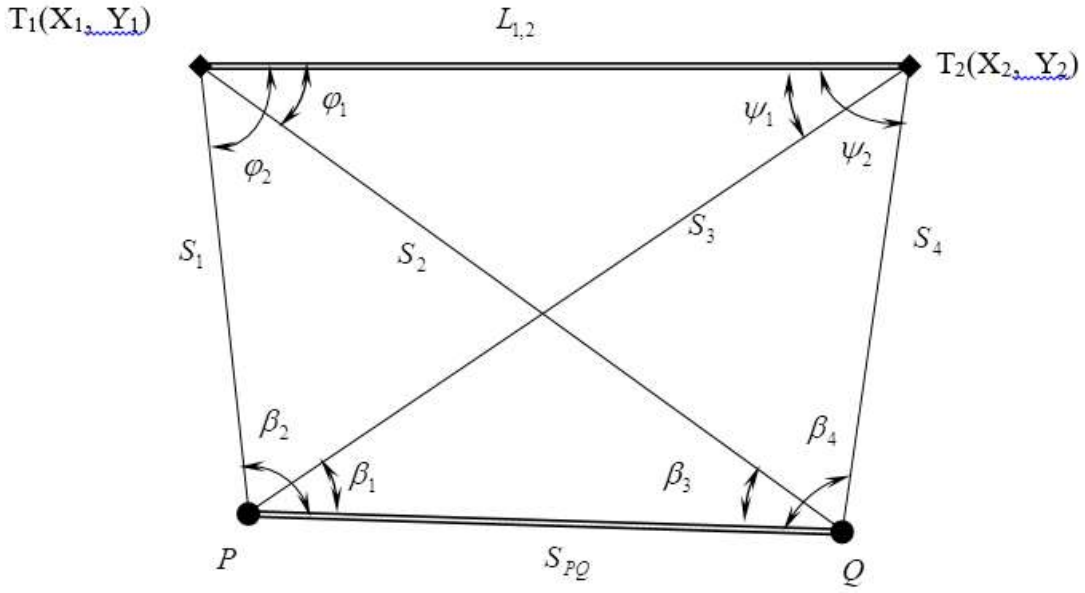


Рис. 2.2 Визначення координат двох невідомих пунктів за двома вихідними.

Вимірюють горизонтальні кути $\boldsymbol{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4}$ на пунктах P і Q . Тепер можна із заданою точністю і з контролем обчислити координати пунктів P і Q.

Існує багато способів розв'язання цієї задачі. Один із найпоширеніших — спосіб умовних координат. Його суть полягає в розв'язку прямої одноразової засічки за формулами Юнга. Спочатку визначають умовні координати точок P і Q, а потім їх переобчислюють у систему координат точок T1 і T2. Приймемо точку P за початок умовних координат $X_P^1 = 0,\ \ Y_P^1 = 0$, сторону PQ за умовний базис, тобто

базис з умовною довжиною $(S_{PQ}^1 = 4800)$, $X_Q^1 = 0$ $Y_Q^1 = 4\ 0$ (відповідно координати точки *Q*.

Обчислюємо умовні координати вихідних пунктів $T_1\ T_2$. Для обчислення використовують формули Юнга:

$$X'_{T_1} = \frac{X_P^1 ctg\beta_3 + X_Q^1 ctg\beta_2 - Y_P^1 + Y_Q^1}{ctg\beta_2 + ctg\beta_3} \tag{2.1}$$

$$Y'_{T_1} = \frac{Y_P^1 ctg\beta_3 + Y_Q^1 ctg\beta_2 + X_P^1 - X_Q^1}{ctg\beta_2 + ctg\beta_3} \tag{2.2}$$

$$X'_{T_2} = \frac{X_P^1 ctg\beta_4 + X_Q^1 ctg(\beta_2 - \beta_1) - Y_P^1 + Y_Q^1}{ctg(\beta_2 - \beta_1) + ctg\beta_4} \tag{2.3}$$

$$Y'_{T_2} = \frac{Y_P^1 ctg\beta_4 + Y_Q^1 ctg(\beta_2 - \beta_1) + X_P^1 - X_Q^1}{ctg(\beta_2 - \beta_1) + ctg\beta_4} \tag{2.4}$$

Утворений пунктами T_1, T_2, P, Q з умовними координатами чотирикутник подібний чотирикутнику з дійсними координатами. Отже за умовними координатами пунктів T_1, T_2, P, Q із рішення обернених геодезичних задач можемо знайти дійсні дирекційні кути всіх напрямків.

$$\varphi_{1дійсні} = \alpha'_{T_1Q} - \alpha'_{T_1T_2} \tag{2.5}$$

$$\varphi_{2дійсні} = \alpha'_{T_1P} - \alpha'_{T_1T_2} \tag{2.6}$$

$$\psi_{1дійсні} = \alpha'_{T_2T_1} - \alpha'_{T_2P} \tag{2.7}$$

$$\psi_{2дійсні} = \alpha'_{T_2T_1} - \alpha'_{T_2Q} \tag{2.8}$$

Мета полягала у введенні умовних координат для визначення кутів при точках Т1 і Т2.

За формулами Юнга обчислити дійсні координати пунктів Р і Q

$$X_P = \frac{X_{T_2} ctg\varphi_2 + X_{T_1} ctg\psi_1 - Y_{T_2} + Y_{T_1}}{ctg\psi_1 + ctg\varphi_2} \tag{2.9}$$

$$Y_P = \frac{Y_{T_2} ctg\varphi_2 + Y_{T_1} ctg\psi_1 + X_{T_2} - X_{T_1}}{ctg\psi_1 + ctg\varphi_2} \quad (2.10)$$

$$X_Q = \frac{X_{T_2} ctg\varphi_1 + X_{T_1} ctg\psi_2 - Y_{T_2} + Y_{T_1}}{ctg\psi_2 + ctg\varphi_1} \quad (2.11)$$

$$Y_Q = \frac{Y_{T_2} ctg\varphi_1 + Y_{T_1} ctg\psi_2 + X_{T_2} - X_{T_1}}{ctg\psi_2 + ctg\varphi_1} \quad (2.12)$$

Для контролю знаходимо координати пункту *P* з пунктів T_2 і Q (ΔT_2QP). Розбіжність не повинна перевищувати 2Мр

$$X_P = \frac{X_Q ctg(\psi_2 - \psi_1) + X_{T_2} ctg\beta_4 - Y_Q + Y_{T_2}}{ctg(\psi_2 - \psi_1) + ctg\beta_4} \quad (2.13)$$

$$Y_P = \frac{Y_Q ctg(\psi_2 - \psi_1) + Y_{T_2} ctg\beta_4 + X_Q - X_{T_2}}{ctg(\psi_2 - \psi_1) + ctg\beta_4} \quad (2.14)$$

Виконують оцінку точності за формулами:

$$M_P = \frac{L_{1,2} m_\beta}{\rho \sin(\beta_2 - \beta_1)} \sqrt{\sin^2\psi_1 + \sin^2\varphi_2};\ M_Q = \frac{L_{1,2} m_\beta}{\rho \sin(\beta_4 - \beta_3)} \sqrt{\sin^2\varphi_1 + \sin^2\psi_2}$$

2.3 Вирівнювання та оцінка точності планової та висотної основи у програмі CredoDat

Проектування лінійних споруд (автошляхів, залізниць, мостів, гідротехнічних споруд тощо) завжди вимагає отримання вихідних даних. Першими є топографо-геодезичні вишукування, що проводяться з використанням геодезичних приладів. ГІС-технології відрізняються від автоматизованого картографування та CAD завдяки використанню просторових і непросторових даних.

Компанія "Кредо-Діалог" створила систему CREDODAT для обробки геодезичних вишукувань, автоматизованого проектування та створення цифрових планів. Вона працює з растровими файлами карт, даними електронних тахеометрів, GNSS-систем, журналами вимірів, координатами вихідних точок та схемами

мереж. Програма створює креслення та планшети масштабу 1:500 - 1:5000, векторні плани у форматах CREDO (CDX), DXF, MIF/MID (MapInfo), Shape-file (ArcView), а також каталоги та відомості вимірів і координат.

CREDODAT використовується для інженерних вишукувань, геодезичного забезпечення будівництва, кадастрових систем, геофізичних розвідок, маркшейдерських робіт, створення і реконструкції мереж. Програма виконує зрівноваження і оцінку точності основи. На місцевості прокладено полігонометричний хід 2-го розряду і тригонометричне нівелювання.

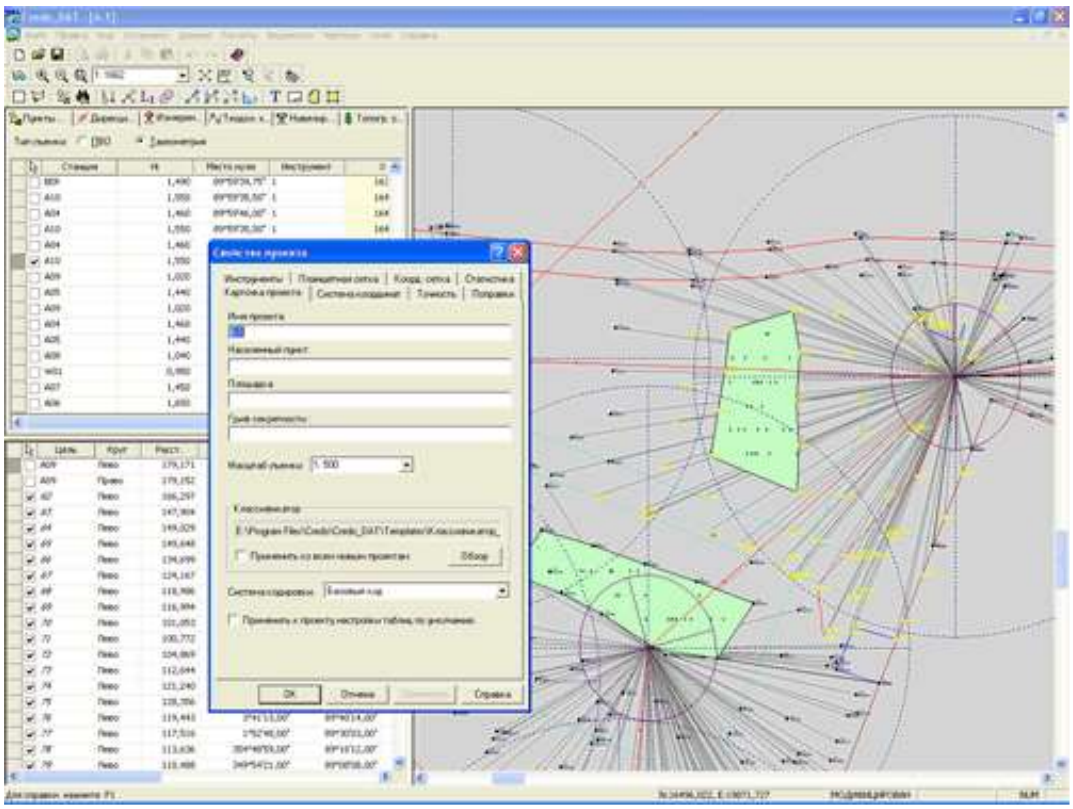


Рис. 2.3 Обробка геодезичних знімань в CREDO_DAT

Для початку необхідно створити новий проект в програмі CredoDat (Рис.2.4).

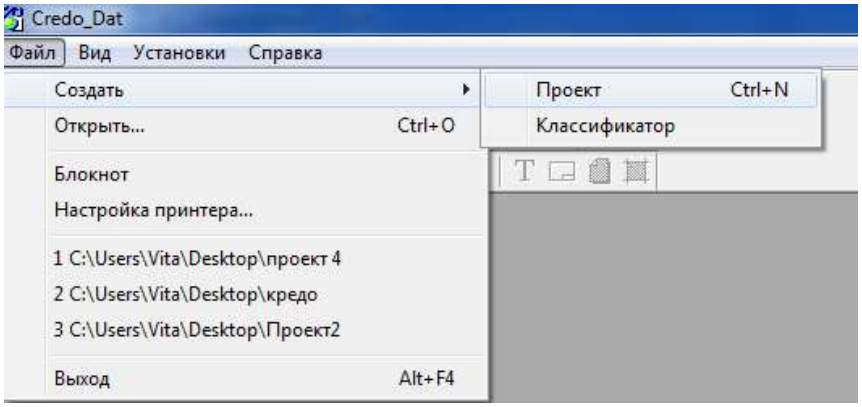


Рис.2.4 - Створення проекту

Необхідно ввести координати вихідних геодезичних пунктів та їх висоти у підпрограмі «Пункти ПВО» (Рис.2.5).

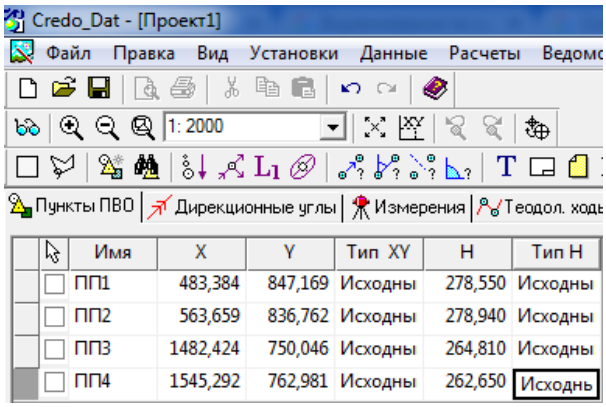


Рис.2.5 Внесення вихідних пунктів

Далі необхідно у підпрограмі «Дирекційні кути» ввести дирекційний кут лінії GPS2-GPS1 (Рис.2.6).

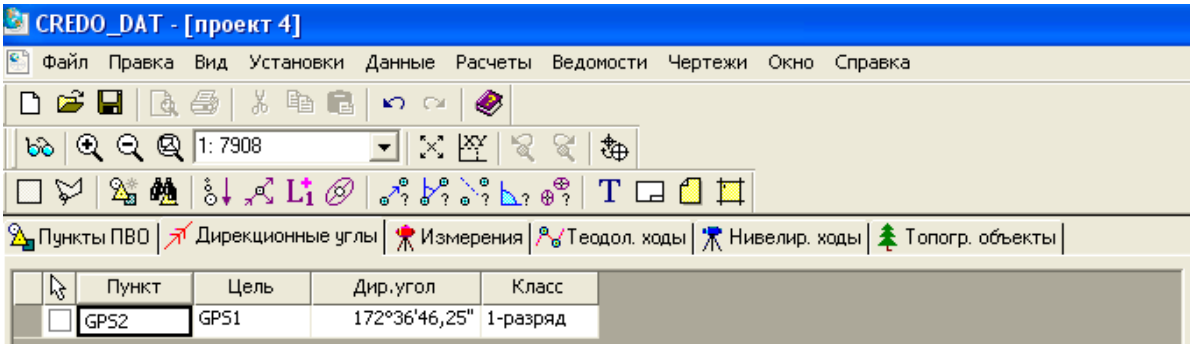


Рис.2.6. Введення дирекційного кута

Ввійшовши у вкладку «Теодолітні ходи» вводимо результати вимірів (назва станції, віддаль, клас або розряд полігонометрії, виміряний горизонтальний кут) (Рис.2.7).

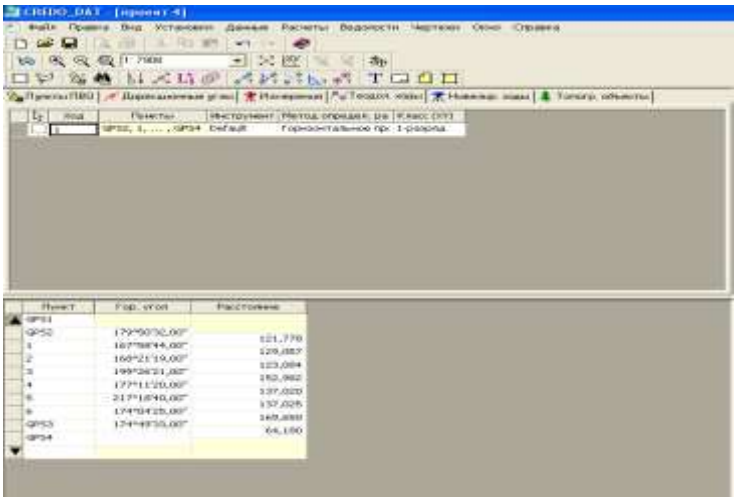


Рис.2.7 Введення результатів вимірів

У підпрограмі «Нівелірні ходи» необхідно ввести результати нівелювання (Рис.2.8).

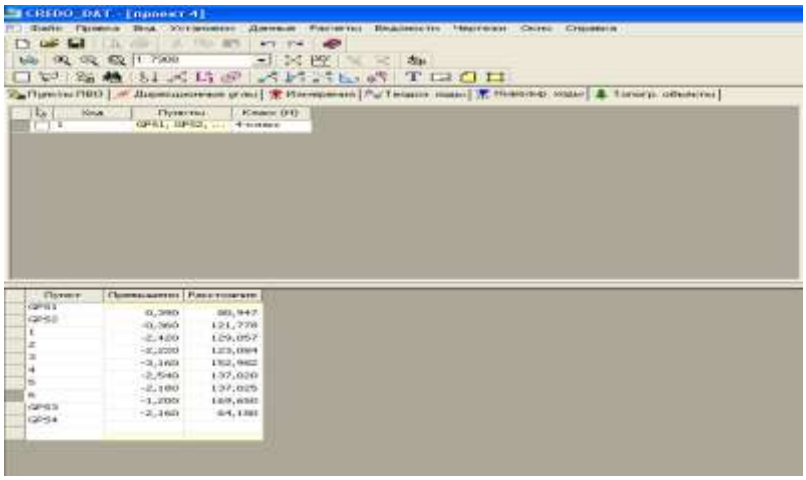


Рис.2.8 Введення результатів нівелювання у підпрограмі «Нівелірні ходи»

Виконуємо попереднє опрацювання, після введення всіх необхідних даних. Для цього входимо у вкладку «Розрахунки»-«Розрахунок» (Рис. 2.9).

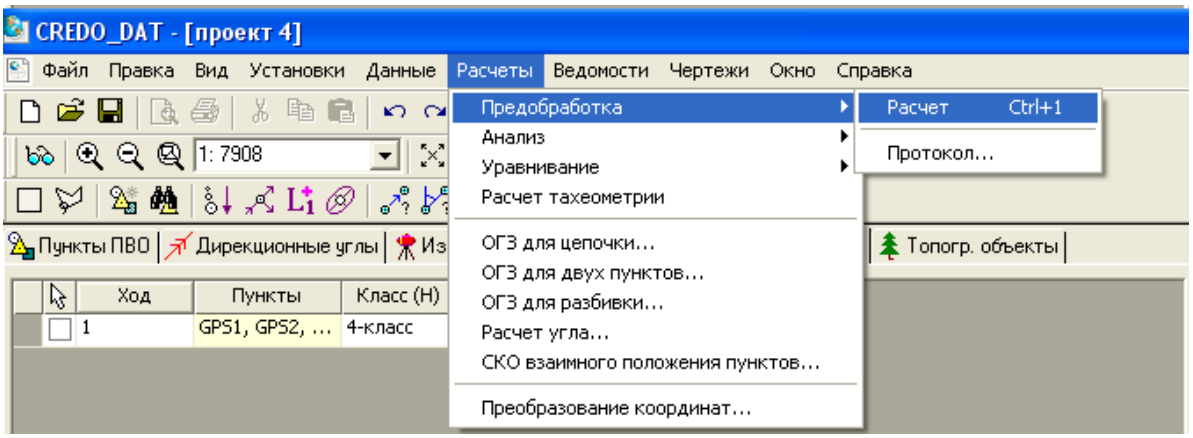


Рис.2.9 Розрахунки попереднього опрацювання результатів вимірів

Аналіз мережі виконуємо – «Розрахунки»-«Аналіз»-«L1-аналіз». (Рис.2.10).

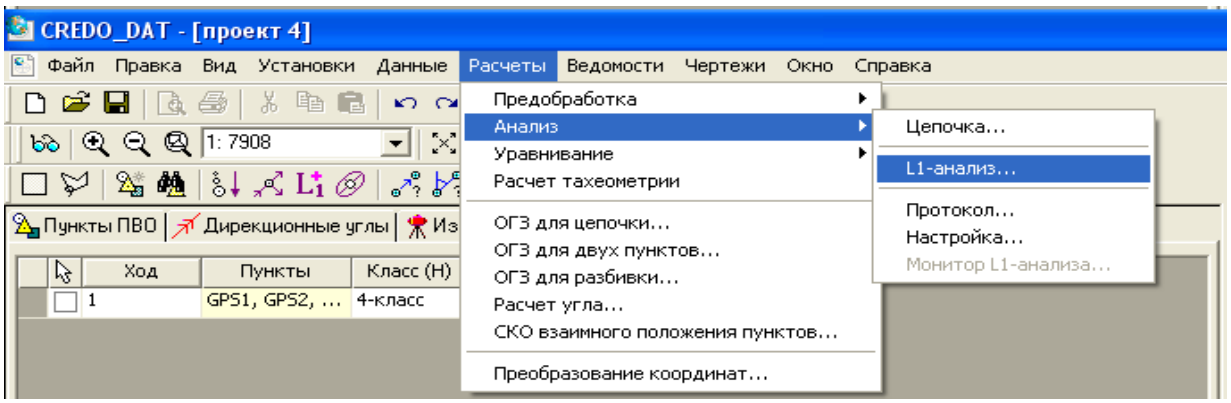


Рис.2.10 Вкладка «L1-аналіз»

Далі необхідно провести вирівнювання. Для цього входимо у вкладку «Розрахунки»-«Зрівноваження»-«Розрахунок». (Рис.2.11).

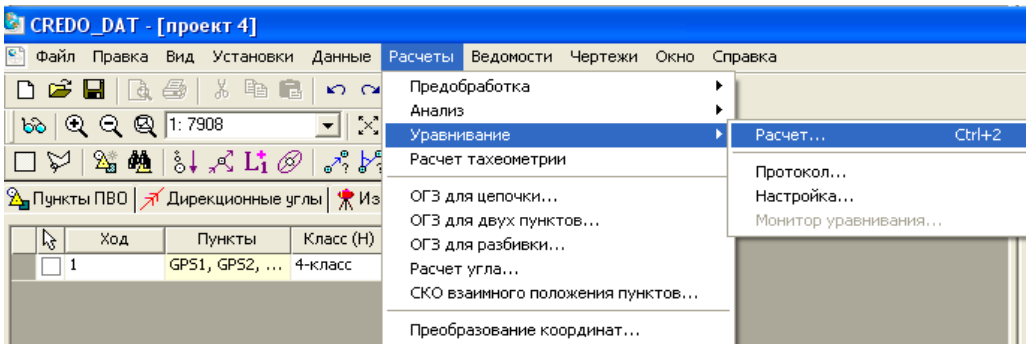


Рис.2.11 «Вирівнювання»

У правій частині робочого вікна можна побачити побудований поліґонометричний хід за вимірами, введеними в попередніх пунктах. (Рис.2.12).

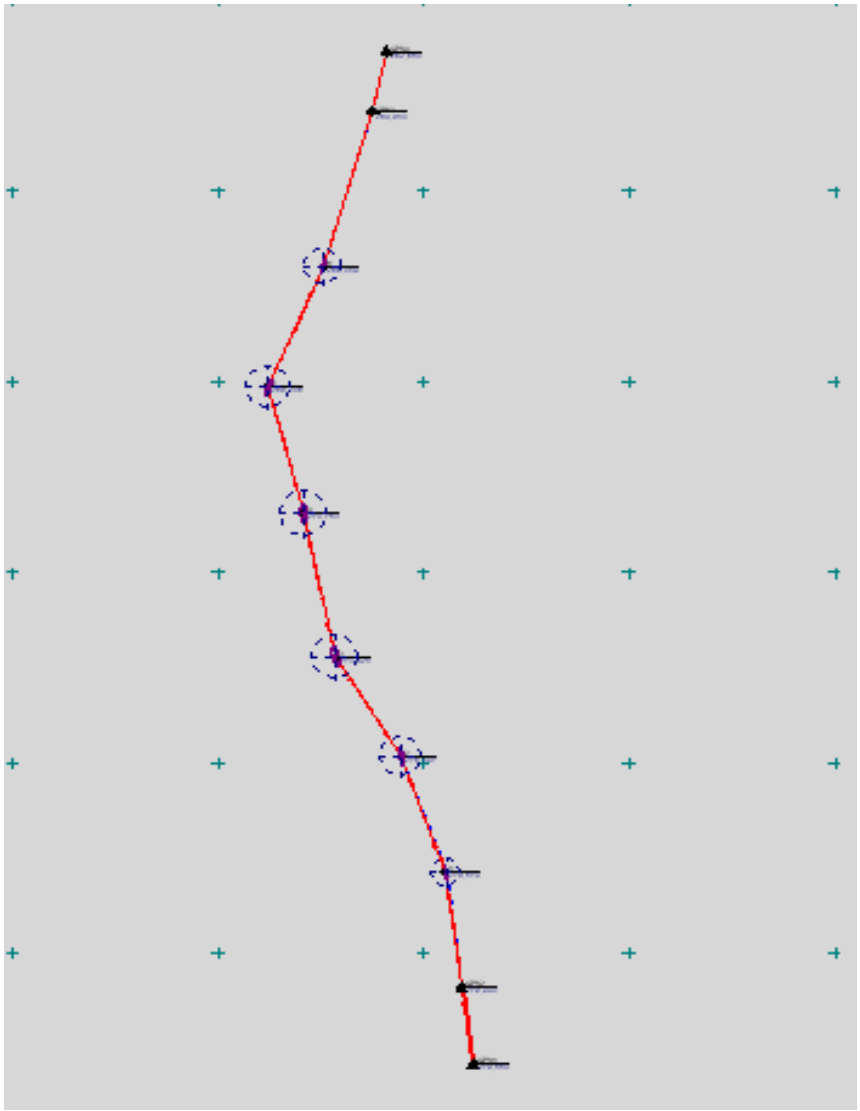


Рис.2.12 Хід полігонометрії другого розряду (графіка)

Результатом робіт є кінцеві відомості. Для виведення їх на екран заходимо у вкладку «Відомості» та вибираємо ті що потрібні. (Рис.2.13).

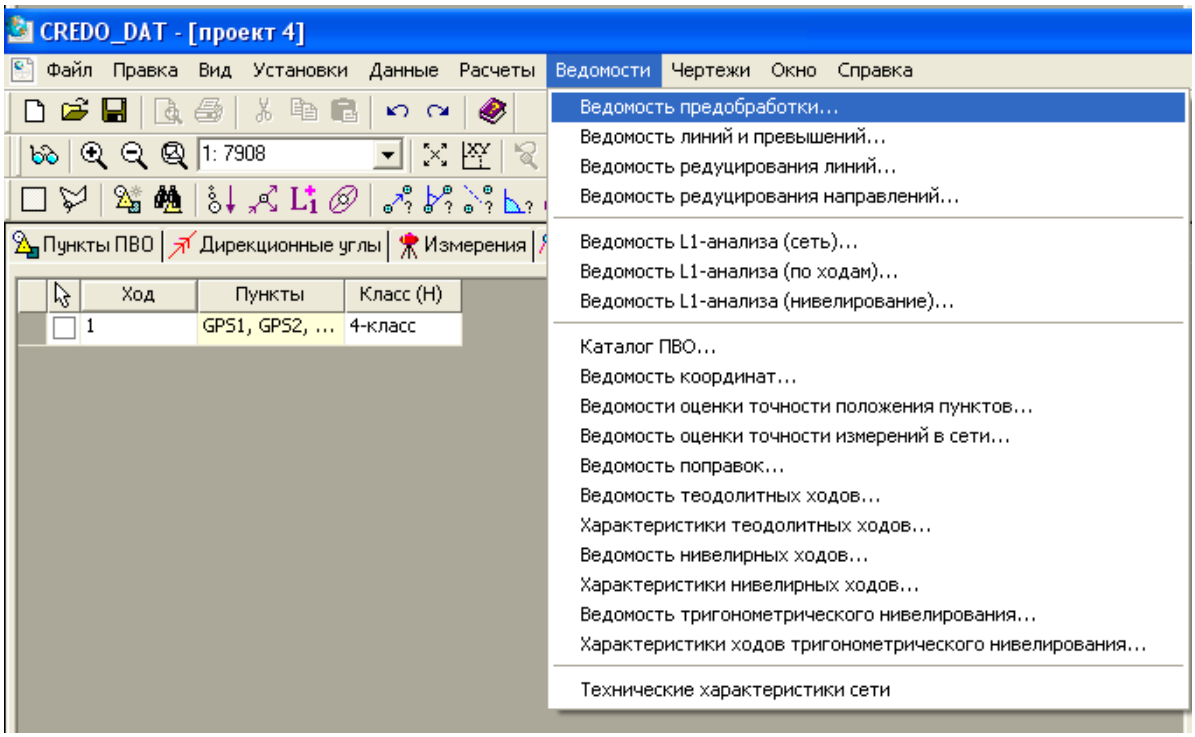


Рис.2.13 Відомості

Результати вирівнювання і оцінки точності планової і висотної основи наведено у таблицях 2.3.- 2.6. За результатами вирівнювання складено каталог координат і висот пунктів геодезичної основи (табл.2.6).

Таблиця 2.3

Відомість обчислення координат теодолітного ходу

№ пункту	Виміряні кути	Виправлені кути	Дирекційні кути	Виміряна віддаль	Виправлена віддаль	Координати	
						X	Y
ПП1							
	+0,26''		352° 36′ 46,25''				
ПП2	179° 50′ 32,00''	179° 50′ 32,26''		*-0.001*		20563.659	20836.762
	+0,09''		352° 27′ 18,77''	121.779	121.778		
т1	167° 58′ 44,00''	167° 58′ 44,09''		*-0.003*		20684.383	20820.772
	-0,09''		340° 26′ 02,96''	129.058	129.055		
т2	168° 21′ 19,00''	168° 21′ 18,91''		*-0.003*		20805.986	20777.553
	-0,25''		328° 47′ 21,78''	123.084	123.081		
т3	199° 26′ 21,00''	199° 26′ 20,75''		*-0.001*		20911.253	20713.774
	-0,47''		348° 13′ 42,28''	152.982	152.981		
т4	177° 11′ 20,00''	177° 11′ 19,53''		*-0.001*		21061.017	20682.565
	-0,66''		345° 25′ 01,35''	137.020	137.019		
т5	217° 18′ 40,00''	217° 18′ 39,34''		*+0.004*		21193.622	20648.066
	-0,83''		22° 43′ 40,03''	137.025	137.029		
т6	174° 04′ 25,00''	174° 04′ 24,17''		*+0.003*		21320.011	20701.008
	-1,04''		16° 48′ 03,38''	169.650	169.653		
ПП3	174° 49′ 33,00''	174° 49′ 31,96''				21482.424	20750.046
			11° 37′ 34,29''				
ПП4	$f_\beta = -0°00'05.96''$ $f_\beta^{доп} = 0°00'28.29''$		$f_{відн} = \frac{1}{107230}$ $f_{відн}^{доп} = \frac{1}{25000}$	S=970.596 $f_S = 0.009$	$f_X = 0.009$ $f_Y = 0.001$		
	Оцінка точності Апріорна Фактична	 5" 1"		 0,020 0,008			

Таблиця 2.4

Відомість обчислення висот нівелірного ходу

№ пункту	**Довжина, м**	**h, виміряне, м**	**h, виправлене, м**	**Відмітка, Н, м**
	0,122	-0,360	-0,361	
т1		*-0,001*		278,579
	0,129	-2,420	-2,421	
т2		*-0,001*		276,157
	0,123	-2,220	-2,221	
т3		*-0,002*		273,936
	0,153	-3,200	-3,202	
т4		*-0,001*		270,735
	0,137	-2,540	-2,541	
т5		*-0,001*		268,193
	0,137	-2,180	-2,181	
т6		*-0,002*		266,012
	0,170	-1,200	-1,202	
ПП3		*-0,010*		264,810
Σ	**0,971**	**-14,120**	**-14,130**	
	Оцінка точності	*fh = 0,010*		
		∂onfh = 0,010		
	Апріорна	*fh = 0,008*		
	Фактична	*fh = 0,010*		

Таблиця 2.5

Відомість оцінки точності положення пунктів за результатами вирівнювання

Пункт	α	a, м	b, м	Mx, м	My, м	Mh, м	M, м
т1	172°25'04,31"	0,008	0,001	0,008	0,002	0,003	0,008
т2	167°37'24,74"	0,010	0,002	0,010	0,003	0,004	0,010
т3	167°21'26,64"	0,011	0,003	0,010	0,004	0,005	0,011
т4	175°46'10,64"	0,010	0,004	0,010	0,004	0,005	0,011
т5	11°37'28,82"	0,009	0,002	0,009	0,003	0,005	0,009
т6	14°52'52,74"	0,008	0,001	0,008	0,002	0,004	0,008

Таблиця 2.6

Каталог координат і висот пунктів геодезичної основи

Назва пункту	X, м	Y, м	H, м
ПП 1	20483,384	20847,169	278,550
ПП 2	20563,659	20836,762	278,940
ПП 3	21482,424	20750,046	264,810
ПП 4	21545,292	20762,981	262,650
т1	20684,383	20820,772	278,579
т2	20805,986	20777,553	276,157
т3	20911,253	20713,774	273,936
т4	21061,017	20682,565	270,735
т5	21193,622	20648,066	268,193
т6	21320,011	20701,008	266,012

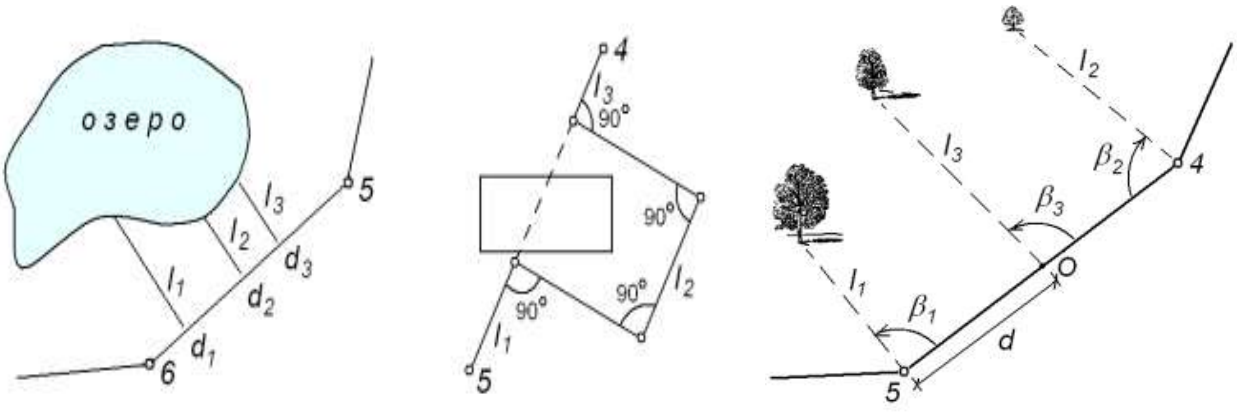
Аналізуючи таблиці, можна зробити висновок, що дані ходи задовільняють вимоги зазначені в інструкції з топографічного знімання. Отримана відносна помилка ходу становить 1:107 000 і не перевищує гранично допустимої 1:25 000. Висотна нев’язка теж знаходиться в допуску. Отже, створена геодезична основа задовольняє вимоги до полігонометрії 2-го розряду та тригонометричного нівелювання.

3. ВИДИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ТОПОГРАФІЧНОМУ ЗНІМАННІ

3.1. Геодезичні роботи при виконанні топографічного знімання

Топографічний план створюють за підсумками знімання, містячи рельєфне зображення та ситуацію у вибраному масштабі. Для виконання таких робіт закріплюють на місцевості пункти, координати яких обчислюють у певній системі. Ці пункти утворюють основу знімальну. Тахеометричним називають горизонтальне знімання, під час якого відстані та кути вимірюють тахеометром. Знімальну основу будують різними методами, але головним при тахеометричному зніманні є хід тахеометричний. Сам процес складається з підготовки, польових і камеральних робіт.

Методи знімань застосовують для визначення положення планового об’єктів: засічок, полярних координат, обходу, створів, перпендикулярів. Спосіб перпендикулярів передбачає визначення точок щодо базису або полігонної сторони. За абсцис вісь слугує пряма, а ординатами є перпендикуляри до неї. Цей метод використовують для витягнутих контурів та важкодоступних відстаней визначення.



а) **б)**

Рис.3.1 а) Спосіб перпендикулярів б) Спосіб полярних координат

Метод координат полярних використовують для знімання слабко розчленованої відкритої місцевості. Точку положення визначають відстанню l

(радіусом-вектором) і кутом β полярним від полюса до цієї точки. Полюсом є компаса центр чи іншого приладу кутомірного, встановленого на станції мережі знімальної. Полярну вісь приймають за північний напрям магнітного меридіана або лінію до візирної цілі.

Для віддалених або важкодоступних точок знімання на місцевості відкритій застосовують засічки кутові. Приладом кутомірним вимірюють кути γ і δ між стороною полігона та напрямами на дерево в точках 3 і 4 (рис. 3.3,а). Дерево визначають на плані в перетині напрямів, побудованих за цими кутами. Найточніші результати отримують, коли при шуканій точці кут наближений до 90°, тоді як засічки під менше 30° або більше 150° кутами дають неточні положення.

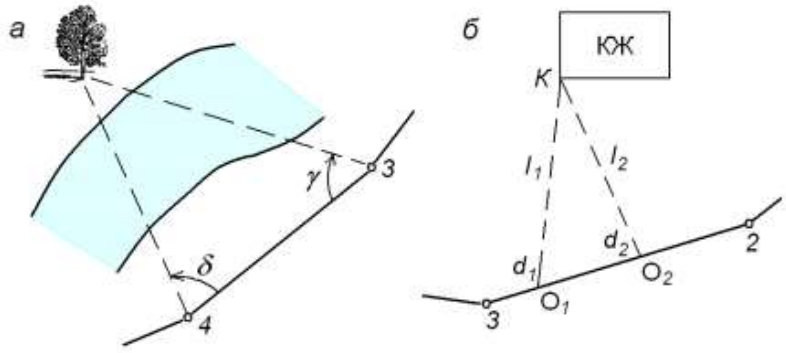
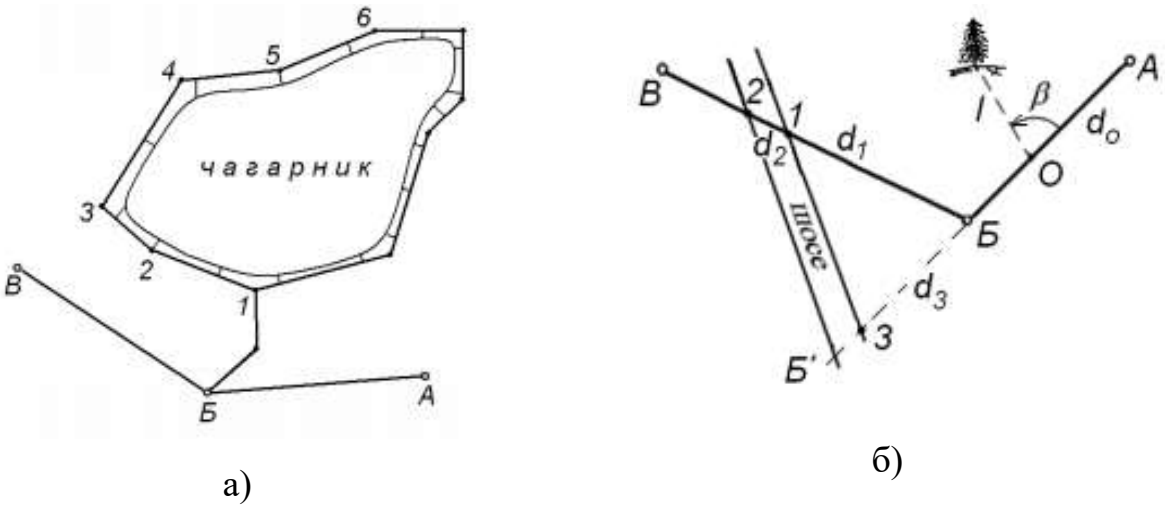


Рис.3.2 - Спосіб засічок: а – кутових; б – лінійних

У разі знімання доступних об’єктів з чіткими обрисами (будівлі, інженерні споруди тощо), розташованих поблизу сторін полігона, можна застосувати спосіб лінійних засічок (рис. 3.3,б). У цьому випадку два лінійні відрізки до точки, яку знімають, вимірюють з двох вихідних точок. Тоді шукану точку на плані визначають у перетині відкладених у масштабі відрізків.

Спосіб обходу застосовують у закритій місцевості для знімання об’єктів, які неможливо зняти з точок і сторін полігона. У цьому випадку навколо об’єкта прокладають додатковий знімальний хід з прив’язкою до основного (рис. 3.3). Межі контуру знімають способом перпендикулярів від сторін додаткового ходу. Якщо контур об’єкта має прямолінійні межі (сільськогосподарські угіддя,

лісонасадження, забудови тощо), знімальний хід прокладають безпосередньо вздовж них, і тоді його обриси збігаються з контурами об'єкта.



а) б)

Рис.3.3 а) Спосіб обходу, б) Спосіб створів (промірів)

Спосіб промірів застосовують, коли межі ситуації перетинають сторони полігона або їх продовження, для визначення положення допоміжних опорних точок. Особливо це актуально під час знімання забудованих територій у поєднанні зі способами перпендикулярів та лінійних засічок (рис. 3.3, б).

Вздовж вулиці Богдана Хмельницького було виконано топографічне знімання в масштабі 1:1000, приділяючи особливу увагу зніманню контурів будівель, споруд, проїжджої частини та трамвайних колій. Ретельно нівелювали вісь і край дороги, трамвайні колії, бордюрний камінь, тротуари. Довжина вулиці становила 895 м, від ПК 00+00 до ПК 8+94,54, поперечники розташовували через кожні 5 м.

Тахеометричне знімання – це найпоширеніший вид наземних топографічних знімань, який застосовується для інженерних вишукувань трас доріг, ЛЕП, трубопроводів, будівництва, інвентаризації земель, проектування відведення земельних ділянок і створення державного земельного кадастру. Воно належить до контурно-висотних або топографічних знімань, результатом яких є плани невеликих ділянок у масштабах 1:500 – 1:5 000. Висока швидкість вимірювання забезпечується тим, що положення точки місцевості визначають одночасно на плані й по висоті при одному наведенні труби приладу на рейку.

Коли використовують технічні теодоліти, тахеометричне знімання полягає у визначенні полярних просторових координат (β, ν, D) точок місцевості з подальшим їх нанесенням на план. Горизонтальний кут β між початковим напрямом (АВ) і напрямом на точку (N) фіксують горизонтальним кругом, вертикальний кут ν – вертикальним кругом теодоліта, а відстань D вимірюють нитковим віддалеміром. Отже, планове положення точок визначають полярним способом, а перевищення – тригонометричним нівелюванням через похилий промінь візування. Для виконання тахеометричного знімання створюють тахеометричні ходи як знімальне обґрунтування.

При тахеометричному зніманні визначали висотне положення характерних точок рельєфу й ситуації, що дозволяло відобразити їх на плані горизонталями з необхідною точністю. Технічні параметри регламентує Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000-1:500. Для масштабу 1:500 та висоти перерізу рельєфу 0,5 м при використанні електронних тахеометрів максимальна відстань від станцій до пікетів не повинна перевищувати 500 м, а між пікетами – 15 м. Тахеометричне знімання здійснювали зі станцій, якими слугували пункти поліґонометричного ходу та точки знімального обґрунтування.

Для електронного тахеометра Leica TPS 1205+ передбачений спеціальний режим знімання, який вимагає створення окремого файлу для збереження всіх даних (висоти відбивача, приладу, номери станцій, результати орієнтування і вимірювань тощо). У цьому випадку для забезпечення високої швидкості вимірювань їх результати майже не відображаються на дисплеї, а автоматично заносяться у файл, що зручно для досвідчених спеціалістів.

Порядок роботи на станції при тахеометричному зніманні електронним тахеометром Leica TPS 1205+:

1. Тахеометр встановлювали на точку знімальної основи (пункт полігонометрії, точка теодолітного ходу тощо), центрували оптичним центрира та горизонтували.

2. Створювали файл для запису даних, вимірювали віхою висоту приладу над пунктом і зберігали її у пам’яті.

3. Орієнтували прилад на задній або передній пункти поліґонометричного ходу: на горизонтальному крузі виставляли 0º 00' 00", зорову трубу при КЛ наводили на центр відбивача віхи, встановленої на іншому пункті, і натискали клавішу (0° ГК), потім (Enter). Орієнтування завершено.

Рис. 3.4. Електронний тахеометр Leica TPS 1205+

4. Виконували знімання рельєфу та ситуації. При КЛ зорову трубу за годинниковою стрілкою наводили на центр призми відбивача, закріпленого на вісі першої пікетної точки. Бульбашку круглого рівня утримували в середині, на екрані з’являлися значення горизонтального й вертикального кутів та відстань. Усі вимірювання зберігали у пам’яті приладу. Подальше знімання здійснювали аналогічно. Одночасно складали зарис знімання.

5. Завершували роботу на станції візуванням на точку орієнтування. Відхилення орієнтирного напрямку не повинно перевищувати 20" за період знімання, інакше вимірювання повторювали.

6. Для контролю якості додатково виконували вимірювання з кожної станції на кілька пікетів, визначених із сусідніх станцій.

7. Після польових робіт приступали до камерального опрацювання, яке включало: обчислення журналу тахеометричного ходу, координат та висот точок, викреслення схеми тахеометричного ходу й складання плану знімання.

3.2. Топографічне знімання інженерних мереж

Вздовж вулиці Богдана Хмельницького виконано топографічне знімання наземних і підземних інженерних мереж. Основним елементом благоустрою міських територій є інженерні мережі. Озеленення мікрорайонів і вулиць має узгоджуватися з розташуванням підземних комунікацій. Проїжджа частина та проїзди в мікрорайонах зазвичай залишаються вільними від роздільного прокладання кабелів і трубопроводів. Інженерні мережі слід проектувати комплексно, враховуючи всі наземні, підземні й надземні комунікації та перспективний розвиток міста.

У проектній документації прийнято такі позначення: WO - силові електромережі, КО - каналізація, ГО - газопроводи, ВО - водогін, ТО - тепломережі, VO - слабкострумові електромережі. Трасування інженерних мереж визначає їх напрямок у міському плануванні. При виборі траси враховують: мінімальну довжину, категорію ґрунту, прямолінійність, перетини під кутом 90°, існуючі комунікації, мінімальне розбирання дорожнього покриття, індустріальність робіт, максимальну механізацію будівництва, архітектурно-планувальні рішення та створення шумозахисних зелених смуг.

За технологією інженерні мережі поділяють на: теплопроводи з максимальною температурою 150°С, каналізаційні системи, газопроводи різного тиску, водопроводи господарсько-питного водопостачання, електричні мережі (кабелі до 1кВ і 6-10 кВ) та телефонну мережу. За методом прокладання використовують роздільний і суміщений способи. Роздільний підземний метод передбачає прокладання трубопроводів і кабелів у різних траншеях, що збільшує

обсяг земельних робіт, ускладнює ремонт і призводить до корозії. Надземний роздільний метод застосовується за дозволом архітектурного нагляду для газопроводів і слабкострумових кабелів.

Суміщений метод, що використовується з 1954 року, дозволяє скоротити обсяг земельних робіт, зменшити технічну смугу та пришвидшити будівництво. Водночас він має недоліки: складність розробки траншей, ускладнення підключення мереж до будівель, підвищену глибину закладання та ризик корозії. Суміщене надземне прокладання використовується в промислових районах та допускається для газопроводів і слабкострумових кабелів по фасадах будинків.

Каналізаційні мережі класифікують на приймальні (Пр), збиральні (З) і відвідні (Від). Топографічне знімання комунікацій включає отримання попередніх матеріалів, рекогностування, обстеження та камеральну обробку даних. Такі зйомки використовують для інвентаризації комунікацій і проектних завдань. Масштаби знімання коливаються від 1:5000 до 1:200, залежно від території та щільності мереж. Найпоширенішим у містах є масштаб 1:500.

Точність планового знімання на забудованих територіях становить 0,10-0,15 м, а на незабудованих – до 0,5 м. Для самопливних трубопроводів помилки не повинні перевищувати 5-10 мм у позначках лотків і 10-20% від нахилу. Процес знімання складається з підготовчого та знімального етапів. У підготовчий період здійснюють рекогностування, збір даних про прокладання та створення геодезичного обґрунтування. Під час безпосереднього знімання визначають місцезнаходження мереж на місцевості.

Виконавче знімання підземних комунікацій здійснюється після завершення їх прокладання. Якщо документація відсутня, застосовується метод шурфування – викопування траншей для виявлення комунікацій. Після завершення знімання здають журнали вимірювань, абриси, схеми, відомості координат і таблиці характеристик мереж. Обробка результатів виконується в програмі Autodesk AutoCAD Civil 3D.

Autodesk AutoCAD Civil 3D – система автоматизованого проектування інфраструктурних об'єктів, заснована на BIM-технології. Вона призначена для

інженерів, що працюють над проектами транспорту, землеустрою й водних ресурсів. Користувачі можуть координувати проекти, досліджувати альтернативи, моделювати експлуатацію та створювати документацію в AutoCAD.

Програма використовується у сфері інженерно-геодезичних вишукувань, проектуванні транспортних споруд, генпланів промислового й цивільного будівництва, а також трубопровідних мереж.

Основні можливості: проектування коридорів: моделювання доріг, автомагістралей та інших об'єктів; трубопровідні мережі: компоновка за профілями й 3D-компасом; динамічні рельєфні моделі: підтримка зв'язку з вихідними даними; формування земельних ділянок на основі топознімання; спільна робота над моделлю забезпечує узгодженість дій; проектування мостів та залізничних колій; аналіз: геопросторовий, зливової каналізації, впливу змін; візуалізація моделей із застосуванням матеріалів; топозйомка, складання карт, підтримка DEM і лазерного сканування; автоматизований випуск документації за стандартами.

Взаємодія та візуалізація: інтеграція з Autodesk 3ds Max Design для 3D-моделей та анімації; координація проектів у реальному часі через Autodesk Vault Collaboration AEC і Autodesk Buzzsaw; перевірка здійсненності проектів у Autodesk Navisworks; BIM-моделювання через співпрацю AutoCAD Civil 3D із Revit Structure; підтримка хмарних сервісів (Autodesk 360) і мобільних додатків (AutoCAD WS).

Основні переваги: швидке формування концепції та виконання проекту. гнучке проектування з динамічними зв'язками між об'єктами; багатокористувацький доступ до проектів; поєднання креслярських функцій AutoCAD зі спеціалізованими інструментами; розширюваний API-функціонал; динамічне проектування з інтелектуальними зв'язками між елементами; автоматичне формування планів та підтримка креслярських стандартів; вбудовані можливості AutoCAD Map 3D.

AutoCAD Civil 3D побудований на платформі AutoCAD і створений для проектувальників генпланів, землевпорядників та інженерів. Використовує динамічне моделювання, що поєднує проектування й креслення.

Застосування: Генплан: геодезичні дослідження, планування доріг і мереж; проектування авто- та залізничних доріг; цифрові моделі місцевості: динамічний зв'язок з вихідними даними, підтримка профілів та коридорів; профілювання: інструменти для планування земляних робіт; картограми: діаграми переміщення земляних мас для комунікації між проектувальниками та будівельниками.

3.3. Складання топографічного плану масштабу 1:1000 з січенням рельєфу 0.5 м у програмі AutoCAD Civil 3D 2013

Топографічні плани масштабу 1:1000 використовуються: • для складання виконавчих планів промислових підприємств, генеральних планів будівництва, креслень багатоповерхових будівель, вертикального планування, прив'язки будівель до ділянок та планів підземних мереж і споруд; • для створення креслень гребель, шахт, напірних трубопроводів та інших споруд ГЕС; • для кадастру населених пунктів зі складною забудовою.

Ці плани є основою для розробки всіх масштабних рядів, а першим кроком у їх створенні є імпорт польового журналу. AutoCAD Civil 3D дозволяє імпортувати дані з усіх електронних тахеометрів і GPRS.

Проект починається з топографічного плану місцевості, а в AutoCAD Civil 3D – з цифрової моделі рельєфу (ЦМР). Дані для поверхні отримують через імпорт файлу з точками або обробку креслення з горизонталями. Для зручності роботи з точками їх можна поділяти на Групи точок.

Опрацювання даних і створення топографічного плану масштабу 1:500 виконувалося таким чином: у підпрограмі «Навігатор» клацнути ПКМ на колекції Групи точок і вибрати «Створити» (Рис.3.5).

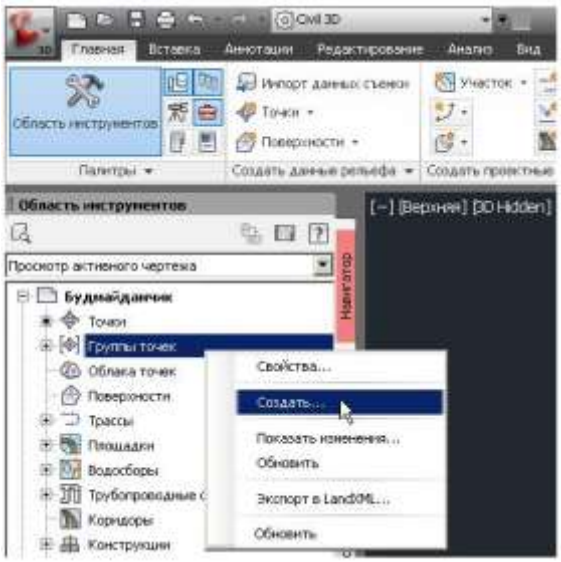


Рис.3.5. Створення групи точок

У діалоговому вікні «Властивості групи точок» на підпрограмі «Інформація» задайте Ім'я групи точок «ЧЗ», на підпрограмі «Співпадіння вихідних описів» поставите галочку в рядку з кодом TOPO* і натисніть OK. Для формування моделі місцевості цифрової використаємо дані Групи точок ЧЗ. В інструментів Області на підпрограмі «Навігатор» клацнути ПКМ на колекції «Поверхні» і вибрати «Створити поверхню» (Рис.3.6).

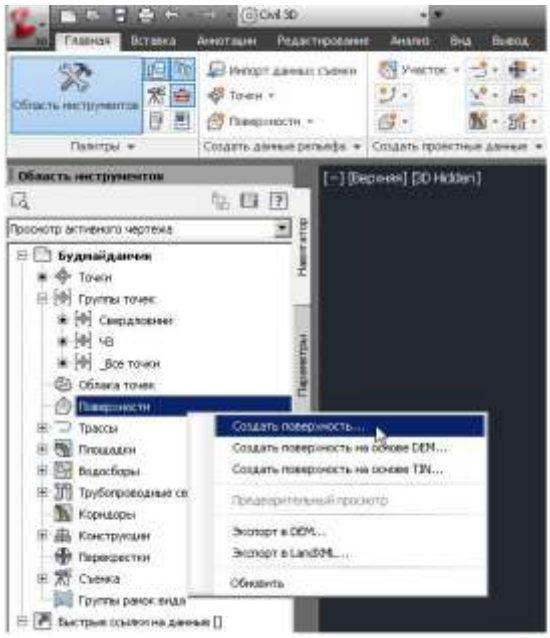


Рис.3.6 Створення поверхні

У вікні «Створення поверхні» задайте Ім'я поверхні – «ЧЗ», Стиль поверхні – «Горизонталі 0,5м» і натисніть OK. Щоб підписати горизонталі на поверхні,

перейдіть на вкладку «Анотації» стрічки і виберіть «Додати мітки => Поверхня => Додати мітки поверхні» (Рис. 3.7).

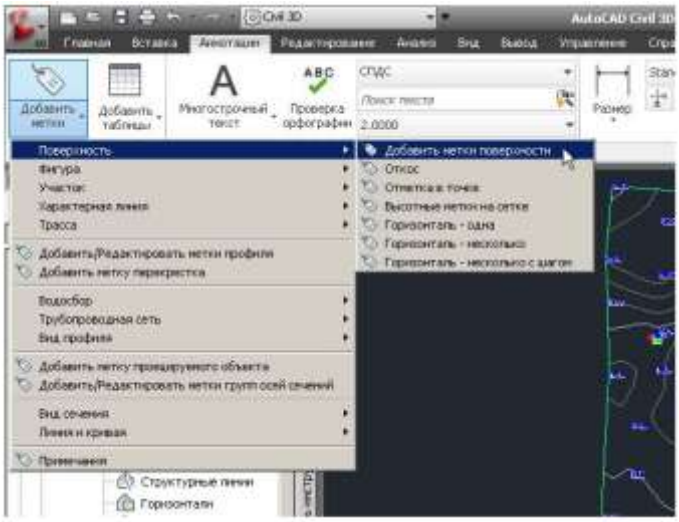


Рис.3.7 Підпис горизонталей

У діалоговому вікні виберіть «Додавання міток», «Тип мітки Горизонталь-Декілька», натисніть «Додати», вкажіть початкову й наступні точки лінії, що перетинає горизонталі для підпису. Після розміщення горизонталей закрийте вікно «Додавання міток». Далі відображаємо ситуацію на плані, вибираємо або створюємо потрібний шар. На стрічці у підпрограмі «Головна» вибираємо інструмент «Полілінія». Оформлюємо топографічний план. Готовий план масштабу 1:500 з січенням рельєфу 0.5 м показано в додатку А.

Складений під час камеральних вишукувань план масштабу 1:1000 використовувався для проекту реконструкції вулиці Богдана Хмельницького від ПК0+00 до ПК9+94.58.

4 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛ. БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО У М. ЛЬВОВІ

4.1. Польові геодезичні роботи при реконструкції проїжджої частини вулиці Богдана Хмельницького

У процесі експлуатації автомобільні дороги та споруди зазнають багаторазового впливу транспорту й клімату. Під їхньою дією накопичуються залишкові й втомні деформації, руйнування. Інтенсивність руху, частка важких автомобілів, особливо осьові навантаження, цьому сприяють. Тому необхідне покращення геометрії дороги, її покриття, штучних споруд, обладнання, тобто реконструкція.

Капітальний ремонт передбачає вибіркове відновлення покриття, профілю проїжджої частини, земляного полотна, водовідведення. Вартість варіюється від 3000 до 20000 доларів за кілометр залежно від типу та стану дороги.

Під час реконструкції вулиці Богдана Хмельницького виконані такі роботи:

Підготовчий етап включав геодезичну основу, перенесення комунікацій, розчищення території, облаштування місцевих і тимчасових доріг. Додатково демонтували дорожні знаки, стовпи, огорожі, водовідвідні лотки, розбирали укріплення.

Геодезичні знаки та репери встановлювали вздовж дороги не рідше ніж через 1-2 км. Деталізація розмітки перед земляними роботами включала закріплення кривих, розбивку на етапи. Зміцнювали укоси, канави, насипи. Використання механізованих засобів залежало від обсягів та матеріалів робіт.

Одним із найскладніших процесів стало перенесення комунікацій: наземних, підземних, повітряних. Вони часто розташовані в земляному полотні, що потребує ретельного перевлаштування. Ремонт відбувався за спеціальними проектами. Перед земляними роботами проводили розчищення від дерев, сміття, зняття родючого шару, який укладали для подальшого використання.

Організація руху під час реконструкції враховувала інтенсивність транспорту, рельєф місцевості, види робіт. Оптимальним рішенням було перенесення руху на паралельні дороги, будівництво об’їздів або закриття частини дороги з пропуском транспорту іншою смугою. Розробляли схеми руху, встановлювали огородження, освітлення. Капітальний ремонт здійснювався за проектно-кошторисною документацією.

Польове трасування виконували на етапі робочого проектування для коригування та закріплення траси на місцевості. Камеральне трасування стало його основою. Геодезичні точки визначали положення траси, кути повороту, магнітні азимути. Закріплені точки об’єднували полігонометричним ходом.

При трасуванні розбивали пікетаж: початкова точка — нульовий пікет, далі фіксували пікети через кожні 5 м. Кути повороту фіксували, визначали головні точки кривих, розмічували за допомогою тахеометра та рулетки. Основні елементи кривої: кут повороту, радіус, довжина дотичних і кривої, бісектриса, домір. Пікетажні значення розраховували за таблицями, координати переносили методом прямокутних відкладень. Для визначення поперечного ухилу місцевості розмічають профілі на 15...30 м від траси залежно від типу дороги та схилу. Відстань між ними обирають так, щоб ухил залишався одноманітним.

Під час пікетажного розмічування ведуть журнал, де зазначають елементи траси, геодезичні пункти, ситуацію та особливості рельєфу в смузі 50...100 м обабіч дороги. Ці дані використовують для побудови поздовжнього профілю.

Пікетаж виконують по теодолітному ходу для контролю вимірів. Відстань між вершинами кутів розраховують за формулою: Lконтр = ПКn+1 - ПКn + Dn. Різниця ΔL між виміряним і розрахованим значенням не повинна перевищувати 1/1000 у сприятливих і 1/500 у несприятливих умовах.

Нівелювання для профілів і визначення позначок реперів виконують методом із середини, контролюючи плечі «на око». Контроль здійснюють між реперами, розбіжність між ними не повинна перевищувати 50 мм, а перевищення між двома нівелірами або сторонами рейок – 7...10 мм.

Після польових робіт обробляють матеріали трасування: перевіряють журнали, зрівнюють ходи, розраховують координати точок і створюють профілі ділянок.

Для реконструкції вулиці Богдана Хмельницького планують змінити земляне корито дороги, тож нівелювання бордюрів і поперечників не потрібне, важливо визначити поздовжній ухил і типовий розріз.

Облаштування верхнього полотна ускладнює наявність трамвайних колій, які закладають у бетон для зменшення вібрації. Камеральні роботи передбачають складання поздовжнього профілю.

4.2 Складання поздовжнього і поперечних профілів вулиці Богдана Хмельницького у програмі AutoCAD Civil 3D 2013

Під час відновлення осі дороги польового її винесли на натуру, встановивши вершини поворотних кутів (якщо доступ був відсутній, їх визначали на цифровій карті в AutoCAD Civil 3D 2013). Наступним етапом інженерно-геодезичних робіт стало складання поздовжнього профілю по вулиці Богдана Хмельницького (ПК0+00 – ПК8+94,54 м) та поперечних профілів через 5 м.

Поздовжній профіль — це вертикальний умовний розріз дороги, що проходить через вісь, відображаючи рельєф, положення брівки земляного полотна, ґрунтовий розріз і штучні споруди. Він є ключовим документом для будівництва дороги, оформлюється за стандартами, причому вертикальний масштаб завжди більший за горизонтальний (1:10). Для рівнинної та горбистої місцевості масштаби становлять 1:5000 (горизонтальний) і 1:500 (вертикальний), а для гірських районів – 1:2000 і 1:200 відповідно.

Креслення поздовжнього профілю має дві частини: графічну, що зображає вертикальний розріз дороги, і сітку з цифровими даними польових та проектних робіт. Лінію земної поверхні креслять згідно з відмітками, отриманими під час зйомок. Проектна лінія, визначена за проектними позначками, відображає

поздовжній профіль брівки земляного полотна. Якщо вона вище природної поверхні, створюється насип, якщо нижче – виїмка. Різниця між цими відмітками — робоча позначка, що вказує висоту насипу або глибину виїмки.

При проектуванні враховують економічність, безпеку та природні умови. У складному рельєфі вибір оптимального варіанту ускладнюється нормами, проте розраховується за допомогою електронних обчислень. Поздовжній профіль включає ґрунтовий профіль траси та план траси з номерами пікетів і даними про криві.

Будівництво профілю починається з визначення пікетних точок, після чого креслять профіль, відкладаючи відмітки по ординатах. Пікет дорівнює 100 м. Проектування передбачає плавні лінії з вертикальними кривими і прямими ділянками.

При проектуванні профілю забезпечуються:

- Стійкість дорожнього одягу і земляного полотна у будь-яких умовах,
- Мінімальна вартість будівництва,
- Безпека та зручність руху при низькій вартості перевезень.

Процес створення повздовжнього профілю (рис. 4.1.): на головній панелі меню натискаємо кнопку «Profile» і вибираємо «Create Surface Profile».

У вікні відкритому потрібно вибрати трасу профільну, поверхню, яку «різатиме» він, і натиснути «Draw in profile view» для налаштування викреслення параметрів. Задаються для профілю траса, його ім’я та стиль виду.

Станції (пікети), між якими закладатиметься профіль (за замовчуванням – вся довжина траси), а також висота самого профілю. Характеристики профілю підсумовуються у таблиці. Вибираємо, яку інформацію слід відобразити в ній під профілем. Далі натискаємо «Create Profile View» та вказуємо місце на кресленні для відображення профілю. Щоб створити профіль проектний, у головному меню натискаємо «Profile», вибираємо «Profile creation tools» та обираємо вид профілю. З’являється панель редагування та побудови профілю. Обираємо «Draw Tangents with Curves» і починаємо його створювати.

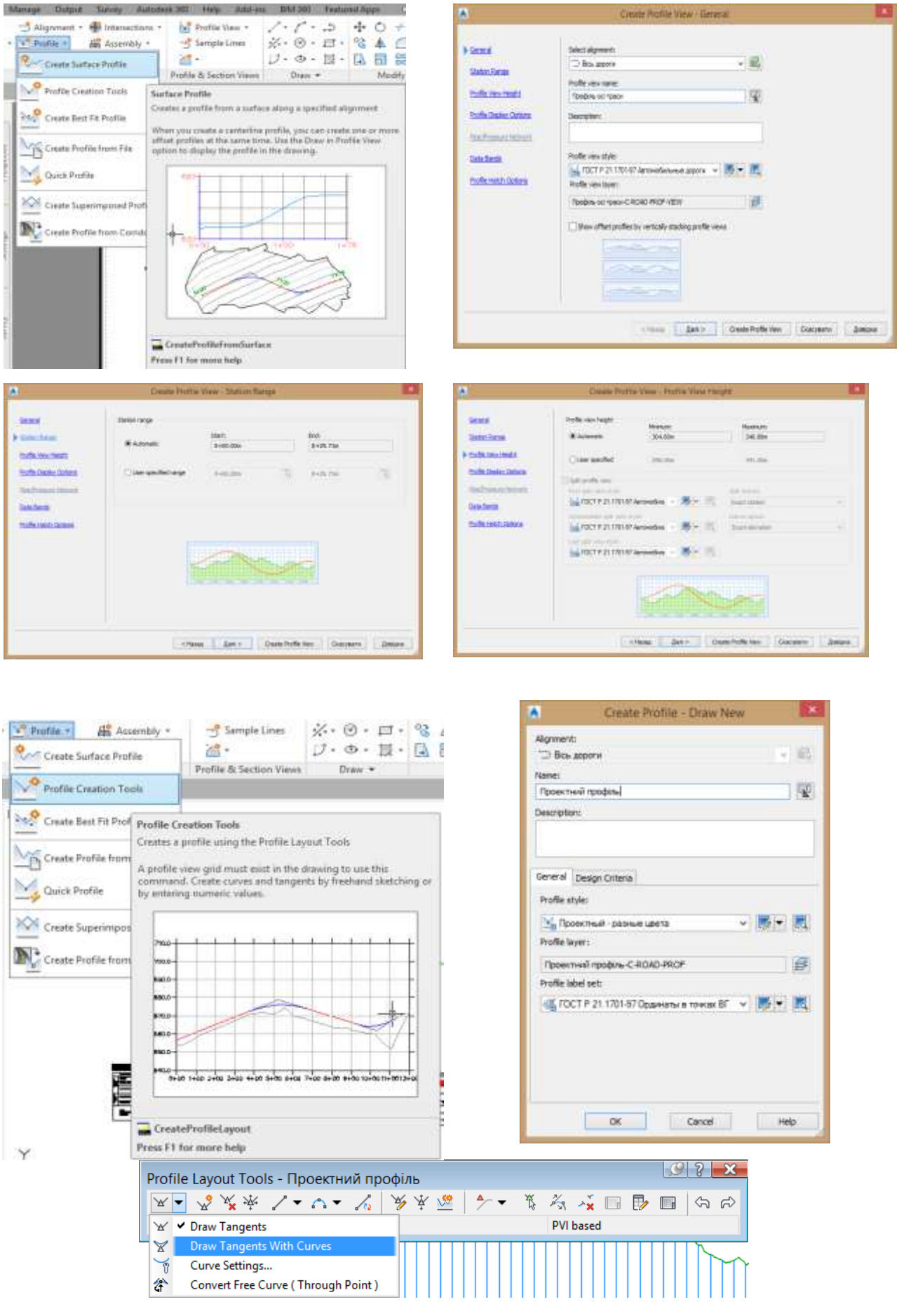


Рис.4.1 Створення профілю

Повздовжній профіль траси по вулиці Богдана Хмельницького від ПК0+00 до ПК8+94,54 наведено у додатку Б.

Поперечний профіль траси

Поперечним профілем дороги називається розріз, що перпендикулярний до її осі. Основним елементом є земляне полотно, на якому розташована проїжджа частина дороги, призначена для руху автомобілів. Зазвичай вона має дорожній одяг з різних будівельних матеріалів. Верхній шар, під впливом коліс автомобілів, називається дорожнім покриттям. Узбіччя розміщуються по боках і забезпечують міцність краю дорожнього одягу, а також безпеку руху.

Залежно від рельєфу земляне полотно може бути на рівні землі, в насипу або виїмці. Крім того, до складу полотна входять бічні канави (кювети) для осушення дороги та резерви — неглибокі вирізи, з яких взятий ґрунт для насипів. Вибір ґрунту для виїмки і насипу залежить від місця розташування і відстані перевезення.

На косогірних ділянках для водовідведення влаштовують кювети та інші споруди. Проїзні частини автомобільних доріг І категорії на косогорі можуть бути на різних рівнях.

Кромки проїжджої частини відокремлюють її від узбіч, визначаючи ширину дороги. Брівки земляного полотна відокремлюють узбіччя від укосів, а висота насипу чи глибина виїмки залежить від цих ліній.

У населених пунктах поперечний профіль має конструктивні особливості. Для сільських територій дороги будують на малих насипах, а міські вулиці залежно від розміру міста, інтенсивності руху та інших факторів мають визначені ширини та елементи.

Міські вулиці включають проїжджу частину, тротуари, озеленення та можуть мати трамвайні колії. Під землею розміщуються комунікації, зокрема водопровід, газопровід, каналізація та електричні лінії.

Для створення поперечного профілю обирають трасу на плані, після чого вікно створення груп осей перетину надає можливість працювати з інструментами для осей.

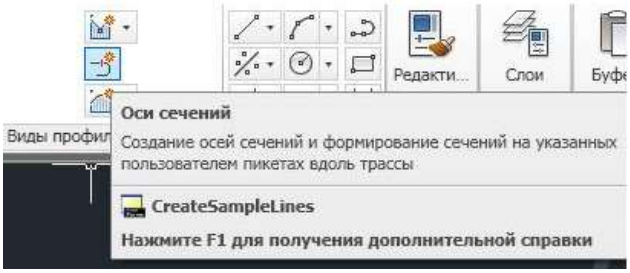
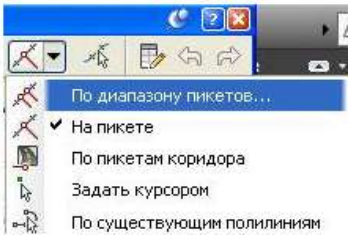


Рис.4.2 Створення груп осей

Вибираємо метод За діапазоном пікетів і способи створення осей перетину, задаємо ширину. У налаштуваннях вікна можна визначити інтервал поперечників, встановити їх побудову у потрібних місцях траси та налаштувати ширину перерізів. Натискаємо ОК. З'являться лінії поперечних перерізів уздовж коридору. (Рис.4.3).



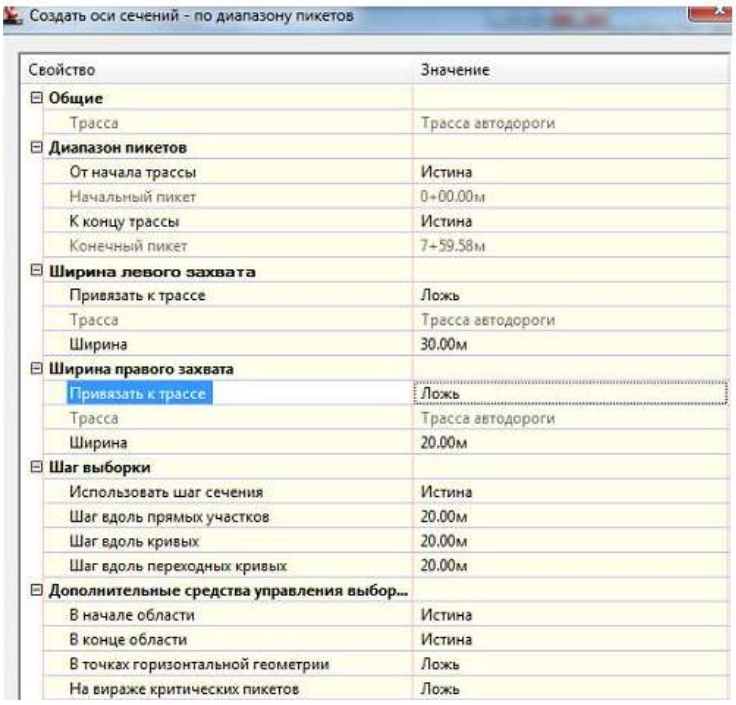


Рис.4.3 Параметри поперечника

Види поперечних перерізів створюємо. У плані вибираємо лівою кнопкою миші переріз, потім на стрічці інтерфейсу натискаємо команду "Створити кілька перетинів" (Рис.4.4).

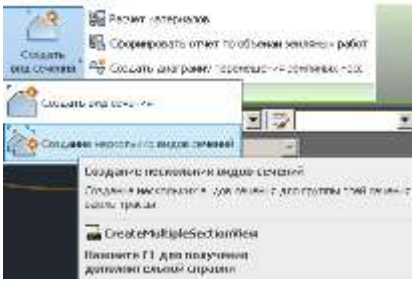


Рис.4.4 Створення видів перетинів

У створення видів вікні натискаємо кнопку шаблону вибору. (Рис.4.5).

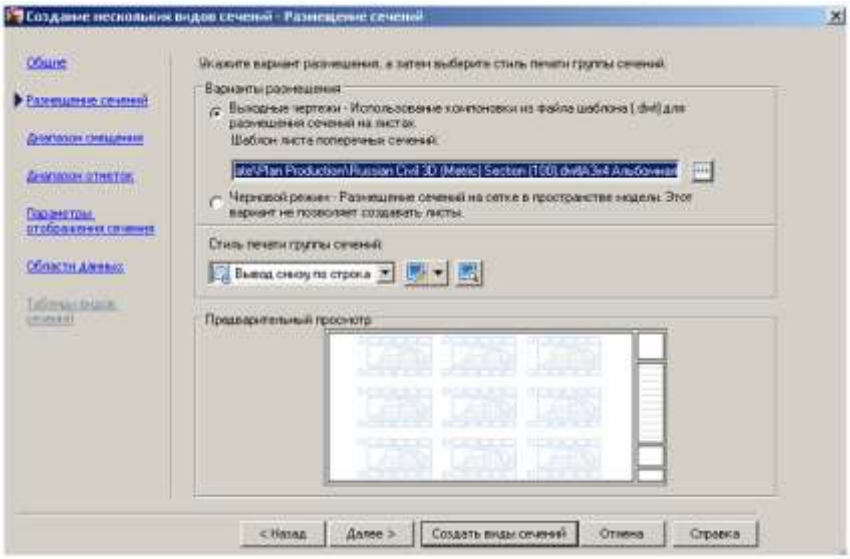


Рис.4.5 Меню Створення декількох видів січення.

У вікні компоновки також натискаємо на іконку вибору шаблону. У вікні даних області задаємо поверхні наступні для стилів. Земляного полотна відмітка: Під'їзна дорога – Поверхня1, дорожнє покриття. У Поверхні для стилю Відмітка землі встановіть дорожнє покриття, а для Поверхні 2 – ЦМР. Для стилю Відстань встановіть ЦМР поверхню (Рис. 4.6).

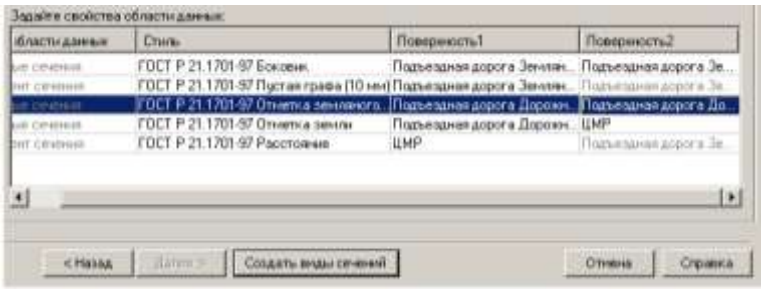


Рис.4.6. Параметри області даних

Переходимо у вкладку Таблиці видів перетинів. Вибираємо Стиль таблиці Виїмка-Насип М 1: 100 і натискаємо на Додати Прив'язку виду перетину поставити Вгорі зліва. Прив'язку таблиці Вгорі справа (Рис.4.7).

Рис.4.7. Таблиця видів перетинів

Натискаємо на кнопку Створити види перетинів і вказуємо розташування поперечних перерізів.

4.3 Основні вимоги до влаштування трамвайних колій.

Проектувати трамвайні колії слід двоколійними, а в умовах складних — ділянками одноколійними. На лініях двоколійних для ремонтних чи будівельних робіт можливо тимчасово проектувати одноколійні ділянки та сплетення довжиною не більш ніж 500 м.

Колії проектують: • на полотні суміщеному дороги загального користування; • на полотні відокремленому, розподільною смугою від проїзної частини чи тротуару відокремленому; • на власному полотні, переважно на ділянках заміських.

На власному або відокремленому полотні проектують колії для ліній швидкісних і ділянок швидкісного руху, а поза межами населених пунктів – лише на полотні власному.

Полотно має огорожу, що забороняє доступ учасникам руху, окрім спецтранспорту для обслуговування. Якщо шумозахисні екрани не дозволяють доступу до колії, вони вважаються огорожею. Для окремих ділянок можуть проектувати естакади або тунелі. У забудованих зонах на перегонах швидкісних ліній передбачають пішохідні переходи та транспортні розв’язки.

На власному полотні необхідно передбачати границі смуги відведення для розміщення проїздів для обслуговування, колії, опор, снігозахисних лісосмуг та інших споруд.

Трамвайні лінії слід проектувати для вагонів, що відповідають габаритам згідно з ДСТУ 4070. Відстань між осями колій суміжних повинна забезпечувати такі зазори безпеки: • між вагоном трамвайним і опорою – не менше 300 мм; • між вагона сходинкою і краєм майданчика – не менше 50 мм; • між транспортними засобами та вагонами або між вагонами – не менше 600 мм, проте на кривих кінцях ділянок на відстані до 20 м зазор може зменшуватись до 300 мм. Нормативні вимоги до влаштування колій наведені у таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1

Мінімальні відстані між осями суміжних трамвайних колій на прямих ділянках

Для яких регламентована відстань між колій осями умови.	Відстань між колій, осями мм.	
	Нормальна колія	Вузька колія
Колії трамвайні за межами депо, де в міжколійному просторі опори відсутні.	3200	2800
Колії трамвайні за межами депо, де огорожа встановлена в міжколійному просторі, а опори немає.	3400	3000
Колії трамвайні поза депо, де між коліями простір опри наявний.	3700	3300
Колії трамвайні на майданчику для зберігання вагонів в депо.	3800	3400
Колії трамвайні в депо на майданчику для зберігання вагонів трамвайних, між якими пожежний проїзд знаходиться.	8000	7600
Призначені трамвайні колії для сумісної експлуатації трамвайних вагонів залізниць, де відсутні опори контактної мережі в міжколійному просторі.	4100	-

Таблиця 4.2

Мінімальна відстань між осями суміжних кривих ділянок трамвайної колії

Радіус колової кривої, м	Відстань між осями колій на прямих ділянках колії, мм			
	нормальної		звуженої	
	3200	3700	2800	3300
	Відстань між суміжними трамвайними коліями на кривих ділянках не менше, мм, осями.			
1000	3200	3700	2800	3300
300	3250	3700	2850	3300
150	3300	3700	2900	3300
100	3350	3700	2950	3300
75	3400	3700	3000	3300
60	3450	3700	3050	3300
50	3500	3700	3100	3300
40	3580	3700	3180	3300
30	3610	3710	3210	3310
25	3860	3860	3460	3460
20	4100	4100	3700	3700

Заплановано при відновленні трамвайних колій по вулиці Богдана Хмельницького для зменшення вібрацій і впливу на будівлі їх укладати в бетонну подушку. По вулиці Богдана Хмельницького закладено 2 трамвайні колії в обидва боки. Враховано всі нормативні вимоги [3] при проектуванні.

5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона природи — система економічних та правових заходів, що зменшують забруднення середовища через господарську діяльність, регулюється законом України "Про охорону природного навколишнього середовища". В сільському господарстві важлива система заходів для раціонального використання земель, захисту від антропогенних викидів і підвищення родючості ґрунтів. Технології вирощування культур повинні ґрунтуватись на наукових знаннях для збереження екологічно чистого середовища.

Основне завдання управління земельними ресурсами — охорона земель. Мета — впровадження заходів для підвищення родючості земель і захисту від антропогенних впливів. Рельєф, клімат, ґрунтотворні породи, зволоження та людська діяльність формують різні типи ґрунтів. Для сільських рад розроблені комплекси обробітку ґрунту, враховуючи категорії земель, крутизну схилів і агротехніку. Для збереження гумусу використовують органічні і бактеріальні добрива для збагачення ґрунтів азотом.

Безпілотні літальні апарати відкривають нові можливості для дистанційного картографування та моніторингу. Завдяки регулярним зйомкам можна відстежувати гідрологічні процеси та їх наслідки. Автоматизований збір і обробка даних забезпечують точність результатів. Космічні апарати та авіація застосовуються широко, а безпілотники стали революцією в моніторингу.

Удосконалення апаратури дозволяє проводити ДЗЗ за допомогою різних літальних апаратів, від повітряних куль до супутників. Це стало можливим завдяки цифровим сенсорам і автоматизації обробки даних. Безпілотники регулюються повітряним кодексом, а також розробляються законодавчі акти щодо просторових даних. Антропогенні впливи на середовище є реальністю, але не неминучими. Деградація природи часто через нераціональне використання ресурсів, низькі технології і помилки в політиці. Безпілотні системи стають основними для контролю навколишнього середовища, зокрема для моніторингу

лісових пожеж, опустелювання, повеней, атмосферних викидів і зон з високим радіаційним фоном. Вони ефективні, зокрема, при аварії на АЕС "Фукусіма".

Безпілотники застосовуються для обстеження лісів та полів, і в ЄС це звична практика. В Україні випробування показали, що вони дозволяють отримувати актуальні дані про ліси. З розвитком технологій знімки можна буде отримувати в інфрачервоному спектрі для детальнішого аналізу екосистем.

БПЛА ефективні для створення ортофотознімків та оцінки стану лісів. Вони допомагають в лісовпорядкуванні і моніторингу полів. Застосування БПЛА для картування територій стало економічним і ефективним методом порівняно з супутниковими знімками. Оновлення карт покращує лісогосподарські заходи, а точність і мобільність БПЛА роблять їх незамінними для моніторингу водних ресурсів і екологічних катастроф.

БПЛА допомагають у виявленні несанкціонованих звалищ та оперативно оцінювати ситуацію під час катастроф. їх ефективність дозволяє проводити зйомки в складних умовах. Вони використовуються для моніторингу природних процесів, оновлення карт, оцінки стану водних об'єктів і берегових ліній.

Атмосферне повітря — невичерпний ресурс, але господарська діяльність змінює його склад. Основними джерелами забруднення є викиди двигунів тракторів, автомобілів, комбайнів, підприємств і тваринницьких ферм, де накопичуються шкідливі гази та мікроорганізми.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Згідно з Законом України «Про охорону праці», охорона праці — це система заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі роботи. При виконанні топографо-геодезичних робіт працівники часто стикаються з підвищеною запиленістю та роботою під лініями електропередач, тому впроваджуються заходи для поліпшення умов праці. Витрати на охорону праці фінансуються роботодавцем відповідно до законодавства.

Згідно зі ст. 19 Закону України "Про охорону праці", фінансування охорони праці на підприємствах здійснюється роботодавцем. Витрати, які належать до валових витрат юридичних або фізичних осіб, що використовують найману працю, визначаються згідно з переліком заходів і засобів, затверджених Кабінетом Міністрів України. Програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища фінансуються з державного та місцевих бюджетів.

Цивільна оборона і цивільний захист відіграють важливу роль у захисті населення під час надзвичайних ситуацій, забезпечуючи право на захист життя і здоров'я від аварій, катастроф і стихійних лих. Держава створює систему цивільної оборони для захисту від небезпечних наслідків різних катастроф.

При проведенні польових топографо-геодезичних робіт на об'єктах керівники мають інформувати місцеві органи влади та відповідні служби про початок робіт. Важливо враховувати пожежну небезпеку та вчасно організувати евакуацію в разі лісових пожеж.

Гігієна праці є важливою складовою під час польових робіт. Спостереження за чистотою, температурою повітря, якістю води та харчових продуктів здійснюють медичні працівники підрозділів. Для польових підрозділів, що мають медичний персонал, важливо контролювати особисту гігієну працівників і чистоту території.

Медичний огляд працівників проводиться не рідше одного разу на рік. Для підтримки нормального стану харчування важливо передбачити раціон, що

включає до 6000 ккал при великих навантаженнях. Особлива увага приділяється роботі з електрообладнанням під час дощу та при наближенні грози [8].

Безпека праці під час польових робіт полягає в організації проектів робіт з максимальним забезпеченням безпеки працівників. Важливі аспекти включають різноманітність умов праці, відсутність медичної допомоги та переміщення підрозділів.

Підготовка до польових робіт включає розробку маршрутів і техогляд транспорту. Безпека під час роботи на дорогах та об'єктах спеціального призначення вимагає попереднього погодження з відповідними службами.

Безпечна робота за комп'ютером включає ряд правил, недотримання яких може спричинити небажані наслідки. Тому важливо визначити порядок роботи інженера-програміста або оператора за комп'ютером.

Основні шкідливі фактори, що впливають на людину при роботі за комп'ютером за ГОСТ 12.0.003-74(1999) «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація», це: • підвищена напруга в електричному ланцюзі, що може призвести до замикання через тіло людини; • високий рівень статичної електрики; • нерівномірний розподіл яскравості в полі зору (втома очей, навантаження на зір); • недостатнє природне освітлення; • підвищені статичні і динамічні навантаження; • монотонність праці; • нервово-емоційне навантаження.

Мікроклімат у приміщеннях з ПК має відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98, з температурою 18-22°С, вологістю 55-56%, а швидкість повітря — 0,1-0,2 м/с. Охолодження повітря через кондиціонери допомагає підтримати комфортний мікроклімат. Приміщення має бути забезпечене ефективною вентиляцією і якісною теплоізоляцією.

Освітлення в приміщеннях з ПК має бути природним і штучним. При недостатньому освітленні знижується продуктивність, з’являється короткозорість та стомленість. Освітлення на робочому місці повинно відповідати трьом параметрам: об'єкту розрізнення, контрасту фону та об’єкту. Рівномірний розподіл яскравості, відсутність відблисків і тіней є важливими

вимогами. Для штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи з кольоропередачею не менше 70.

Шум на робочому місці не повинен перевищувати допустимі рівні: для операторів ПК — 50 дБА, для інженерно-технічних працівників — 60 дБА, а для операторів ЕОМ — 65 дБА. Для зниження рівня шуму рекомендується використовувати струменеві та лазерні принтери замість матричних.

Пожежна безпека в приміщеннях з ПК також є важливою. Приміщення повинно бути забезпечено протипожежним інвентарем, а проходи не повинні бути заблоковані. У разі пожежі першочергово потрібно відключити джерело живлення. Причини пожеж можуть бути електричні (коротке замикання, перевантаження проводки) або неелектричні (несправності обладнання, халатність). Для уникнення пожеж необхідно проводити профілактичні роботи та вибір правильних провідників.

Відповідальність за безпеку на робочому місці несе роботодавець, який призначає фахівців з охорони праці.

Захист населення та територій передбачає запобігання надзвичайним ситуаціям, оповіщення про небезпеку, надання медичної допомоги та організацію рятувальних робіт. Навчання цивільного захисту дозволяє підготувати населення до дій у разі надзвичайних ситуацій [8].

Всі ці заходи координуються державними органами виконавчої влади, підприємствами та організаціями для забезпечення безпеки і життєдіяльності людей під час надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

Геодезичне забезпечення реконструкції вулиці Богдана Хмельницького у місті Львові є метою дипломної роботи. Проаналізовано стан геодезичних робіт, що проводяться при зніманні автомобільних доріг, які потребують реконструкції (ремонту дорожнього покриття).

Проаналізовано стан та тенденції розвитку програмних продуктів для опрацювання геодезичних вимірів, створення топографічних планів та профілів місцевості. Знесення координат з настінних марок на тимчасові пункти було проведено полярною засічкою.

Вимірювання кутів, ліній і перевищень виконували електронним тахеометром Leica TPS 1205+, після попереднього виконання головних перевірок. Вирівнювання отриманих результатів виконували у програмі CredoDat. Запроектований полігонометричний хід 2-го розряду довжиною 971,00 м відповідає вимогам до полігонометрії 2-го розряду.

Цифровий топографічний план масштабу 1:1000 був створений. Топографічний план масштабу 1:1000 з січенням рельєфу 0.5 м був складений у програмі AutoCAD Civil 3D 2013.

Складений під час камеральних вишукувальних робіт топографічний план масштабу 1:1000 у подальшому використовувався для складання проекту реконструкції вулиці Богдана Хмельницького від ПК0+00 до ПК9+94,58. Описано процес побудови поздовжнього та поперечного профілю у програмі AutoCAD Civil 3D 2013.

Також в роботі приділено увагу питанням охорони навколишнього середовища та охорони праці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Арсеньєва Н.О., Крухмальова О.В. Аналіз програмних комплексів автоматизованого проектування автомобільних доріг / *Розвиток інформативних технологій в міському господарстві і будівництві* Комунальне господарство міст, Вип. 140 К. 2018, С. 25-29.

2. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг. Ч.1: [Підруч. для вищих навч. закл.] / Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старавойда В.П., Хом'як Я.В. – К.:Вища школа, 1997. – 518 с

3. Віват А., Літинський В., Колгунов В., Покотило І. Дослідження точності визначення координат GNSS методом в режимі RTK. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2011. №74. С.52-59.

4. Геодезичний енциклопедичний словник. / За ред. Володимира Літинського – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.

5. Гофманн-Велленгоф Бернард. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика. / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Колінз. Переклад з англ. мови за ред. Акад. НАНУ Я.С. Яцківа, - К.: Наукова думка, 1996. – 380 с.

6. Зацерклянний М.М., Зацерклянний О.М., Столевич Т.Б. Процеси захисту навколишнього середовища : підручник /М.М. Зацерклянний, О.М. Зацерклянний, Т.Б. Столевич. - Одеса:Фенікс, 2017..-454.

7. Круглов С. Проектування автомобільних доріг в САПР AutoCAD Civil 3D [Текст] / С. Круглов // САПР та графіка. – 2021. - № 8.

8. Ланьо О.В., Савчук С.Г. Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі референцних станцій. *Вісник геодезії та картографії*. – 2012. № 4 (79). – С. 8-13.

9. Практикум з дисциплін «Основи охорони праці», «Охорона праці в галузі»: Навчально-методичний посібник, 4-е видання, перероблене і доповнене. Іванишин В.В. Супрович М.П. Збаравська Л.Ю., Слободян С.Б., Шутяк О.В., Торчук М.В. – К.: «Кондор», 2023. – 336с.

10. 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 доступа: *zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98*

11.Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою: наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 р. №509. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z1646-16 (дата звернення: 20.10.2019)

12.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.

13.Савчук С. А Задемленюк., А. Піскоровський Експериментальні дослідження точності визначення координат методом RTK з використанням GPRS internet з'єднання. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва*. – 2009. – вип. I, № 17. – С. 58-69.

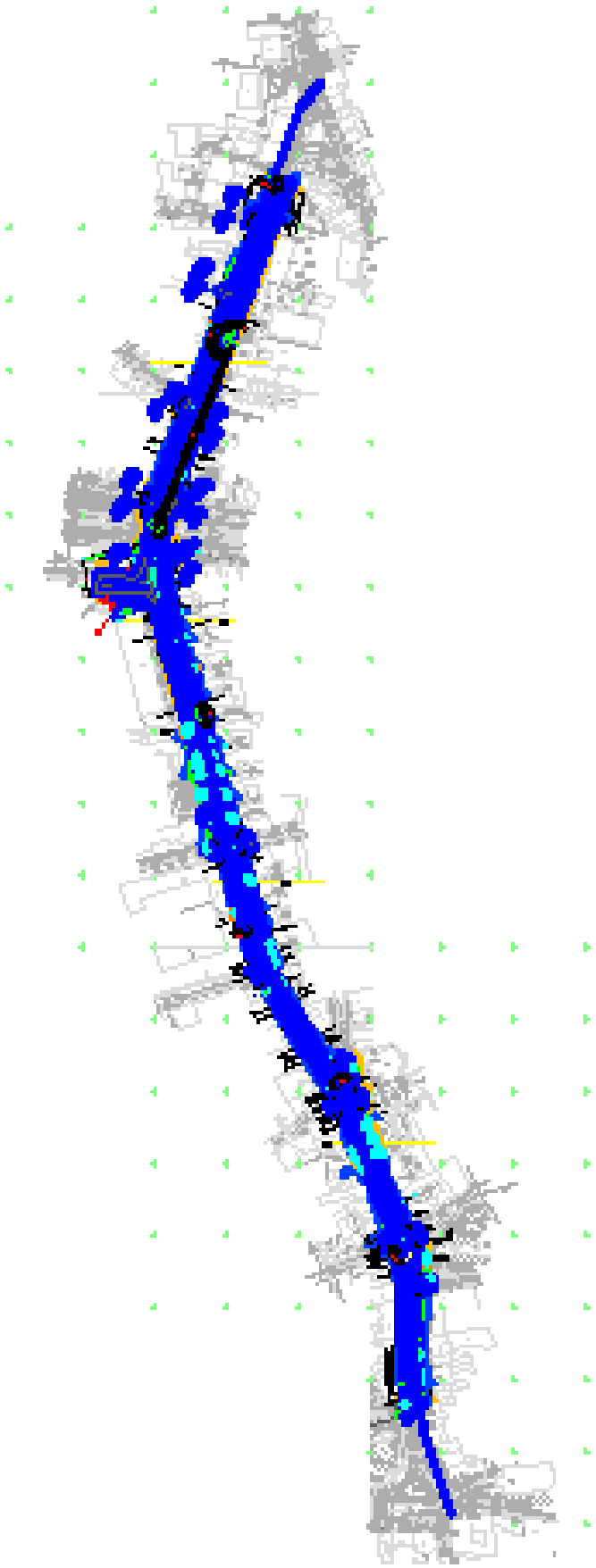
14. Савчук С.Г. Проблемні питання під час використання сучасних супутникових технологій визначення координат. *Геодезія, картографія і аерофотознімання.* — Львів: Видавництво Національного університету «Чернівецька політехніка». — 2007. — Вип. 69. — С. 20 – 33.

15. Сайт мережі ZAKPOS режим доступу http://zakpos.zakgeo.com.ua/

16. Технічні характеристики ҐНСС приймача Stonex S800A. URL: http://geovivat.com.ua/index.php/uk/node/53

17. Федоров Д. Digitals. Використання в геодезії, картографії, та землевпорядкуванні. - Вінниця: ВАТ "Аналітика", 2015. - 354 с.

18. Черняга П.Г. Супутникова геодезія. Навчальний посібник / П.Г. Черняга, І.М. Бялик, Р.М. Янчук. 2-ге вид., без змін – Рівне: НУВГП, 2014. – 222 с.

Додаток А

Топографічний план району робіт