

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
Факультет землевпорядкування та інфраструктурного розвитку
Кафедра геодезії і геоінформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: **«Топографо-геодезичне забезпечення складання топографічного
плану міського району в масштабі 1:500»**
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконав: студент групи ЗВ-41
Николишин Дмитро Юрійович

Керівник: к.е.н., доцент Рій І.Ф.

Рецензент: _____
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

РЕФЕРАТ

Топографо-геодезичне забезпечення складання топографічного плану міського району в масштабі 1:500. Николишин Дмитро Юрійович. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії і геоінформатики. – Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, 2025.

53 с. текстової частини, 7 таблиць, 3 рисунки, 21 літературне джерело, презентація.

У кваліфікаційній роботі розглянуто процес створення цифрового топографічного плану міської забудованої території масштабу 1:500 із застосуванням сучасних геодезичних технологій. Основну увагу зосереджено на розробці планово-висотної геодезичної мережі, яка забезпечує високу точність позиціювання під час знімальних робіт. Представлено практичні аспекти використання електронного тахеометра Leica FlexLine TS06 plus 5" R500, автоматизованих методів збору та обробки просторових даних, а також сучасного програмного забезпечення Digitals. Проаналізовано етапи виконання топографічної знімання, проектування та побудови геодезичної мережі з урахуванням методів тріангуляції, а також особливості камеральної обробки результатів. У результаті створено точний цифровий топографічний план, що може бути використаний у містобудуванні, проектуванні інженерних мереж та благоустрої територій. Запропоновані технологічні рішення підтвердили свою ефективність і відповідність сучасним вимогам просторового планування.

Ключові слова: геодезична основа, електронний тахеометр, топографічний план, Digitals, планово-висотна мережа, координати, сканування поверхні.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ В МАСШТАБІ 1:500	8
1.1 Значення великомасштабних топографічних планів для містобудування	8
1.2 Застосування системи УСК-2000	18
2 МЕТОДИКА ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ	23
2.1 Рекогностування геодезичних мереж та закладання центрів	23
2.2 Методика прокладання полігонометричного ходу	27
2.3 Висотне обґрунтування проекту, нівелювання місцевості	29
2.4 Вимоги до виконання і точності топографічного знімання	32
3 ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ МАСШТАБУ 1:500 В МІСЬКИХ УМОВАХ	35
3.1 Вихідні матеріали та характеристика об'єкта проектування	35
3.2 Знімальні роботи та побудова топографічного плану району проектування	41
4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ	46
ВИСНОВКИ	50
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	51

ВСТУП

Потреба національного господарства у матеріалах великомасштабного топографічного знімання постійно зростає. Це зумовлено розвитком територіально-виробничих комплексів, освоєнням родовищ, проєктуванням, будівництвом і реконструкцією об'єктів промисловості, енергетики, сільського господарства, меліорації, землеустрою, а також потребами міських і сільських територій. Тому важливо забезпечити економіку якісними матеріалами знімання, що відповідають сучасним нормативам.

Такі знімання потребують оновлення нормативно-технічної бази, яка визначає порядок проведення робіт, методику, точність і форму подання результатів. Отримані дані оформлюють у вигляді топографічних планів — як у графічному вигляді, так і у формі цифрових моделей місцевості.

Цифрові моделі створюють за допомогою комп'ютерів і спеціального ПЗ на основі польових вимірювань або оцифрування карт. Вони дозволяють інтерактивно візуалізувати місцевість, автоматизувати проєктування, аналіз та управління.

Топографічні плани відображають місцевість, рельєф і споруди згідно з умовними знаками. За потреби створюють спеціалізовані плани, адаптовані до галузевих вимог. Їхні параметри визначаються відомчими інструкціями, а за відсутності норм — узгоджуються з держгеонаглядом.

Використання електронних приладів і ПЗ підвищує точність і ефективність знімання, особливо в щільно забудованих районах.

Знімання в межах міста вимагає високої точності та деталізації, тому застосовано сучасні прилади й методи, що забезпечують надійну геодезичну основу та якісну картографічну продукцію. Особливу увагу приділено цифровим топографічним планам як основі для інженерного проєктування і містобудування.

Результати можуть бути використані для оновлення топопланів забудованих територій, проєктування мереж, планування та управління міською

інфраструктурою. Практична цінність — у впровадженні технологій, що підвищують точність і знижують витрати часу та ресурсів.

Отже, розвиток великомасштабного топографічного знімання з використанням сучасних засобів і ПЗ — важливий напрям геодезичного забезпечення містобудівної, інженерної та землепорядної діяльності. Отримані результати можуть бути адаптовані для подальших досліджень і практики у сфері геодезії та картографії.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ В МАСШТАБІ 1:500

1.1 Значення великомасштабних топографічних планів для містобудування

Створення топографічного плану — це складний багатоступеневий процес, що вимагає суворого дотримання чинного законодавства та наявності відповідної матеріально-технічної бази. Основним нормативним документом у цій сфері є Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», який визначає правові, економічні та організаційні засади здійснення відповідних робіт.

Ключове значення має Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА 2.04-02-98), затверджена наказом Укргеодезкартографії № 56 від 09.04.1998. Вона встановлює порядок виконання знімання, вимоги до точності та правила оформлення результатів. У процесі виконання топографо-геодезичних робіт також враховуються постанови Кабінету Міністрів України щодо охорони геодезичних пунктів, використання ГНСС-апаратури та інші нормативно-правові акти. Високий рівень якості матеріалів забезпечується застосуванням сучасного обладнання та спеціалізованого програмного забезпечення.

Відповідно до статті 17 Закону України, технічне оснащення має включати: обчислювальну техніку; GNSS-приймачі; електронні тахеометри; аерофотознімальну та лідарну апаратуру; програмні комплекси CAD, GIS і засоби обробки дистанційних даних.

Якісні топографічні плани можливі лише за умови суворого дотримання нормативних вимог та використання сучасних технологій. Великомасштабне знімання здійснюється в межах інженерно-геодезичних вишукувань з метою збору просторових даних про рельєф, забудову, об'єкти інфраструктури та природні елементи місцевості. Отримана інформація використовується для:

оцінки природних і техногенних умов території, проектування, експлуатації об'єктів, ведення кадастрів, управління територіями.

Інженерно-геодезичні вишукування виконуються відповідно до Закону України «Про геодезію і картографію», СНіП 11-02-96, а також інших нормативних актів, які регламентують геодезичні, аерофотознімальні, фотограмметричні та кадастрові роботи.

Результати інженерно-геодезичних вишукувань охоплюють:

- розвитку геодезичних мереж, у тому числі спеціального призначення;
- оновлення топографічних планів;
- створення картографічних матеріалів для проектування;
- наповнення геоінформаційних систем (ГІС) і кадастрів;
- формування тематичних карт;
- отримання геопросторових даних для моніторингу й геотехнічного контролю;
- здійснення авторського нагляду за використанням геоданих;
- формування державних фондів вишукувальних матеріалів;
- підтримку систем управління територіями та об'єктами ринку нерухомості.

Організацію роботи з фондами вишукувальних матеріалів забезпечують органи архітектури й місцевого самоврядування. Фонд комплексних вишукувань перебуває під контролем Держбуду України. Геодезичні вишукування можуть проводитися як окремо, так і в складі комплексних досліджень (геологічних, екологічних, гідрометеорологічних тощо).

Процес топографічного знімання умовно поділяється на три основні етапи:

Підготовчий етап, що включає: оформлення дозвільної документації; отримання технічного завдання і укладення договору; аналіз архівних матеріалів та картографічної інформації; розроблення програми робіт із урахуванням

природних і техногенних факторів; – реєстрацію робіт і отримання відповідних дозволів.

Польовий етап, що передбачає: рекогностування об'єкта; проведення вимірювань;– первинну обробку даних; контроль точності та повноти просторової інформації.

Камеральний етап, що включає: остаточну обробку польових матеріалів та оцінку їхньої точності; складання технічного звіту або пояснювальної записки з описом рельєфу, забудови, інженерних об'єктів, а також виявлених загроз; передачу матеріалів замовнику та до державних геоінформаційних фондів.

Реєстрацію інженерно-геодезичних вишукувань (отримання дозволу на проведення робіт) здійснюють органи архітектури та містобудування або органи місцевого самоврядування. Роботи державного значення реєструються в органах геодезичного нагляду відповідно до затверджених інструкцій. Роботи в межах залізничних об'єктів потребують погодження з відповідними транспортними управліннями.

Межі та площа знімання визначаються у технічному завданні з урахуванням потреб додаткових вишукувань, інженерного захисту території та моніторингу природних процесів. Суб'єкти господарювання зобов'язані формувати перелік геодезичного обладнання, що підлягає метрологічній повірці згідно з чинними вимогами.

Виконання робіт вимагає суворого дотримання правил охорони праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього природного середовища. Завершується процес складанням звіту або пояснювальної записки, які оформлюються відповідно до чинних нормативних вимог.

Великомасштабні топографічні плани є фундаментальною основою для просторового планування, забудови та реконструкції населених пунктів, проєктування інженерних комунікацій, визначення меж земельних ділянок, благоустрою територій і ведення кадастрового обліку. Вони забезпечують точне, детальне й актуальне відображення території, що є критично важливим для

реалізації стратегій сталого розвитку та раціонального використання земельних ресурсів.

Плани масштабу 1:500 вирізняються високим рівнем точності та деталізації, що дозволяє фіксувати всі особливості міського середовища — від малих архітектурних форм, елементів благоустрою та інженерних споруд до зелених насаджень, дорожньої розмітки, парканів, опор освітлення тощо. Цей масштаб є найбільш придатним для вирішення завдань урбаністики, інфраструктурного розвитку й земельного адміністрування.

Такі плани є обов'язковим компонентом містобудівної документації на всіх стадіях: від аналізу існуючої ситуації до розроблення генеральних, зонінгових, детальних планів територій, схем інженерної інфраструктури, планів червоних ліній. Їх правовий статус та відповідність державним стандартам гарантує їхню прийнятність для погодження проєктних рішень та їх затвердження на рівні органів державної влади та місцевого самоврядування.

Головною метою створення великомасштабної топографічної основи є забезпечення проєктувальників, архітекторів, інженерів і землевпорядників достовірною просторовою інформацією з нормативною точністю. Масштаб 1:500 дозволяє детально відобразити елементи міського простору, які мають інженерне, функціональне, правове або охоронне значення в контексті урбаністичних перетворень.

У сфері містобудування великомасштабні плани використовуються як базова топографічна основа для прийняття управлінських і проєктних рішень. Зокрема, вони є незамінними при:

- **Розробленні містобудівної документації** — генеральних планів, планів зонування, детальних планів територій, схем планувальних обмежень. Вони забезпечують основу для просторового аналізу, моделювання територій, організації транспортної мережі та розміщення інженерної інфраструктури.
- **Проектуванні нової забудови та реконструкції** — забезпечують точні дані щодо розташування меж ділянок, прив'язки будівель, дотримання нормативних відстаней і відповідності існуючим об'єктам.

- **Проектуванні інженерних мереж** — водопровідних, каналізаційних, електричних, теплових, газових. Висока деталізація дає змогу враховувати рельєф, охоронні зони, особливості забудови, що підвищує безпеку і ефективність інженерних рішень.
- **Формуванні та веденні спеціалізованих кадастрів** — зелених насаджень, дорожньої інфраструктури, інженерних споруд, благоустрою. Геопросторові дані масштабу 1:500 є базовими для ведення таких кадастрів у цифровій формі.
- **Моніторингу технічного стану об'єктів і забудови** — надають можливість фіксувати зміни, виявляти самовільне будівництво, планувати оновлення інфраструктури.



Рис. 1.1. Методи складання топографічних планів

Окрім функціонального значення, плани масштабу 1:500 мають вагоме **правове значення**. Вони використовуються для: розроблення проєктів землеустрою, оформлення правовстановлювальних документів, визначення меж земельних ділянок, встановлення сервітутів, охоронних зон та зон спеціального режиму землекористування.

У густозабудованих міських районах такі плани слугують основою правової визначеності у відносинах землекористування, мінімізують ризики територіальних конфліктів і виступають доказовою базою в судових та містобудівних спорах.

У практиці урбаністики великомасштабні плани застосовуються для: обґрунтування інвестиційних проєктів; розроблення землевпорядної та проєктної документації; визначення техніко-економічних показників забудови; архітектурного та будівельного проєктування; проведення експертиз щодо реконструкції або нового будівництва.

Особливої ваги плани масштабу 1:500 набувають у **районах історичної забудови**, де навіть незначні відхилення у даних можуть призвести до порушення вимог охорони культурної спадщини. Тут точність, достовірність і відповідність фактичному розміщенню об'єктів є ключовими умовами збереження архітектурного середовища.

Такі плани слугують підґрунтям для: містобудівного аудиту; паспортизації територій; підготовки науково-проєктної документації з охорони культурної спадщини.

Створення великомасштабних планів базується на використанні високоточних геодезичних приладів — електронних тахеометрів, GNSS-приймачів, цифрових нівелірів, а також методів лазерного сканування та фотограмметрії з БПЛА. Це забезпечує не лише високу точність і оперативність, а й автоматизовану обробку результатів.

Обов'язковим є побудова щільної геодезичної основи в плані та висоті. Польові вимірювання обробляються в камеральних умовах із використанням програмних продуктів: **AutoCAD, CREDO, Digitals, ArcGIS, Bentley MicroStation** тощо. Результатом є цифрова векторна модель місцевості з горизонталями, об'єктами забудови, інженерними мережами, нанесеними згідно з умовними знаками ДСТУ.

Отримані плани зберігаються в цифровому форматі (DWG, DGN, DXF, SHP тощо), що дозволяє їх легко оновлювати, інтегрувати до геоінформаційних систем (ГІС), проводити аналіз, моделювання та симуляцію розвитку територій.

Таким чином, великомасштабні топографічні плани масштабу 1:500 — це не лише картографічні документи, а й ключовий елемент містобудівної інформаційної інфраструктури. В умовах цифровізації управління територіями та запровадження концепції Smart City, вони виступають інтеграційною платформою, що поєднує просторові та атрибутивні дані в єдиному інформаційному середовищі. Це сприяє прийняттю обґрунтованих рішень, підвищенню ефективності планування, прозорості містобудівної діяльності та забезпеченню сталого розвитку урбанізованих територій.

Великомасштабні топографічні плани є стратегічним інструментом містобудування, землеустрою та управління територіями. Вони становлять не лише технічну базу для проєктування, а й джерело правової, інвестиційної та управлінської інформації, необхідної для прийняття рішень на різних рівнях. Їх актуальність і точність — ключова умова сталого розвитку урбанізованих територій.

Виготовлення топографічного плану масштабу 1:500 включає три основні етапи:

- **Підготовчий етап:** оформлення дозвільної документації; укладання договору та отримання технічного завдання; збір і аналіз архівних топографо-геодезичних матеріалів; розроблення програми або технічного проєкту робіт; реєстрація топографо-геодезичних робіт у встановленому порядку.
- **Польовий етап:** рекогносцирування території; виконання топографічного знімання; попередня обробка даних для перевірки точності та повноти.
- **Камеральний етап:** остаточна обробка польових матеріалів; побудова векторної моделі місцевості; складання технічного звіту з графічною та текстовою документацією; передача результатів замовнику та державному фонду документації.

Топографічні плани масштабу 1:500 повинні відповідати критеріям:

- єдності системи координат та висот;
- узгодженості з чинними картографічними матеріалами;
- наявності всіх об'єктів ситуації (будівлі, споруди, огорожі, мережі);
- точного подання рельєфу горизонталями з перерізом 0,25 м;
- дотримання вимог ДСТУ щодо умовних знаків та оформлення.

Застосування різних масштабів топографічних планів

- Масштаб 1:500 — для генерального планування ділянок, проектування об'єктів з високою щільністю забудови та складною інженерною інфраструктурою.

- Масштаб 1:1000 — для малоповерхової забудови, вертикального планування, прокладання мереж, розвідки родовищ.

- Масштаб 1:2000 — при плануванні малих міст, транспорту, промислових об'єктів, дамб, каналів, шельфових зон.

- Масштаб 1:5000 — для великих агломерацій, транспортних вузлів, зон меліорації, гідровузлів, маркшейдерських робіт.

Сучасне знімання виконується за допомогою:

- тахеометрії — у щільно забудованих районах;
- нівелювання — для визначення висотних відміток;
- GNSS-технологій — для швидкої побудови координатної основи;
- лазерного сканування — для моделювання складних форм рельєфу та споруд;

- аерофотознімання з БПЛА — для оперативного збору геоданих.

Камеральна обробка здійснюється у програмних середовищах *AutoCAD*, *CREDO*, *Digitals*, *ArcGIS* тощо. Плани створюються у цифровому вигляді, що забезпечує можливість інтеграції до геоінформаційних систем, оперативного оновлення та просторового аналізу. Вибір масштабу плану залежить від: щільності забудови; цільового призначення плану; характеру рельєфу; технічних вимог замовника. Підставою для виконання топографічних робіт є технічне завдання та: програма робіт — для невеликих обсягів; технічний проєкт — для

комплексних завдань, що визначає склад, терміни, методику, кошторис і обґрунтування масштабу та точності.

Планування топографо-геодезичних робіт враховує рельєф місцевості та здійснюється відповідно до чинних нормативів.

Технічний проєкт включає: Текстову частину: мета, природні умови, наявні геодані, обґрунтування масштабу, строки, заходи безпеки, перелік матеріалів. Графічну частину: схема даних, межі знімання, мережа, картограма. Кошторис: розрахунок витрат.

Проєкт базується на аналізі наявних матеріалів і польовому обстеженні. Результати: пояснювальна записка, каталог пунктів, картосхема. Дані реєструють у відповідних органах. Роботи виконуються після затвердження проєкту (Інструкція 1998 р.).

Проєктування мереж 4 класу та 1–2 розрядів враховує масштаб, метод знімання й потреби замовника. Використовуються карти масштабу 1:10 000–1:25 000. Координати визначають тріангуляцією, полігонометрією, трилатерацією, висоти — нівелюванням. Для великомасштабних зніманих застосовують пункти вищого класу. Правова база: закони України, ДСТУ Б Б.1.1-6:2013, профільні інструкції. Основні нормативи: постанова КМУ № 661 (2013), наказ № 156 (1999), інструкція 1998 р. (1:5000–1:500), наказ № 509 (2016) — УСК-2000. Чинні стандарти базуються на застарілих принципах, що стримує впровадження інновацій.

Сучасні технології: ГНСС для точного позиціювання; аерокосмічні системи — оптико-електронне, радіолокаційне, лазерне сканування; цифрове аерофотознімання, БПЛА, 3D-моделі, обробка зображень, ГІС, телекомунікації.

Інфраструктура геоданих переходить до цифрових систем. Прилади: тахеометри, нівеліри з міліметровою точністю, RTK/PPK — до 1–2 см. Діє мережа ГНСС-станцій. SmartStation поєднує тахеометр і ГНСС, використовує новітні методи обробки.

Фотограмметрія та НЛС: лазерне сканування витісняє фототеодолітне знімання. Комбінування методів забезпечує точні топографічні моделі. НЛС активно

розвивається з 1990-х, формує 3D-хмари точок. Види: мобільне (дороги, транспорт) і стаціонарне (будівництво, моніторинг). Мобільні системи — лазерні сканери, камери, ГНСС, інерційна навігація. Точність — до сантиметра. Платформи — авто, дрони.

Інтеграція НЛС, фотограмметрії, тахеометрії дає змогу отримувати 3D-моделі, ортофотоплани, цифрові реконструкції поверхні

Дистанційні методи знімання вдосконалюються, охоплюючи аерофотограмметрію та супутникове знімання з високою роздільністю. Розрізняють: космічне, аерознімання, БПЛА. Аерокосмічні методи фіксують електромагнітне випромінювання в різних діапазонах. За методом: стерео-, багатозональні, багаточасові, поляризовані, комбіновані. За способом — фотографічні, телевізійні, оптико-електронні, інфрачервоні, лазерні, радіолокаційні.

Фотографічні знімання — у видимому й ближньому ІЧ-діапазоні, замінюються ПЗЗ-сканерами. Телевізійні — реальний час, менша якість. Оптико-електронні — багатоспектральні цифрові сканери (до 14 мкм). Оптико-механічні — ІЧ-радіометри. Інфрачервоні — вдень і вночі, для гідрографії. Радіотеплові — в міліметровому діапазоні, за будь-яких умов, але з низькою деталізацією. Лазерне сканування (LIDAR) — формує хмари точок, незалежно від освітлення. Радіолокаційні знімання (SLAR, SAR) — працюють уночі та крізь хмари.

Типи сенсорів: пасивні — природне випромінювання (аерознімання, гіперспектр, БПЛА), активні — штучне (лазерне сканування, SAR). InSAR — фіксує рельєф, зсуви, осідання; PSInSAR — будівлі; SqueeSAR — також природні об'єкти, обмеження — рослинність.

Краудсорсингові проєкти (OpenStreetMap, GeoNames, Ushahidi, Waze) дозволяють збирати геодані за допомогою мобільних пристроїв із геолокацією. Дані оперативні, але потребують перевірки та супроводу метаданими.

Аналіз дистанційних, наземних методів і відкритих технологій вказує на технологічне відставання нормативної бази України. Сучасні методи

випереджають стандарти, що потребує їх перегляду з урахуванням вимог до точності, оперативності й технологічності.

1.2. Застосування системи УСК-2000

Для забезпечення уніфікованості результатів знімання та їх інтеграції в єдиний геопростір використовуються державні системи координат (СК-63, УСК-2000) та висот (Балтійська система висот 1977 року). Сучасні геодезичні прилади дозволяють працювати з геоцентричними та локальними системами координат. Під час знімання здійснюється трансформація даних у необхідну систему координат із врахуванням параметрів проекцій. Правильне використання систем координат забезпечує точну прив'язку планів до місцевості, узгодженість з кадастровими та проектними матеріалами.



Рис. 1.2. Структура ДГМ

Структура Державної геодезичної мережі: - 16 пунктів постійно діючої мережі ГНСС - 815 пунктів першого класу, визначених методами ГНСС - 25 300 пунктів 2-3 класів Банк геодезичних даних пунктів Державної геодезичної мережі України, створений на основі загального строгого вирівнювання та

суцільного оцінювання точності координат і всіх вимірювань. Похибки визначення координат пунктів ДГМ не перевищують 2-3 см. Реконструкція міських геодезичних мереж та встановлення місцевих систем координат в УСК-2000 в 50 містах України.

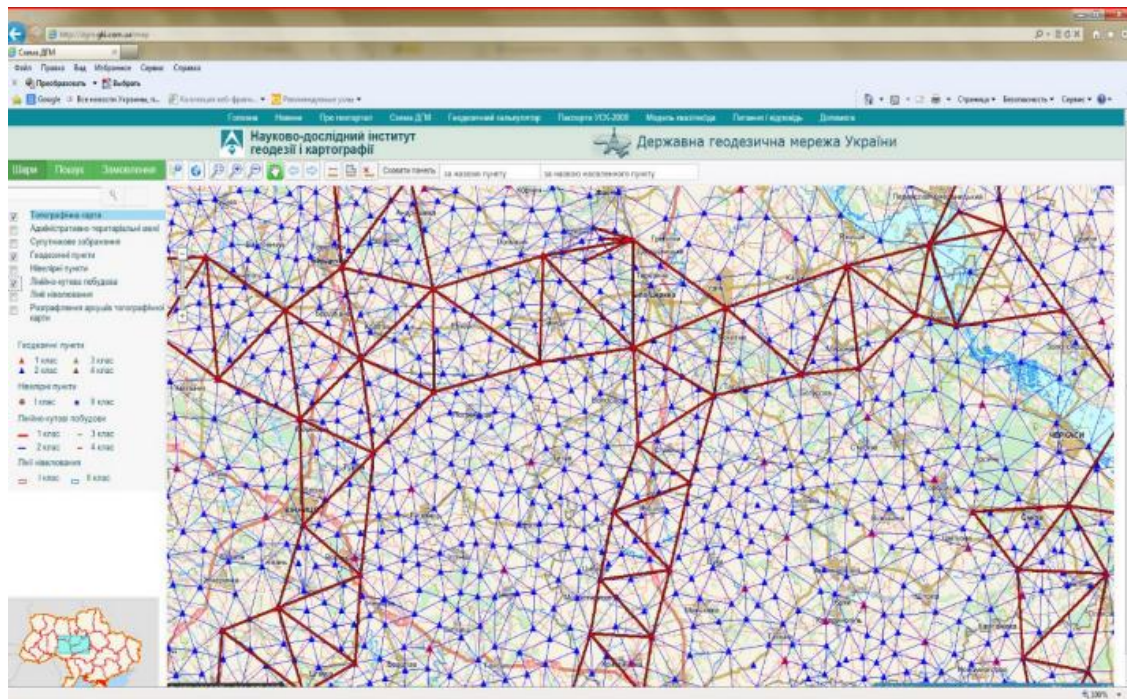


Рис. Геодезична планова мережа 2 та 3 класів ДГМ

Система координат УСК-2000 (Українська система координат 2000 року) є національною геоцентричною системою координат, яка була введена в Україні з метою забезпечення єдності геодезичних вимірювань, підвищення точності топографо-геодезичних даних, а також інтеграції в європейський і світовий геоінформаційний простір. УСК-2000 базується на Міжнародній референційній системі ITRS та референцному еліпсоїді GRS-80. У містах, таких як Львів, впровадження та застосування цієї системи координат має вагоме практичне значення для розв'язання широкого спектру геодезичних, картографічних, містобудівних і кадастрових задач.

УСК-2000 забезпечує однорідну систему координат для всієї території України, що дає змогу усунути суперечності, які виникали раніше через використання застарілих систем СК-42 чи СК-63, а також підвищити точність суміщення геоданих, створених різними організаціями. Відповідно до постанов

Кабінету Міністрів України, з 1 січня 2007 року усі топографо-геодезичні, картографічні, кадастрові та інші роботи повинні здійснюватися в УСК-2000.

Застосування УСК-2000 у місті Львів має низку особливостей, зумовлених як географічним положенням міста, так і рівнем розвитку місцевої геодезичної інфраструктури. Місто Львів, як адміністративний центр області, активно впроваджує сучасні геоінформаційні технології, у тому числі й на базі координатної системи УСК-2000, що значно покращує якість управління просторовими даними.

Одним із головних напрямів застосування УСК-2000 у Львові є топографо-геодезичне забезпечення проектування та будівництва. Усі нові топографічні плани масштабу 1:500, які створюються для потреб містобудування, виконуються в УСК-2000. Це забезпечує точність просторового розміщення об'єктів, сумісність різних видів документації та єдину систему координат для усіх підрядників і замовників. Під час реалізації великих інфраструктурних проектів, як-от реконструкція дорожньої мережі, модернізація інженерних комунікацій, будівництво житлових масивів, УСК-2000 використовується як обов'язкова система координат для просторової прив'язки проектної та виконавчої документації.

У практиці кадастрових робіт, зокрема під час встановлення меж земельних ділянок та підготовки технічної документації із землеустрою, УСК-2000 є обов'язковою. У Львові земельні кадастрові дані вже переведені до цієї системи координат, що дало змогу уникнути розбіжностей у положенні ділянок, усунути конфлікти між користувачами суміжних земель та забезпечити точність ведення Державного земельного кадастру.

Одним із прикладів ефективного використання УСК-2000 у Львові є створення цифрової топографічної основи міста. Цей проєкт охоплює територію всіх мікрорайонів і включає в себе створення базових геодезичних пунктів, на яких будуються мережі планово-висотного обґрунтування. Всі пункти мережі координуються в УСК-2000, що дозволяє оперативно здійснювати прив'язку

нових об'єктів, проводити кадастрові та проектні роботи, здійснювати оновлення картографічних матеріалів.

Для практичного використання системи УСК-2000 у місті Львів було виконано перерахування координат геодезичних пунктів з попередніх систем (СК-42, СК-63) до нової системи. Цей процес супроводжувався створенням оновлених каталогів координат, а також інформаційних систем для доступу до них. Завдяки цьому інженери, кадастрові реєстратори, проектувальники та інші фахівці отримали можливість використовувати єдину координатну базу у своїй роботі.

Значну роль у впровадженні УСК-2000 у Львові відіграють місцеві підприємства та організації, які займаються геодезичною діяльністю. Вони впроваджують сучасне обладнання — GNSS-приймачі, які працюють з системами GPS, GLONASS, Galileo та Beidou, що дозволяє визначати координати з точністю до сантиметра в реальному часі (RTK-режим). Отримані координати автоматично фіксуються у системі УСК-2000, що значно прискорює та спрощує виконання польових робіт.

Суттєву підтримку у використанні УСК-2000 у місті надає регіональний центр Державного геодезичного контролю та моніторингу, який забезпечує координацію робіт, перевірку точності даних, а також консультаційну та методичну допомогу для користувачів. У рамках цього процесу проводяться семінари, навчання, підготовка інструкцій та рекомендацій для спеціалістів різного профілю.

УСК-2000 також широко використовується у сфері містобудівного кадастру Львова. Вона є основою для ГІС міста, у якій зберігаються всі дані про забудову, зелені насадження, інженерні мережі, об'єкти культурної спадщини, транспортну інфраструктуру тощо. Уся інформація пов'язана з єдиною координатною основою, що дозволяє здійснювати комплексний аналіз, планування і моделювання розвитку міського середовища.

Прикладом практичного використання УСК-2000 в управлінні містом є цифрова карта генерального плану Львова, яка також розроблена в цій системі

координат. Це дозволяє здійснювати точне суміщення планових елементів з фактичним положенням об'єктів на місцевості, що вкрай важливо для реалізації містобудівної політики, контролю за забудовою, оформлення прав на землю та об'єкти нерухомості.

Застосування УСК-2000 дає низку переваг у порівнянні зі старими системами координат: забезпечує високу точність та сумісність геоданих; спрощує обмін геоінформацією між різними структурами; знижує ризики помилок у кадастрових і проектних документах; підтримує інтеграцію в європейські геоінформаційні системи; дозволяє використовувати сучасні супутникові технології.

Не менш важливим є те, що УСК-2000 дозволяє забезпечити прозорість процедур у сфері містобудування і земельних відносин. Наприклад, при подачі документів у цифровому форматі громадяни можуть бути впевнені, що їх земельна ділянка розміщена точно в межах, визначених законом і відображена в системі з мінімальною похибкою. Це значно покращує інвестиційний клімат, сприяє розвитку електронних сервісів та зменшує кількість конфліктів у сфері просторового планування.

З урахуванням того, що територія міста Львів постійно розширюється, проводяться роботи з детального планування нових кварталів, будівництва об'єктів соціальної інфраструктури, впровадження Smart City технологій — актуальність УСК-2000 тільки зростає. Розробка детальних планів території, проектів землеустрою, генерального плану міста, проектів реконструкції транспортних розв'язок, інженерної інфраструктури тощо — усе це потребує точних координатних даних в єдиній системі.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що впровадження та використання УСК-2000 у місті Львові є прикладом ефективної реалізації державної політики у сфері геодезії та картографії. Це сприяє підвищенню точності та ефективності всіх видів містобудівної, кадастрової, інженерної діяльності, а також створює основу для побудови повноцінної геоінформаційної інфраструктури міста.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ

2.1 Рекогностування геодезичних мереж та закладання центрів

На підставі затвердженого проєкту здійснюється рекогностування геодезичних мереж із використанням сучасних інструментів, включаючи GNSS-приймачі, мобільні ГІС-пристрої та дрони для попереднього огляду місцевості. Під час рекогностування уточнюються конфігурація мережі, напрямки полігонометричних ходів і визначаються оптимальні місця встановлення геодезичних пунктів. Траси ходів мають проходити по територіях, сприятливих для виконання точних кутових і лінійних вимірювань, з урахуванням видимості та мінімального впливу антропогенних і природних перешкод.

Пункти тріангуляції та полігонометрії вибираються в легкодоступних, візуально відкритих місцях, що забезпечують довгострокову збереженість центрів і знаків. Важливо також передбачити можливість їх використання як точок знімальної мережі та для спостережень за допомогою безпілотних літальних апаратів. Між сусідніми пунктами має бути забезпечена міжвидимість з землі або за допомогою цифрових моделей рельєфу (ЦМР), створених із застосуванням даних LIDAR або фотограмметрії.

У межах населених пунктів, за можливості, пункти закріплюються стінними або покрівельними знаками для підвищення надійності. Місця для пунктів визначаються з урахуванням передачі дирекційних кутів між суміжними точками за проєктованою полігонометричною стороною не коротше середньої розрахункової. Обрані місця фіксуються тимчасовими знаками (GPS-віхи, металеві штирі, дерев'яні кілки) та документуються в абрисах із прив'язкою до трьох і більше постійних об'єктів з уточненням під час закладки.

На пунктах, що створюються для великомасштабних зніманих, встановлюються зовнішні геодезичні знаки — металеві піраміди-штативи, тури зі знімними візирними цілями, стаціонарні віхи. Складні сигнали та дерев'яні конструкції дозволяються лише в окремих випадках. У міських умовах та на

промислових об'єктах застосовуються постійні металеві або залізобетонні знаки з антикорозійним покриттям.

У сучасній практиці все ширше використовуються комбіновані системи позиціювання, зокрема SmartStation (поєднання тахеометра та GNSS), що дозволяє швидко закріплювати пункти навіть у складних умовах. На дахах будівель допускається монтаж турів і візирних пристроїв зі знімними цілями, в тому числі лазерними або відбивачами для безпризмових електронних тахеометрів. Центри пунктів можуть закріплюватися анкерними металевими марками, закладеними у верхнє перекриття, або спеціальними елементами на технічному обладнанні будівель (решітки, вентиляційні труби).

Візирні цілі повинні бути малофазними, чітко розпізнаваними для візування візуальними або лазерними приладами. Зовнішні знаки мають бути стійкими, симетричними відносно вертикальної осі, придатними для вимірювань при середньому вітрі та розміщення високоточних приладів. Відхилення центрів приладового столика та візирного циліндра від центру пункту не повинне перевищувати 5 см.

Під час використання високих конструкцій на дахах допускається підйом візирних цілей за допомогою мобільних підіймачів або систем блоків із тросами, зокрема встановлення віх заввишки до двох висот піраміди.

На пунктах 2, 3 і 4 класів у межах забудови орієнтирні пункти, як правило, не встановлюються, якщо забезпечено пряму видимість не менше ніж на два суміжні пункти мереж вищого розряду. Для збереження металевих знаків обов'язково застосовуються сучасні антикорозійні матеріали та покриття.

Крім того, використання хмар точок, отриманих з мобільного або стаціонарного лазерного сканування (НЛС), дозволяє автоматизувати перевірку видимості між пунктами, планування трас полігонометричних ходів та уточнення місць для закладки центрів із урахуванням цифрової моделі місцевості (ЦММ).

Пункти геодезичних мереж 2, 3, 4 класів, а також 1 і 2 розрядів у межах міст, селищ і промислових майданчиків закріплюють відповідно до чинних

нормативних документів із використанням сучасних технологій позиціонування та матеріалів підвищеної довговічності. У сільській місцевості для тріангуляції та полігонометрії 4 класу, а також 1 і 2 розрядів закладаються центри типів 5 р. або 6 р. н., проте при цьому широко використовуються GNSS-приймачі високої точності, що забезпечують швидке та надійне визначення координат із подальшою прив'язкою до державної референтної мережі.

Центр типу 5 р. являє собою два бетонні моноліти у вигляді усічених пірамід, до яких можуть додатково закладатися металеві RFID-мітки або QR-коди для швидкої ідентифікації та обліку. Марки, закладені у верхній частині монолітів, можуть дублюватися цифровими координатами у геоінформаційній системі (ГІС). У центрі 6 р. н. бетонний моноліт із трубою додатково обладнується геомагнітним ідентифікатором (або спеціальним маячком), що полегшує пошук під шаром ґрунту металодетектором. Для підвищення довговічності застосовуються полімерні або композитні вставки.

У населених пунктах та на промислових територіях усі пункти тріангуляції й полігонометрії закріплюються центрами типів 1–8 р. н. залежно від призначення та стабільності місцевості. При цьому дозволяється інтеграція з елементами міської інфраструктури. Дані про закладку таких пунктів вносяться в централізовані геопортали або цифрові кадастрові системи, з прив'язкою до супутникових зображень.

У сільській місцевості пункти закріплюються центрами типів 5 р. або 6 р. н. не рідше ніж через 1000 м (полігонометрія 4 класу) або через 500 м (2 розряд). У вузлових точках застосовуються більш масивні центри 1–4 р. н. Зазначені місця перевіряються на відповідність вимогам GNSS-спостережень (відкритість горизонту, низький рівень мультипасу), що фіксується на стадії рекогносрування. Над центрами встановлюються постійні зовнішні знаки сучасного типу: антикорозійні металеві конструкції з лазерним маркуванням, іноді з вбудованими NFC-мітками або оптичними відбивачами для сумісності з лазерними далекомірами та сканерами. На точках без центрів типу 5 або 6 р. н. допускається закладка довготривалих пунктів знімальної мережі, обладнаних

GPS-маркерами, що дозволяють проводити автоматичну ідентифікацію в польових умовах через мобільний додаток.

Якщо пункт має залізобетонну або металеву конструкцію, окопування не проводиться. За відсутності таких конструкцій розпізнавальний стовп встановлюється на відстані 1–3 м від центру (розміри — 15×15×160 см) та оснащується сучасними антивандальними табличками з лазерним гравіруванням або QR-кодами. У забудованих районах, де такі стовпи недоцільні, використовується розмітка на будівельних конструкціях або фасадах з дублікатом у ГІС.

Пункти знімальних мереж позначаються довготривалими або тимчасовими знаками. До довготривалих належать:

- бетонні пілони з цвяхами або анкерними шпильками з полімерною захисною втулкою;
- залізні труби з лазерно привареними табличками;
- пластикові анкери з GPS-мітками;
- металеві пластини на бетоні чи асфальті з QR-кодами для верифікації.

Тимчасові знаки, що застосовуються у процесі знімань, виконуються з полімерів або легких сплавів, що не піддаються деформаціям і мають зносостійке маркування. Вони встановлюються зазвичай на глибину 0,4–0,6 м, позначаються цифровими ідентифікаторами, що фіксуються через мобільні додатки обліку польових точок.

Закріплення пунктів здійснюється з урахуванням топографічних умов, зручності доступу для знімань, безпеки та збереженості. Забороняється встановлення в зонах активного розмиву, орних землях, на проїжджій частині та інших деструктивних зонах. У місцях складного рельєфу застосовуються захисні кожухи або анкери, що кріпляться до скель чи інших стабільних об'єктів.

Усі геодезичні пункти мають інвентарні картки встановленого зразка, що містять координати, опис, фото, відомості про встановлення і закріплення, доступні через цифровий кадастровий реєстр або ГІС-платформу. Постійні знаки

здаються на зберігання відповідно до акта: у межах населених пунктів — органам місцевого самоврядування, на інших територіях — землекористувачам. Акти підписуються трьома сторонами (виконавець, приймач, територіальний контрольний орган) і супроводжуються електронною копією у базі просторових даних.

2.2 Методика прокладання полігонометричного ходу

Полігонометричні мережі 4 класу, а також 1-го і 2-го розрядів створюються у формі окремих полігонометричних ходів або у вигляді складних систем, які складаються з декількох взаємопов'язаних ходів. Кожен окремий полігонометричний хід повинен спиратися на два вихідних пункти, що забезпечує його координатну прив'язку та орієнтацію в державній геодезичній системі. На вихідних пунктах обов'язково повинні бути визначені примикаючі пункти. У випадках, коли між вихідними пунктами немає взаємної видимості з рівня земної поверхні, допускається:

- прокладання полігонометричного ходу, що спирається на два вихідних пункти, без виконання кутової прив'язки на одному з них;
- визначення дирекційних кутів на орієнтирні пункти державної геодезичної мережі або на примикаючі сторони, координати яких встановлено за результатами астрономічних спостережень (з точністю 5–7") або за даними гідротеодолітних вимірювань (із точністю 10–15"). Ці кути використовуються для контролю точності кутових вимірів і виявлення можливих грубих похибок;
- прокладання замкнутого ходу полігонометрії 1-го або 2-го розряду з прив'язкою лише до одного вихідного пункту, за умови передавання або вимірювання двох дирекційних кутів (із точністю 5–7") на дві суміжні сторони в центральній частині ходу (тобто у його слабкому місці);
- виконання координатної прив'язки ходу до пунктів державної геодезичної мережі. У цьому випадку також обов'язкове визначення

дирекційних кутів на орієнтирні пункти або астрономічних азимутів для контролю виміряних кутів і виявлення значних помилок.

Прокладання висячих (незамкнених і непов'язаних) полігонометричних ходів категорично забороняється.

Під час побудови полігонометричних мереж 4 класу, 1-го і 2-го розрядів необхідно дотримуватися визначених технічних вимог. У виняткових випадках, коли полігонометричні ходи прив'язуються до пунктів державної геодезичної мережі із застосуванням світловіддалемірів, допускається збільшення довжин сторін ходу до 30% від нормативного значення.

Як виняток також допускається абсолютна лінійна нев'язка в межах 10 см для полігонометричних ходів 1-го розряду довжиною до 1 км, а також для ходів 2-го розряду довжиною до 0,5 км.

Загальна кількість як кутових, так і лінійних нев'язок, які наближаються до гранично допустимих значень, не повинна перевищувати 10% від загальної кількості вимірювань.

У разі, якщо довжини полігонометричних ходів 1-го або 2-го розряду збільшено до 30%, це має супроводжуватися суворим дотриманням усіх нормативних вимог щодо точності та геометрії ходу.

Мінімальна допустима відстань між пунктами паралельних полігонометричних ходів відповідного класу або розряду, якщо довжина ходів наближається до граничної, становить: для ходів 4 класу — не менше 2,5 км; для ходів 1-го розряду — не менше 1,5 км. У випадку, якщо відстань менша за вказані значення, обов'язковим є зв'язок між найближчими пунктами цих ходів шляхом прокладання проміжного полігонометричного ходу відповідного класу або розряду. Якщо відстань між пунктами ходу полігонометрії 1-го розряду та пунктами паралельного ходу полігонометрії 4 класу становить менше 1,5 км, між цими ходами має бути встановлений безпосередній зв'язок шляхом прокладання ходу 1-го розряду.

У разі проектування полігонометричних ходів 1-го і 2-го розрядів великої протяжності необхідно визначати дирекційні кути з точністю не гірше 5–7" не

рідше ніж через кожні 15 сторін ходу або на інтервалі не більше 3 км. Це забезпечує необхідну жорсткість і точність мережі, а також підвищує її стійкість до деформацій.

Для досягнення більшої надійності та однорідності мережі рекомендується уникати зайвої багатоступеневості (ієрархічності) побудови полігонометрії, віддаючи перевагу розвитку мереж 4 класу та 1-го розряду.

З урахуванням сучасних вимог, полігонометричні мережі можуть уточнюватися або створюватися з використанням GNSS-методів (статичне або швидке статичне спостереження), особливо при забезпеченні зв'язку з пунктами ДГМ. У таких випадках класична полігонометрія використовується як резервний або уточнюючий метод у складних умовах видимості.

2.3 Висотне обґрунтування проекту, нівелювання місцевості

Нівелірні мережі при виконанні великомасштабних топографічних зйомок створюються, як правило, згущенням (розвитком) державної геодезичної мережі (рис. 2.1).

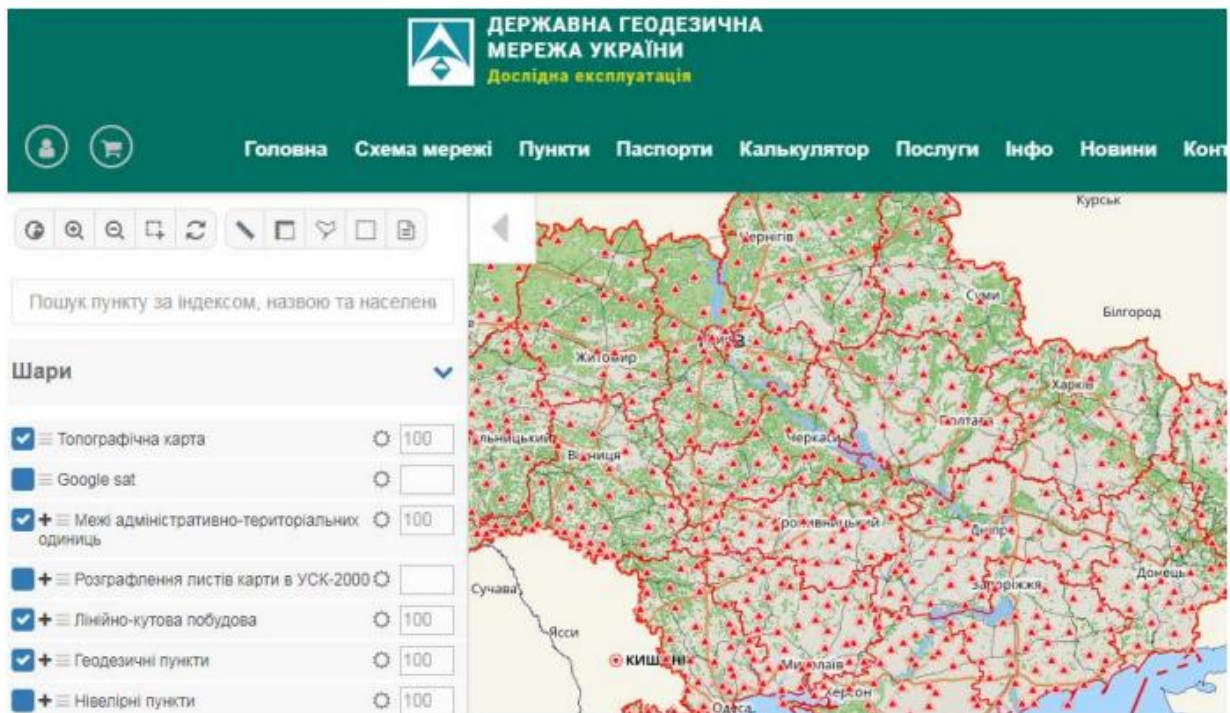


Рис. 2.1 Державна геодезична мережа на Геопорталі України

Залежно від призначення топографічного знімання, висотні геодезичні мережі формуються з урахуванням вимог до точності, що відповідають різним класам і категоріям. У сучасних умовах, замість виключного використання нівелювання III та IV класів для згущення державної нівелірної мережі, дедалі ширше застосовуються методи високоточного GNSS-вимірювання, цифрового та тригонометричного нівелювання, з використанням автоматизованих приладів і польових контролерів.

Параметри щільності та точності нівелірних мереж, що використовуються під час топографічного знімання, визначаються відповідно до технічного завдання або програми робіт, з урахуванням масштабу знімання, характеру рельєфу та вимог до кінцевої продукції. При цьому дотримується принцип побудови геодезичних мереж — "від вищої точності до нижчої", із використанням вихідних пунктів державної геодезичної мережі (включаючи постійно діючі GNSS-станції — CORS).

Висотна основа для великомасштабних знімачів реалізується у вигляді окремих нівелірних ходів, полігонів або замкнених систем, які обов'язково прив'язуються не менше ніж до двох пунктів з визначеною висотою, отриманою методом геометричного або супутникового нівелювання.

У містах та населених пунктах для потреб містобудування, проектування і будівництва нівелірні мережі будуються з урахуванням щільності забудови. Зокрема: у містах з площею понад 500 км² створюються нівелірні мережі I класу; для міст площею 50–500 км² — застосовуються нівелірні лінії II класу, з подальшим згущенням мережами III і IV класів; у менших містах формуються мережі III або IV класу відповідно до площі та потреб.

Розміщення нівелірних знаків здійснюється з урахуванням забудованості, з дотриманням нормативних відстаней: у щільній забудові — через 200–300 м, на околицях — до 800 м, на незабудованих ділянках — до 2 км. Застосовуються довговічні типи закріплення — стінні, ґрунтові реperi, металеві марки з координатним описом.

Цифрове та тригонометричне нівелювання широко використовується для побудови висотної знімальної мережі. Вимірювання здійснюються електронними нівелірами, тахеометрами з вбудованими датчиками вертикального кута або GNSS-приймачами з RTK-технологією, що дозволяє отримувати координати і висоти в реальному часі з сантиметровою точністю.

Вимоги до точності: при цифровому нівелюванні — розбіжність між перевищеннями на станції не більше 2 мм; при тригонометричному — допустима похибка у перевищенні не більше $0,04 \cdot S$ (S — довжина ходу у сотнях метрів); точність вимірювання висоти інструменту та візирної цілі — до 1 см; довжини ліній тригонометричного нівелювання обмежуються в межах 2–12 км залежно від висоти перерізу рельєфу.

У випадку відсутності пунктів державної нівелірної мережі в межах ділянки робіт, прокладаються технічні нівелірні ходи, які закріплюються тимчасовими або постійними знаками з кроком не менше двох на ділянку та не рідше ніж через 3 км.

При інженерно-геодезичних вишукуваннях для проєктування лінійних об'єктів (доріг, трубопроводів, ЛЕП тощо) обов'язкове закріплення трас тимчасовими знаками на відкритій місцевості. У забудованій території — координування здійснюється за трьома лінійними промірами до сталих об'єктів.

Результати польових вимірювань опрацьовуються з використанням сучасного програмного забезпечення на ПК або мобільних пристроях. Використовуються автоматизовані системи обробки даних — наприклад, GNSS-обробка у Trimble Business Center, Leica Infinity, Spectra Survey Office, зрівняння мереж за методом найменших квадратів, інтеграція з ГІС.

У якості вихідних матеріалів формуються:

- ❖ каталоги координат і висот знімальної та опорної мережі;
- ❖ схеми прив'язки геодезичних пунктів до пунктів державної мережі;
- ❖ акти обстеження, передачі й приймання знаків;
- ❖ журнали цифрового нівелювання, GNSS-вимірювань, теодолітних спостережень;

- ❖ зариси пунктів із прив'язкою до постійних орієнтирів;
- ❖ результати метрологічної перевірки та калібрування обладнання;
- ❖ файли формату RINEX, оброблені дані у форматах XML, DXF, GDB, CSV тощо.

Сучасна геодезія базується на принципах цифровізації, автоматизації процесів збору, обробки і передачі даних, що дозволяє значно підвищити ефективність і точність топографічних зніманих для потреб просторового планування, будівництва та землеустрою.

2.4 Вимоги до виконання і точності топографічного знімання

Топографо-геодезичні роботи є невід'ємною складовою комплексу заходів із забезпечення створення геопросторової основи для розроблення проєктної, землевпорядної, містобудівної документації та цифрових картографічних продуктів. Основною метою виконання топографо-геодезичних робіт є отримання актуальної, детальної та просторово-точної інформації про елементи місцевості, рельєф, інженерну та транспортну інфраструктуру, будівлі, межі земельних ділянок, природні об'єкти тощо.

Залежно від масштабу проєктування, категорії території та її функціонального призначення, обирається відповідний масштаб топографічного знімання. Зокрема:

- у межах територій із щільною забудовою, інженерною інфраструктурою, громадською чи житловою забудовою застосовуються масштаби 1:500–1:2000;
- на сільськогосподарських угіддях, лісових, відкритих територіях, а також при створенні оглядових карт — масштаби 1:5000 або 1:10000.

Польові геодезичні роботи починаються з побудови або актуалізації опорної геодезичної мережі (знімальної геодезичної основи), яка є вихідною для подальших вимірювань. Визначення координат пунктів мережі виконується за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) із

використанням методів статичних та кінематичних спостережень (RTK/NRTK), що забезпечує високу точність та узгодженість з державними геодезичними системами координат (СК-63, УСК-2000 або УСК-2010).

Знімання рельєфу і ситуації виконується із застосуванням сучасних електронних тахеометрів, роботизованих геодезичних станцій, цифрових нівелірів, GNSS-приймачів. У випадках потреби підвищеної точності та деталізації на складних ділянках місцевості (щільна забудова, густі зелені насадження, складний рельєф) застосовуються технології мобільного картографування та лазерного сканування (LiDAR), а також аерофотознімання з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Застосування БПЛА дозволяє ефективно виконувати високоточну цифрову фотозйомку території з наступною фотограмметричною обробкою матеріалів. На базі отриманих аерофотознімків здійснюється генерація: ортофотопланів; цифрових моделей рельєфу (ЦМР) та цифрових моделей місцевості (ЦММ); хмар точок у форматі LAS/LAZ; тривимірних моделей забудови та інженерної інфраструктури.

Всі оброблені дані інтегруються у геоінформаційні системи (ГІС) для подальшого аналізу, моделювання, візуалізації та використання в інших видах планувальної, кадастрової чи землевпорядної документації. Обробка виконується із застосуванням спеціалізованих програмних засобів, зокрема: Pix4D, Agisoft Metashape, DroneDeploy, ArcGIS, QGIS, Digitals, AutoCAD Civil 3D, Bentley Microstation та ін.

Усі роботи виконуються з дотриманням вимог діючих нормативно-технічних документів, зокрема: ДСТУ 8736:2017 "Геодезія. Терміни та визначення понять"; ДСТУ Б Б.1.1-16:2004 "Система стандартизації та нормування у будівництві"; Інструкції з топографічного знімання масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, затвердженої наказом Міністерства оборони України від 14.12.2016 № 370; інших відомчих норм і інструкцій щодо ведення Державного земельного кадастру та містобудівного кадастру.

Результати топографо-геодезичних робіт подаються у вигляді:

- цифрових топографічних планів (у форматах DXF, DGN, SHP, GeoPackage, GML);
- ортофотопланів з прив'язкою до системи координат;
- цифрових моделей рельєфу, що використовуються для побудови профілів, гідрографічного аналізу, моделювання зливових вод тощо;
- хмар точок або 3D-моделей, які можуть бути використані в BIM-моделюванні або при проектуванні транспортної інфраструктури;
- звітної документації з описом методики, приладів, класу точності та етапів виконання знімання.

Контроль якості проведених зйомок забезпечується шляхом повторних вимірювань на контрольних точках, зіставлення результатів із матеріалами попередніх зйомок, а також відповідністю даних до нормативів точності. Обов'язковим є складання актів приймання-передачі виконаних геодезичних робіт та погодження цифрових матеріалів з відповідними установами (органи архітектури, кадастрові органи, замовники проєкту).

Таким чином, застосування сучасних технологій топографо-геодезичного знімання, зокрема GNSS, БПЛА, лазерного сканування та цифрових ГІС-рішень, дозволяє суттєво підвищити точність, оперативність та аналітичну цінність геопросторової інформації для забезпечення ефективного планування територій, ведення кадастрів і впровадження просторових стратегій сталого розвитку.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ МАСШТАБУ 1:500 В МІСЬКИХ УМОВАХ

3.1 Вихідні матеріали та характеристика об'єкта проектування

У сучасних умовах інтенсивного розвитку міської інфраструктури та зростання потреб у точному плануванні територій, створення детальних топографічних планів є невід'ємною складовою процесу проектування в урбанізованих середовищах. Топографічні плани масштабу 1:500, 1:1000 або 1:2000 забезпечують необхідну деталізацію для розробки генеральних планів, проєктів забудови, інженерних мереж та інших елементів міської інфраструктури.

Згідно з технічним завданням та програмою інженерно-геодезичних вишукувань визначено порядок виконання робіт для топографічної знімання масштабу 1:500 для проєктування ділянки, розташованої в межах м. Львів. **Система координат** — УСК-2000, **система висот** — Балтійська (1977 р.). Період виконання польових робіт склав 10 днів. Для виконання робіт використано пункти міської геодезичної мережі планового обґрунтування: ПП 8569, ПП 2257, ПП 0168, ПП 0934, а також пункти висотного обґрунтування — стінні репери РП 7436, РП 8912. Матеріали раніше виконаних вишукувань не використовувались.

Район проведення робіт характеризується щільною міською забудовою та інтенсивним дорожнім рухом. Під час обстеження пунктів планово-висотного обґрунтування встановлено, що пункт міської полігонометрії ПП 8569 знищено. У зв'язку з цим прийнято рішення використовувати в роботі три пункти ПП за погодженням з відповідними органами. Методика виконання геодезичних робіт в умовах міської забудови передбачає використання для планового обґрунтування пунктів міської тріангуляції, розташованих на висотних будівлях, а також чітко виражених орієнтирних об'єктів з відомими координатами, таких як телевежа, шпиль будинку культури та готель.

Для створення планового обґрунтування при проєктуванні полігонометричного ходу 2-го розряду використовувався електронний тахеометр Leica FlexLine TS06 plus 5" R500 з такими технічними характеристиками (табл. 3.1). Польові роботи виконувалися із закріпленням поворотних і знімальних точок дюбелями в асфальтовому покритті. Методика топографічного знімання передбачає складання абрисів точок, оскільки геодезичні роботи часто повторюються в межах одного району з використанням аналогічних пунктів міської геодезичної мережі.

Таблиця 3.1

Технічні характеристики тахеометра Leica FlexLine TS06 plus 5" R500

Характеристика	Значення
Тип тахеометра	TS06 plus 5", TS06 plus 2"
Зорова труба	
Збільшення	30×
Зображення	Пряме
Кут поля зору	1°30'
Роздільна здатність	3"
Мінімальна відстань фокусування	1,3 м
Вимірювання відстаней	
Умови	Легкий туман, видимість ~20 км
Діапазон по одній призмі	2000 м
Точність вимірювання	±(2 мм + 2 ppm)
Дискретність відліків	Точний режим – 1 мм/0,2 мм;
	Грубий режим – 10 мм/1 мм;
	Режим стеження – 10 мм
Відображення результатів	12 цифр: ±99999999,9999 мм
Інтервал вимірювань	
Точний режим (до 1 мм)	1,2 с (4 с)
Точний режим (до 0,2 мм)	2,8 с (5 с)
Грубий режим	0,7 с (3 с)
Режим стеження	0,4 с (3 с)
Поправка за атмосферу	від –999,9 до +999,9 ppm (крок 0,1 ppm)
Постійна відбивача	від –99,9 до +99,9 мм (крок 0,1 мм)
Вимірювання кутів	
Метод визначення відліку	Абсолютне зчитування
Дискретність	1"/5"
Точність	2" / 5"

Для висотного обґрунтування за програмою технічного нівелювання застосовувався нівелір С410 (SOKKIA, Японія) з такими технічними характеристиками: Збільшення – 20×; Роздільна здатність – 4,5"; Кут поля зору – 1°30'; Мінімальна відстань фокусування – 0,9 м; Форма сітки ниток – хрестоподібна; Візирне пристосування – оптичне; Тип демпфера компенсатора – магнітний; Діапазон роботи компенсатора – $\pm 14'$; Точність самовстановлення візирної лінії – 0,5"; Середня похибка на 1 км подвійного ходу – 2,5 мм; Ступінь водозахисту – відсутній; Маса інструмента – 0,9 кг.

Таблиця 3.1

Точність топографічного знімання в масштабі 1:500

№	Показник	Значення
1	Гранична похибка положення точок плану	$\pm 0,10$ м
2	Гранична похибка визначення висот точок	$\pm 0,05$ м
3	Відстань між точками рельєфу	5–10 м (залежно від характеру рельєфу)
4	Мінімальна висота знімання об'єктів	0,2 м (відносно земної поверхні)
5	Глибина відміток колодязів	До 5 м (із візуванням рейкою/виміром)
6	Інтервал горизонталей (переріз рельєфу)	0,5 м
7	Мінімальна кількість пікетів на 1 га	≥ 250

Роботи виконувались відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема: **Інструкції з топографо-геодезичних робіт** (наказ Держгеокадастру України №280 від 15.12.2020), **Порядку виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 835 від 03.11.2021, а також інших актуальних регламентуючих документів, чинних станом на 2025 рік.

Вибір масштабу топографічного плану залежить від характеру проєктних робіт та особливостей території. Для щільно забудованих міських районів доцільно використовувати масштаб 1:500 або 1:1000, що дозволяє відобразити дрібні деталі забудови та інженерних мереж. У менш щільно забудованих або периферійних зонах може бути застосований масштаб 1:2000.

Таблиця 3.2

Планово-висотне обґрунтування для знімання масштабу 1:500

№	Характеристика	Значення (рекомендовано)
1	Тип ходу	Теодолітний (тахеометричний), полігонометричний
2	Клас точності полігонометрії	2-й клас
3	Середня лінійна нев'язка в ході	$\leq 1:3000$
4	Середня кутова нев'язка	$\leq 15''$
5	Довжина сторін ходу	100–200 м
6	Кількість точок обґрунтування на 1 га	4–6 точок
7	Клас нівелювання	III клас

Таблиця 3.3

Вимоги до відображення об'єктів на топографічному плані масштабу 1:500

№	Тип об'єкта	Мінімальна кількість пікетів / Вимоги
1	Будівлі, споруди	Пікети в кутах, на виступах/входах
2	Проїзди, тротуари	Крайки, осі, укоси
3	Зелені насадження	Пікет на центр дерева/куща, діаметри
4	Колодязі, люки, оглядові камери	Пікети з прив'язкою до центру + глибина
5	Паркани, огорожі	Пряма або ламана лінія, кути з пікетами
6	Інженерні комунікації (відкриті/закриті)	Вісь + колодязі, камери, висотні відмітки
7	Ландшафтні об'єкти (схили, укоси, вали тощо)	Контури, пікети на переломах рельєфу

Таблиця 3.4

Вимоги до нівелювання технічного класу (висотне обґрунтування)

№	Показник	Значення
1	Клас нівелювання	Технічне нівелювання II типу
2	Прилад	Нівелір середнього класу ($\pm 1,5$ мм/км)
3	Середня лінійна похибка	≤ 5 мм/ $\sqrt{L}$ (L — довжина ходу в км)
4	Кількість реперів на 1 га	не менше 2
5	Висота марок або реперів	$\geq 0,1$ м над поверхнею землі

Примітка: Всі значення орієнтовані на роботи в межах міських територій згідно з чинними нормативами. Якщо територія має особливості (наприклад, складний рельєф або наявність підземних споруд), вимоги можуть уточнюватися в проєктному завданні або за узгодженням з замовником.

У процесі виконання топографо-геодезичних робіт особлива увага приділяється дотриманню вимог до точності планових і висотних визначень, а також контролю якості отриманих результатів. Нижче наведено основні нормативні вимоги відповідно до Інструкції щодо топографічного знімання масштабів 1:500–1:5000 та інших нормативних документів.

Таблиця 3.5.

Технічні вимоги до точності топографічного знімання (масштаб 1:500)

Показник	Значення
Гранична похибка планового положення точок	$\pm 0,10$ м
Гранична похибка визначення висот	$\pm 0,05$ м
Інтервал горизонталей	0,5 м
Відстань між пікетами рельєфу	5–10 м
Кількість пікетів на 1 га	≥ 250

Таблиця 3.6

Показники контролю якості топографо-геодезичних робіт

Показник контролю	Допустиме значення / Метод контролю
Різниця координат суміжних точок при повторному зніманні	≤ 10 см / повторна інструментальна перевірка
Нев'язка в полігонометричному ході (лінійна)	$\leq 1:3000$
Нев'язка в полігонометричному ході (кутова)	$\leq 15''$
Нев'язка в нівелюванні II типу	≤ 5 мм/ $\sqrt{L}$
Розбіжність висот на стиках ділянок	$\leq 0,05$ м

Контроль якості забезпечується шляхом камеральної перевірки даних, інструментальної перевірки на місцевості, а також шляхом порівняння результатів з нормативними параметрами. У разі виявлення відхилень проводиться повторна знімання або коригування даних.

Таблиця 3.7

Відомість теодолітного ходу

Пункт	Вимірний кут	Виміряна віддаль	Дирекційний кут	Виправлена віддаль	X	Y
PP7432	223°52'23,0"				93655,6900	115127,6000
PP8912	176°07'42,0"	60,883	40°00'04,0"	60,884		
T1	262°11'24,0"	21,265	122°11'27,0"	21,263	93702,3290	1109346,7360
T2	103°47'06,0"	46,578	45°58'32,0"	46,578	93691,0010	115184,7310
T3	90°51'13,0"	24,202	316°49'46,0"	24,203	93723,3710	115218,2230
T4	263°56'07,0"	31,318	40°45'53,0"	31,318	93741,0230	115201,6640
T5	82°39'48,0"	82,965	303°25'42,0"	82,968	93764,7430	115222,1130
PP7309					93810,4500	115152,8700

Таблиця 3.8

Відомість нівелірного ходу

Пункт	Штативи	h вим.	Поправка	h зрівн.	H
RP 724	4,118	-	-0,944	0,000	-0,944
T 5	3,174	-	-0,158	0,001	-0,157
T 3	3,017	-	0,681	0,001	0,682
VS 1	3,699	-	-0,594	0,001	-0,593
T 2	3,106	-	-0,112	0,000	-0,112
T 1	2,994	-	1,096	0,000	1,096
RP 7214	4,090				
Всього:6	-	-0,031	0,003	-0,028	
Зрівноважене перевищення:				-0,028	
Нев'язка:				-0,003	

3.2 Знімальні роботи та побудова топографічного плану району проектування

Знімання ситуації та рельєфу здійснювалась з точок планово-висотного обґрунтування у відповідності до вимог чинних керівних документів. Для обстеження колодязів та інших елементів використовувалась **лазерна рулетка і метрова рейка**, що дозволило скоротити часові витрати.

Для масштабу знімання 1:500 гранична віддаль від пункту знімальної основи до контурної точки складає 750 м. Приймаючи середні квадратичні похибки вимірювання кутів 5'', а відстані до 1 км – 2 см, обчислимо середню квадратичну похибку визначення положення пікетної точки за відомою формулою:

$$m_P = \sqrt{\frac{m_\beta^2}{\rho^2} d^2 + m_d^2} = \sqrt{\frac{5^2}{206265^2} 75000^2 + 2^2} = 2,7 \text{ см},$$

де $m_\beta = 5''$ – середня квадратична похибка вимірювання горизонтального кута між вихідним напрямком та напрямком на пікетну точку; $m_d = 2 \text{ см}$ – середня квадратична похибка вимірювання горизонтального прокладання до пікетної точки; $\rho = 206\,265''$ – кількість секунд в одному радіані; $d = 750 \text{ м}$ – відстань до пікетної точки. Нормативна точність знімання рельєфу місцевості залежить від масштабу знімання та характеру рельєфу і складає від 1/4 до 1/3 прийнятої висоти перерізу рельєфу.

Обробку даних здійснено у **ліцензованому програмному забезпеченні Digital**s, а також за допомогою **AutoCAD**. Побудова топографічного плану в масштабі 1:500 здійснювалась у цифровому векторному форматі **.dwg/.dxf** з координатною прив'язкою у системі УСК-2000.

Для оптимізації побудови плану було розроблено класифікатори об'єктів, що автоматизували створення відповідних ситуаційних елементів (зелені насадження, дорожнє покриття, об'єкти інженерної інфраструктури, межі забудови тощо).

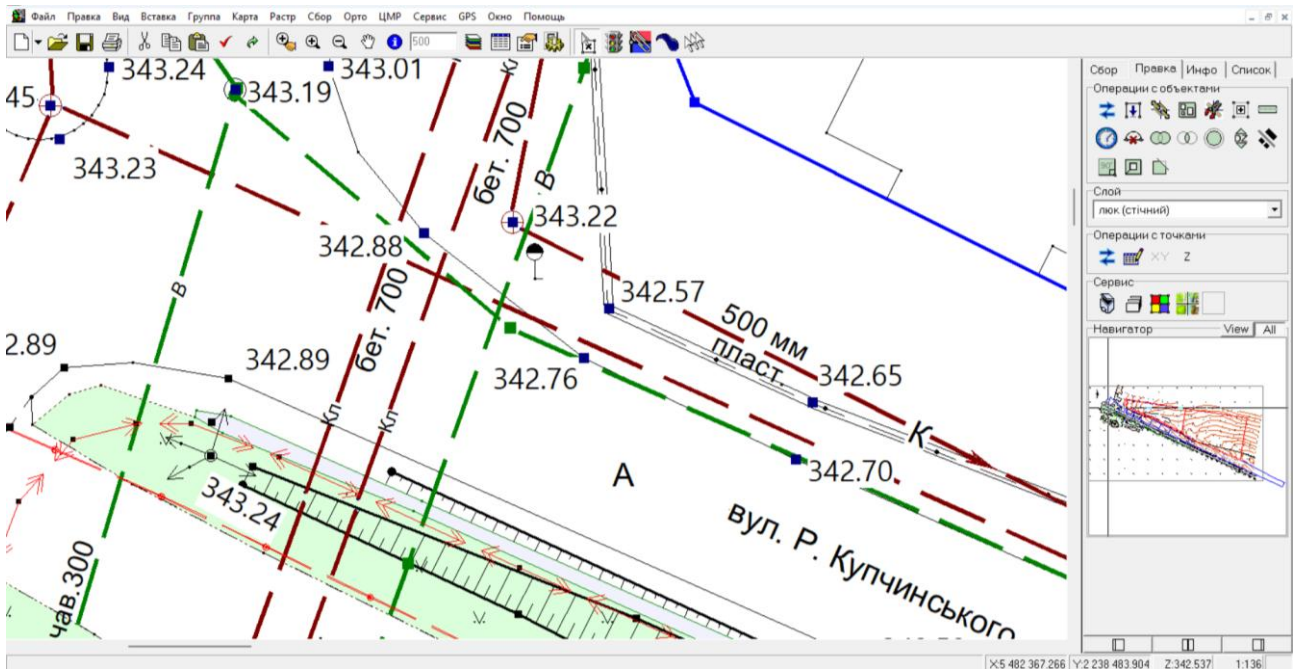


Рисунок 3.2 – План з додаванням ситуаційних характеристик об'єктів знімання

Кінцевий результат — **топографічний план у масштабі 1:500 у цифровому вигляді** (в додатках наведений план земельної ділянки місцевості в масштабі 1:500), який відповідає вимогам нормативної документації має електронний вигляд, що говорить про застосування сучасних систем автоматизованого проектування та електронних приладів при його розробці та є придатним для подальшого використання у містобудівному проектуванні та інтеграції у геоінформаційні системи територіальної громади м. Львів.

Розробка топографічного плану для проектування в міських умовах є складним, багатоступеневим процесом, що вимагає високої точності, використання сучасних технологій та дотримання встановлених стандартів. Якісно виконаний топографічний план є запорукою успішного реалізації проектів у сфері міського планування та будівництва.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Рациональне використання природних ресурсів та охорона навколишнього середовища є одними з головних завдань сучасного суспільства.

Геодезичні прилади, зокрема високоточні електронні тахеометри, цифрові нівеліри та GNSS-приймачі, широко застосовуються для моніторингу деформацій ґрунтів і об'єктів, що мають потенційно негативний вплив на довкілля (зсуви, просідання, осідання споруд, порушення берегових ліній тощо). Систематичні вимірювання дозволяють виявляти динаміку змін у просторі та часі, що є важливою передумовою для своєчасного реагування на надзвичайні ситуації природного чи техногенного характеру.

Використання сучасних GNSS-приймачів, електронних тахеометрів, лазерних сканерів та БПЛА дозволяє точно вимірювати і фіксувати просторові зміни природного середовища. Ці дані можуть бути використані для: виявлення ерозійних процесів, зсувів, підтоплень; контролю виснаження лісових масивів та змін в покритті ґрунтів; спостереження за змінами берегових ліній, русел річок, водозбірних площ; контролю деформацій ґрунтів у районах гірничих або будівельних робіт.

БПЛА (безпілотні літальні апарати) забезпечують високоточне і оперативне аерофотознімання, що дозволяє створювати ортофотоплани, 3D-моделі територій, оцінювати зміни у стані рослинності, водойм, промислових зон. Використання NDVI-індексів дає змогу виявити хворі або деградовані ділянки лісів, оцінити ефективність меліоративних заходів або спрогнозувати ризики ерозії.

Технології наземного лазерного сканування (TLS) або сканування з БПЛА (LiDAR) використовуються для точного фіксування стану пам'яток природи, скель, печер, річкових долин, тощо. Тривимірні моделі можуть слугувати основою для відновлення або захисту об'єктів, що зазнають руйнування внаслідок погодних умов або діяльності людини.

Завдяки мережам постійно діючих GNSS-станцій (зокрема, мережа ZAKPOS) можна відстежувати точні координати об'єктів, межі земельних ділянок, а також виявляти несанкціоновані зміни у використанні земель, включаючи вирубку лісів, розорювання заповідних територій або забудову прибережних зон. Ці дані можуть лягти в основу екологічного аудиту територій і використовуватись для подальшої правової фіксації порушень.

За допомогою технологій фотограмметрії, аерофотознімання з БПЛА та стереообробки в програмному забезпеченні типу Digital, Pix4D або Agisoft Metashape, створюються високоточні моделі рельєфу. Це дає можливість: моделювати стік поверхневих вод; оцінювати ризики паводків; визначати межі можливого затоплення; виявляти порушення природного дренажу.

Збір геодезичних даних стає основою для формування баз даних у ГІС-середовищі. На основі цих даних можна розробляти цифрові карти екологічного ризику, карти забруднення, визначати межі водоохоронних зон, прибережних захисних смуг. ГІС дозволяє моделювати сценарії впливу господарської діяльності на довкілля та приймати науково обґрунтовані управлінські рішення.

Сучасні геодезичні технології тісно інтегруються з ГІС-системами (наприклад, QGIS, ArcGIS), де відображаються результати зйомки, а також аналітичні шари: джерела забруднення (викиди, сміттєзвалища, стоки); санітарно-захисні зони; водоохоронні зони та прибережні захисні смуги; червоні лінії та охоронні території.

Нанесення та актуалізація цих об'єктів у геоінформаційних системах дозволяє вчасно реагувати на екологічні загрози та приймати управлінські рішення.

При реалізації інженерних проєктів – будівництво, прокладання доріг, меліоративні роботи – важливо контролювати відповідність робіт встановленим екологічним вимогам. Геодезичні інструменти забезпечують: точне винесення меж природоохоронних територій; фіксацію реального стану об'єктів довкілля до, під час та після реалізації проєкту; документування порушень та підготовку картографічного матеріалу для екологічної експертизи.

У межах сучасного екологічного моніторингу активно використовуються такі геодезичні засоби: GNSS-приймачі (Topcon, Trimble, South) — для збору координат з точністю до кількох сантиметрів у режимі RTK; електронні тахеометри (наприклад, Sokkia SET 610, Leica TS06) — для створення планово-висотної основи; лазерні сканери — для створення тривимірних моделей природних об'єктів; безпілотні літальні апарати — для аерофото- та відеознімання з великої висоти; програми Digitals, AutoCAD Civil 3D, ArcGIS, QGIS — для обробки, аналізу та візуалізації просторових даних.

Поєднання супутникових знімків середньої та високої роздільної здатності з результатами наземного знімання дозволяє уточнювати інформацію про стан територій на великих площах. Наприклад, це може бути оцінка стану сільськогосподарських культур, виявлення засух або заболочення, динаміка танення снігу в гірських районах. Такі дані часто використовуються у системах раннього попередження.

Висновки. Використання геодезичних приладів і технологій значно розширює можливості охорони навколишнього середовища. Точні просторові дані, регулярний моніторинг, інтеграція з ГІС та моделювання дозволяють приймати ефективні рішення для збереження природи. В подальшому розвиток дистанційного зондування та автоматизованого аналізу дозволить ще більше підвищити ефективність геодезичних методів у сфері екології.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Охорона праці — це система законодавчих, соціально-економічних, гігієнічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я та працездатності працівників. Її мета — створення безпечних умов праці, зменшення травматизму, захворюваності й аварійності на виробництві.

В Україні профспілки беруть активну участь у розробці, впровадженні й контролі законодавства з охорони праці. Згідно з Кодексом законів про працю (КЗпП), безпечні умови праці — одне з основних трудових прав працівника. Документ визначає порядок розслідування нещасних випадків, правила й інструкції з охорони праці, а також відповідальність за їх порушення.

Правова система охоплює: будівельні норми й стандарти захисту працівників; правила організації служби охорони праці; норми щодо охорони праці жінок, молоді, осіб зі зниженою працездатністю; положення про державний і громадський контроль; адміністративну відповідальність за порушення законодавства.

На підприємствах функціонує система управління охороною праці. Основні принципи: інтеграція безпеки в усі етапи виробництва; дотримання трудової дисципліни.

Завдання керівництва: технічне забезпечення; безпечна експлуатація обладнання; забезпечення засобами захисту; навчання та інформування працівників; організація пожежної й екологічної безпеки; контроль умов праці та профілактика травматизму.

Мікроклімат у приміщеннях оцінюють за температурою, вологістю, швидкістю повітря й тиском. Температура залежить від джерел тепла, вологість — від теплообміну організму, надмірне повітряне переміщення спричиняє застуду. Оптимальні параметри регламентовано з урахуванням сезону, умов і характеру роботи.

У службі приймання та розміщення гостей безпечні умови забезпечують технічними й організаційними заходами. Основні з них — проведення інструктажів (вступного, первинного, періодичного, позапланового, цільового) і контроль дотримання норм охорони праці. Застосовується трирівневий контроль безпеки.

Клерки працюють позмінно (три зміни по 8 годин) упродовж семиденного тижня. Для належних умов у приміщеннях забезпечуються: освітлення, допустимий мікроклімат (температура, вологість, рух повітря, запиленість) та знижений рівень шуму.

Використовують системи опалення, вентиляції та кондиціонування, що підтримують комфортний мікроклімат. За забруднення повітря визначається оптимальне співвідношення зовнішнього й рециркуляційного повітря. Оскільки вентиляційні системи можуть спричинити займання, вони мають відповідати вимогам пожежної безпеки. Для тепло- й звукоізоляції повітропроводів використовують негорючі матеріали. Рециркуляцію застосовують під час роботи з легкозаймистими речовинами або провітрювання після пожежі.

Шум нормується згідно з ГОСТ 12.1.003-83. Основні джерела — офісне обладнання та вуличний трафік. Він негативно впливає на фізичний і психоемоційний стан людини.

Освітлення має відповідати IV розряду зорових робіт (200 лк). Використовують енергоефективні люмінесцентні лампи. У приміщенні (30×25 м) передбачено 40 світильників типу ПВО31-30×80/П-02 з лампами ЛБ-80 (5220 лм), з урахуванням коефіцієнтів відбиття (стеля — 50 %, стіни — 30 %, підлога — 10 %) і коефіцієнта використання світлового потоку (0,6), що відповідає нормам.

Параметри електробезпеки визначені ГОСТ 12.1.030-81. Основні причини ураження — дотик до струмоведучих частин і напруга на вимкнених елементах. Запобіганню сприяють: унеможливлення доступу до небезпечних ділянок, електричне розділення мереж, використання систем на 16–42 В, контроль ізоляції.

Під час виконання топографічного знімання виникає низка небезпек і шкідливих чинників, які впливають на здоров'я і безпеку виконавців. Основні з них поділяються на кілька груп:

Метеорологічні та природні умови: Топографічні роботи часто проводяться на відкритій місцевості за будь-якої погоди. Залежно від пори року, це може призвести до теплового або сонячного удару, перегрівання, переохолодження чи обмороження. Частими є різкі перепади температури, підвищена вологість, опади, сильний вітер, грози тощо. Нерідко роботи виконують на заболочених територіях, в умовах пересіченої місцевості чи біля водойм, що створює ризики утоплення, укусів отруйних комах або змій. Улітку зростає небезпека ураження блискавкою під час грози, особливо при роботі з металевими приладами. Восени — ризик втрати орієнтації через тумани, скорочення світлового дня. Взимку — ймовірність падіння на слизькій поверхні, обмороження та порушення терморегуляції. Усі ці фактори можуть призвести до травм, захворювань або смертельних випадків.

Фізичне навантаження: Знімання часто передбачає піші переходи, підйом на схили, перенесення обладнання й тривале перебування в незручних позах. Це може викликати перевтому, травми опорно-рухового апарату, проблеми з серцево-судинною системою, зниження концентрації, що підвищує ризик помилок або нещасних випадків.

Виробничі фактори: До них належать травмонебезпечні інструменти (триноги, віхи, рулетки), ризик ураження електричним струмом при роботі біля ЛЕП, падіння в шахти або колодязі, укуси тварин або контакти з агресивними людьми. Роботи на проїжджій частині несуть ризик ДТП, особливо в умовах обмеженої видимості. В деяких випадках можливий контакт із токсичними речовинами або зараженою водою, що викликає інфекції чи алергічні реакції.

Психоемоційне навантаження: Інтенсивні темпи роботи, складні погодні умови, обмежені строки й тривала ізоляція можуть викликати стрес, зниження уваги, дратівливість і зниження безпеки праці. Важливо забезпечити належну організацію відпочинку, чергування праці та наявність засобів зв'язку.

Робота з обладнанням: Під час роботи з сучасними цифровими приладами виникає вплив електромагнітного випромінювання, ультразвуку або світлового навантаження. Тривала робота з дисплеями викликає втому очей, зниження зору. Неправильне положення тіла або неякісне робоче місце призводять до порушень постави, остеохондрозу, болю в спині. Надмірний шум викликає головний біль, зниження слуху, дратівливість.

Недотримання вимог охорони праці: Недбале ставлення до техніки безпеки, порушення інструкцій, нехтування ЗІЗ або експлуатація несправних приладів призводять до травм і нещасних випадків. Часто причиною є неякісний інструктаж, відсутність контролю чи поспіх. Важливим є дотримання правил, проходження інструктажів та постійний моніторинг стану обладнання.

ВИСНОВКИ

В рамках цієї кваліфікаційної роботи для вирішення поставлених завдань розглянута методика виконання робіт зі складання топографічного плану м-бу 1:500 для проектування в міських умовах. Згідно з Технічним завданням проведені роботи з планового і висотного обґрунтування топографічної знімання. Всі вимірювання проводилися з використанням сучасних технічних засобів (електронних тахеометрів сучасних програм обробки). Обчислення і обробка польових вимірювань проводилися на персональному комп'ютері за спеціальними програмами з вдосконаленим програмним забезпеченням. Точність польових вимірювань відповідає встановленим допускам. Виконані польові та камеральні роботи на об'єкті та їх подальший аналіз дозволили зробити наступний висновок: сучасні засоби геодезії задовольняють вимогам технічних вказівок по топографічній зйомці значно зменшуються і витрати часу на виконання робіт. Отже, основна мета кваліфікаційної роботи - показати актуальність впровадження сучасних засобів геодезії при виконання великомасштабних знімань в міських умовах та розробка топографічного плану міського району за даними геодезичної знімання досягнуті. В роботі вирішено наступні питання: - складено топографічний план ділянки міського району за матеріалами геодезичної знімання; - розроблено на сучасному рівні технологію проектування планово-висотної геодезичної мережі ділянки місцевості; - розроблено комплекс робіт при складанні топографічного плану ділянки міського району з урахуванням сучасних підходів до створення великомасштабних планів. Значна увага була приділена питанням з охорони праці.

За час оформлення пояснювальної записки більш детально були розглянуті стандарти, які регламентують проектну документацію. Час, відведений на розробку кваліфікаційної роботи, був витрачений на закріплення навичок проектування та розробки топографічного плану та документації до нього.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Інтегрований курс безпеки життєдіяльності (теоретичні основи): Навч. посіб. – Кам'янець–Подільський: Буйницький О.А., 2009. – 200 с.
2. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: Навчальний посібник / С. Апостолук, В.С. Джигирей. А.В . Апостолук та ін. – К.: Знання, 2006. 15. Пістун І. П. Практикум з безпеки життєдіяльності. – Львів, 2000. – 112.
3. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
4. Васильчук М.В., Медвідь М.В., Сачков Л.С. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності. – К.: Фенікс, 2000. – 896 с.
5. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія: Підручник. – Л.: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
6. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. – К.: Україна. – 1991. – 59с.
7. Закон України «Про охорону праці» від 27 листопада 2016 року №1344– IV. (Остання редакція 12.02.2015) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://sop.zp.ua/norm_zakon.php. – 26.11.17. – 28 кБ.
8. Інструкція про топографічні знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (затверджено в 1998 р.).
9. Карпінський Ю. О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко. – К.:НДІГК, 2006. – 108 с.: іл. – (Сер. “Геодезія, картографія, кадастр”).
10. Карпінський Ю.О. Геоінформаційні технології: нові парадигми і нові ризики топографо-геодезичної та картографічної діяльності / Карпінський Ю.О. Лященко А.А. Львів.: Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Збірник наукових праць Західного Геодезичного Товариства. – Видавництво

Національного університету “Львівська політехніка”, випуск ІІ(22).- 2011. – с. 43-48

11. Карпінський Ю.О. Топографічне картографування в національній інфраструктурі геопросторових даних / Карпінський Ю.О. Лященко А.А. Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку.: Збірник наукових праць / -К.:ДНВП “Картографія”, 2008.- Вип. 3.- с.52-60

12. Конституція України. – Х.: Фоліо, 2002. – 47с.

13. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Ініціативи EUROSDREUROGEOGRAPHICS щодо використання сучасних методів збирання геопросторових даних для топографічного картографування / Н. Ю. Лазоренко-Гевель // Інженерна геодезія. – наук.-техн. збірник. – 2017. – Вип.64. – С.67-77.

14. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 / Затв. наказом Гол. упр. геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999 р. і погодж. з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України // Топографо-геодезична та картографічна діяльність: Законодавчі та нормативні акти. – В 2 ч. – Вінниця: Антекс, 2002. – Ч. 1. – С.171–188.

15. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 та 1: 500 / Затв. наказом Гол. упр. геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.94 // Топографо-геодезична та картографічна діяльність: Законодавчі та нормативні акти. – В 2 ч. – Вінниця: Антекс, 2002. – Ч. 1. – С.84–89.

16. Положення про створення державної геодезичної мережі України, затверджене в 1998 р.

17. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917 – 1920): моногр. / Р. І. Сосса. – К.: Наук. Думка, 2014. – 384 с., 96 іл.

18. Ю.Карпінський, Н. Лазоренко-Гевель. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування / Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Збірник наукових праць

Західного Геодезичного Товариства. – Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, випуск I(35).- 2018. – с. 204-211

19. Li R. An analysis of surface subsidence in Chiba using PSInSAR technique / R. Li, Zh. Zhao, Zh. Wang, P. Wang // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2015. – Vol. XL-7/W4. – P. 81-85.

20. Luhmann T. Combination of photogrammetry and terrestrial laserscanning – potentials and limitations. Part 1: Overview and performance features / T. Luhmann // Modern achievements of geodesic science and industry Collection of scientific papers of Western Geodesic Society of USGC Issue I (25). – 2013 – p. 80-85.

21. Luhmann T. Combination of photogrammetry and terrestrial laserscanning – potentials and limitations. Part 2: Systems, algorithms and applications / T. Luhmann // Modern achievements of geodesic science and industry Collection of scientific papers of Western Geodesic Society of USGC Issue I (25). – 2013 – p. 86-90.